Посібник з технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій

1ше Видання

GERMAN WASH NETWORK

University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland

WASH Cluster Water Sanitation Hygiene

sustainable sanitation alliance

Посібник з технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій

1ше Видання

Арно Корвер (агентство «Malteser International»), **Лоренц Еверс** (організація «archenoVa»), **Ерік Ф'юстер** (організація «BushProof»), **Деклан Галбрейт** (організація «archenoVa»), **Роберт Генш** (Німецька туалетна організація), **Джей Матта** (УВКБ ООН/SHA), **Марина Петер** (Університет прикладних наук та мистецтв Північно-західної Швейцарії)

Ми хотіли би висловити вдячність окремим особам за їхній неоціненний внесок до процесу підготовки цієї публікації:

Чіббі Елловей, Мет Андерсон, Карола Бенцігер, Жан Крістоф Барбіч, Енді Бестебл, Річард Бауер, Майкл Берг, Бенджамін Бернандіно, Андреа Біндел, Марчо Бото, Кетрін Бурго, Франк Буве, Патрік Бракен, Лєна Брайтенмозер, Аня Бретцлер, Френк Бродхерст, Бренда Бруер, Зігфрід Брюмер, Марк-Андре Бюнцлі, Мюррей Берт, Кейці Батлер, Гійом Клер- Кальо, Дана Тругларова Крістецу, Джуліана Ферреро, С'юзан Феррон, Роберт Фрейзер, Скот Фріман, Габріела Фрідл, Тобі Голд, Свен Геріке, Бен Харві, Александра Хьоне, Олівер Гофман, Стів Хабс, Стефан Хаг, Рік Джонстон, Рагу Кадава, Каріна Кертшер, Рандж Куш, Ральф Ноче, Марте Кньодлер, Саскія Крайбліх, Емілі Кумпель, Артур Летім, Альберто Ібанез Ларіо, Ен Ллойд, Річард Лаф, Жерард Лує, Сара Маркс, Рорі МакКеон, Конрад Мензель, Елен Мілленс, Віктор Місев, Джесіка Мьоттер, Алоіс Мюллер, Кім Мюллер, Парвін Нгала, Емануель Оерте, Зої Пачіані, Джонатан Піз, Рейчел Пелец, Домінік Порто, Мак Прейтер, Тая Рейн, Моніка Рамос, Клара Ратмен, Боб Рід, МакКена Робертс, Йоханес Рюк, Ребека Рідберг, Крістін Семан, Стефані Шрам, Деміан Сіл, Джейсон Сірл, Ніккі Шо, Стефан Саймон, Патрік Смітс, Бенджамін Сміт, Хаакон Спрівальд, Генрі Столдер, Крістін Штрауб, Тімо Сасмен, Моріс Тобон, Рос Томлінсон, Еріка Трабукко, Клодіо Вальсанжакомо, Джоель Атум Велімскі, Томас Відеман, Робін Вюнш, Кевін Юе, Ен Ціммерман, Бернхард Ціммерман, Хорхе Дюран Зурдо.

Вони представляють наступні організації:

Aquaya, Arche noVa, BushProof, Центр доступних технологій водопостачання і водовідведення (CAWST), місія Christian Blind Mission (CBM), Eawag, Інженери без кордонів – Німеччина, Інженери без кордонів – США, Ennos, Німецьке федеральне агентство технічної допомоги (THW), Німецька асоціація з надання допомоги при проказі та туберкульозі (DAHW), Німецький червоний хрест (DRK), Німецька туалетна організація (GTO), Handicap International (HI), IHE Delft, Міжнародний Комітет Червоного Хреста, Міжнародна Федерація Товариств Червоного Хреста і Червоного Півмісяця, Глобальна сонячна та водна ініціатива MOM, Johanniter International Assistance, Центр незалежного проживання Лайф Хейвен, Дослідницький інститут води KWR, Malteser International, Федеральне агентство з надзвичайних ситуацій США (OFDA), OXFAM, Швейцарська агенція розвитку та співробітництва (SDC), Швейцарський відділ із питань гуманітарної допомоги (SHA), Управління Верховного комісара ООН у справах біженців (УВКБ ООН), ЮНІСЕФ, Університет прикладних наук та мистецтв Північно-західної Швейцарії (FHNW), Університет штату Массачусетс Амхерст, Університет Невшатель, Welthungerhilfe, Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) Arts Northwestern Switzerland (FHNW), University of Massachusetts Amherst, University of Neuchâtel, Welthungerhilfe, World Health Organisation (WHO)

Висловлюємо особливу подяку за розміщення на онлайн платформі:

Глобальному кластеру WASH
Альянсу сталого водовідведення та його Секретаріату за підтримки GIZ

Ми б хотіли висловити вдячність за підтримку:

Міністерству закордонних справ Німеччини
Швейцарській агенції розвитку та співробітництва (SDC)

WASH Cluster
Water Sanitation Hygiene

sustainable sanitation alliance

german humanitarian assistance
DEUTSCHE HUMANITÄRE HILFE

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development and Cooperation SDC

Передмова

Моніка Рамос
Координатор Глобального кластеру WASH

Доступ до безпечної води є необхідним для забезпечення життєдіяльності та надзвичайно важливим для зменшення тягаря і поширення захворюваності. Це є також передумовою прав людини, гідності та благополуччя, а також сталого розвитку. В умовах пандемії COVID-19 така перевага як доступ до безпечної води як ключовий профілактичний захід задля зменшення ризиків для громадського здоров'я є надзвичайно важливим, особливо тепер.

Сьогодні у 2,2 мільярдів людей відсутній доступ до безпечної води, і вони змушені використовувати потенційно забруднені джерела води або купувати воду в нерегульованих постачальників, наражаючи своє здоров'я та безпеку на значний ризик. Ситуація лише ще більше погіршується в умовах гуманітарної кризи та нестабільності через збільшення кількості нападів на водну інфраструктуру, спалахи захворювань у сфері громадського здоров'я та впливу змін клімату на стихійні лиха. Це також негативно впливає на здатність сектору гарантувати безпечне водопостачання, у тому числі збір, обробку, зберігання, очищення та споживання води.

Складність цього питання вимагає вживання комплексного та системного підходу до застосування і використання належних технологій водопостачання в умовах гуманітарних криз на нестабільності. Технічні рекомендації стосовно технологій водопостачання, представлені в цьому посібнику, відіграють ключову роль у нарощуванні потенціалу та сприянні науково-доказового ухвалення рішень у секторі. Це також відповідає баченню кластеру, слугуючи рушійною силою для покращення координації та оптимізації використання спільного інструменту для забезпечення підзвітного і якісного реагування. Цей посібник окреслює технології водопостачання, які підходять починаючи від реагування під час гострої фази до більш довгострокових етапів стабілізації та відновлення. Це є надзвичайно важливим, оскільки гуманітарна спільнота все частіше стикається із більш довгостроковими та тривалими кризами, тоді як існує потреба в подальшому посиленні синергії та зв'язків між гуманітарними заходами із порятунку життя та сталим розвитком.

Разом із партнерами з Глобального кластеру із питань Води, санітарії та гігієни (WASH) та під керівництвом Німецької мережі WASH розробка цих технічних рекомендацій демонструє вражаючий рівень колективних зусиль та напрацювань великої кількості різних міжнародних експертів та організацій, в результаті чого було отримано всеохоплюючий посібник із широким спектром належних технологій водопостачання у секторі.

Глобальний кластер WASH радо розмістив онлайн версію цього посібника разом із Альянсом сталого водовідведення. Ми цінуємо наших партнерів і донорів, які уможливили це своєю постійною підтримкою в минулому та у сьогоденні.

Зміст

Вступ

Загальні відомості та цільова аудиторія 8
Структура та шляхи використання цього посібника 8
Термінологія у посібнику 9
Відбір технологій 10
Сценарії надзвичайних ситуацій та криз 12
Етапи реагування 13
Принципи та стандарти, пов'язані з водопостачанням 14
Водний цикл та водні ресурси 17
Ключові критерії для ухвалення рішень 19
Короткий огляд технологій 22

Частина 1: Короткий огляд технологій

Загальний огляд технологій (у тому числі наскрізні питання) 24
Технології водопостачання на різних етапах реагування 25

Д Джерело 26

Д.1 Дощові води 28
Д.2 Річки та струмки 30
Д3 Ставки, озера та водосховища 32
Д.4 Солонувата вода та морська вода 34
Д.5 Підземні води 36
Д.6 Джерельна вода 38
Д.7 Гравітація 42
Д.8 Системи з ручним приводом 44
Д9 Вітряна енергетична система 46
Д.10 Сонячна енергетична система 48
Д.11 Енергетична система на основі електропостачання 50
Д.12 Енергетична система на основі дизелю та бензину 52

З Збір 54

3.1 Збір дощових вод: збір на підвищеній поверхні 56
3.2 Збір дощових вод: збір на поверхні 58
3.3 Збір річкових та озерних вод 60
3.4 Збір джерельної води 62
3.5 Дамба для підземних вод 64
3.6 Фільтрація на березі річки 66
3.7 Захищена глибока криниця 68
3.8 Захищена свердловина 70
3.9 Забір морських вод 72

В **Видобуток** **74**

В.1 Гідравлічний плунжерний (імпульсний) насос 76
В.2 Поршнево-плунжерний всмоктувально-піднімний насос 78
В.3 Насос прямої дії 80
В.4 Поршневий насос для глибокої свердловини (глибококолодязний) 82
В.5 Шнековий насос для глибокої свердловини 84
В.6 Мембранний насос 86
В.7 Канатний насос 88
В.8 Динамічний лопатевий радіальний проточний насос 90
В.9 Динамічний осьовий насос 92
В.10 Насосна станція 94

О **Очищення** **96**

О.1 Гравійна фільтрація 98
О.2 Швидка фільтрація 100
О.3 Мікрофільтрація 102
О.4 Коагуляція і седиментація 104
О.5 Коагуляція і швидка фільтрація 106
О.6 Хлорування 108
О.7 Електрохлорування 110
О.8 Ультрафіолетове (УФ) опромінення 112
О.9 Повільна піщана фільтрація 114
О.10 Ультрафільтрація 116
О.11 Технології видалення фтору 118
О.12 Технології видалення миш'яку 120
О.13 Гранульоване активоване вугілля 122
О.14 Озонування 124
О.15 Нанофільтрація / зворотний осмос 126

Т **Транспортування / розповсюдження** **128**

Т.1 Побутова ємність для води 130
Т.2 Возик продавця води 132
Т.3 Водовози 134
Т.4 Кіоск із продажу води 136
Т.5 Резервуар для зберігання води (який можна транспортувати) 138
Т.6 Резервуар для зберігання води (довгостроковий збудований на місці) 140
Т.7 Громадська мережа водопостачання 142
Т.8 Великомасштабна мережа водопостачання 144

Б **Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання** **146**

Б.1 Безпечне зберігання води 148
Б.2 Місце для миття рук 150
Б.3 Керамічна фільтрація 152
Б.4 Мембранна фільтрація 154
Б.5 Біологічна повільна піщана фільтрація 156
Б.6 Хлорування в побутових умовах 158
Б.7 Хлорування в точках наповнення 160

Б.8 Коагуляція, седиментація та хлорування 162
Б.9 Кип'ятіння 164
Б.10 Пастеризація 166
Б.11 Ультрафіолетова лампа 168
Б.12 Сонячна дезінфекція 170
Б.13 Фільтр для видалення фтору 172
Б.14 Фільтр для видалення миш'яку 174

Частина 2: Загальні питання

X **Початкова ситуація** **176**

X.1 Оцінювання 178
X.2 Умови в певному районі та стосовно певної ситуації 178
X.3 Інституційний/регуляторний контекст та координування 180
X.4 алучення громади та підзвітність 181

X **Моніторинг та контроль якості** **182**

X.5 Моніторинг 182
X.6 Моніторинг підземних вод 183
X.7 Моніторинг якості води 183
X.8 Безпека води та управління ризиками 186
X.9 Потік даних, інформаційні та комунікаційні технології 187

X **Концептуальні питання** **188**

X.10 Резильєнтність, готовність та зменшення ризиків стихійного лиха 188
X.11 Стратегія виходу та передачі 190
X.12 Вода для використання в різних цілях та повторне використання води 191
X.13 Водопостачання в місті в умовах затяжної кризи 192
X.14 Профілактика холери та управління епідемією 194

X **Проєктування та соціальні аспекти** **197**

X.15 Інклюзивне та справедливе проєктування 197
X.16 Просування гігієни та робота з постраждалими громадами 200
X.17 Розробка програм на ринкових засадах 203

Додаток

Словник 208
Посилання 212
Бібліографічні посилання 226

Вступ

Загальні відомості та цільова аудиторія

Посібник з технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій являє собою комплексний та структурований довідник із нових та існуючих технологій водопостачання в умовах гуманітарних криз.

До цільової аудиторії входять гуманітарний персонал, місцеві служби екстреного реагування, інженери, відповідальні за планування особи, представники уряду, агентства з нарощування потенціалу та інші фахівці у сфері WASH, залучені до процесу гуманітарного реагування. Попри те, що гуманітарні інтервенції WASH перш за все зосереджують увагу на безпосередніх заходах із порятунку життя та захисті громадського здоров'я, гуманітарна спільнота все частіше стикається з більш довгостроковими затяжними кризами, які виходять за межі реагування на надзвичайну ситуацію. Гуманітарні фахівці у сфері WASH часто працюють як у містах, так і в умовах таборів для переміщених осіб із метою реагування на WASH потреби біженців, внутрішньо переміщених осіб (ВПО) та приймаючих громад. Посібник розглядає цю реальність шляхом опису відповідних технологій від початкового реагування в момент загострення до етапів стабілізації і відновлення (у тому числі відбудови існуючої інфраструктури). У посібнику описаний широкий спектр сценаріїв, з якими гуманітарні практикуючі фахівці у сфері WASH можуть зіткнутися під час планування і вибору відповідних послуг із водопостачання або модернізації існуючої інфраструктури.

Посібник з технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій є поглибленою версією з гуманітарних питань подібного «Посібника з систем і технологій постачання питної води від джерела до споживача», розробленого Університетом прикладних наук та мистецтв Північно-західної Швейцарії (FHNW) у співпраці з Швейцарським федеральним інститутом водних наук та технологій (Eawag) та Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ). Обрані інформаційні джерела було адаптовано з цієї публікації, а також з оригінального звіту проекту «Water4India», розробленого FHNW та партнерами, за дозволу авторів. Подібно до розглянутого посібника він розбиває технології водопостачання за їхніми функціональними компонентами, визначає ключову термінологію та надає рекомендації для визначення найбільш відповідних рішень з технологій водопостачання в даному контексті. Він також дає посилання на інші додаткові джерела з метою отримання додаткової інформації.

Посібник з технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій перш за все є інструментом із нарощування потенціалу та інформаційним довідником. Він сприяє ухваленню рішень та вибору технологій під час проєктування системи водопостачання. Цей документ пропонує стислу інформацію про ключові критерії для ухвалення рішень стосовно кожної з технологій та сприяє об'єднанню цих технологій із метою розробки повноцінних технічних рішень щодо мереж водопостачання, а також об'єднання технологій із відповідними загальними питаннями.

Цей посібник є відправною точкою для отримання доступу до відповідної інформації із метою проєктування підходящих мереж водопостачання і має використовуватися разом з іншими наявними публікаціями та інструментами.

Структура та шляхи використання цього посібника

Посібник складається із трьох основних розділів:

Вступ

Вступний розділ описує структуру посібника, дає визначення ключових термінів та надає корисну схему для визначення конфігурації мереж водопостачання в умовах надзвичайної ситуації. Він надає базову інформацію про різні сценарії розвитку надзвичайної ситуації та етапи реагування, вплив на інфраструктуру водопостачання, а також про відповідні принципи і стандарти, пов'язані з водопостачанням. Користувачам посібника варто переглянути розділи «Термінологія у посібнику» **(сторінка 9)** та «Відбір технологій» **(сторінка 10)** із метою ознайомлення з ключовими термінами та системним підходом до визначення повноцінних схем водопостачання. Цей розділ також представляє ключові критерії відбору, про які користувачам варто пам'ятати під час вибору технологій водопостачання та проєктування мереж водопостачання відповідно до змісту.

Частина 1: Короткий огляд технологій

Цей основний розділ посібника є комплексним оглядом відповідних технологій водопостачання, які можна впроваджувати у різноманітних умовах – від гострих етапів надзвичайних ситуацій до етапів довгострокової стабілізації і відновлення. Технології розподілені на категорії та впорядковані відповідно до функціональної групи: Д Джерело, З Збір, В Видобуток, О Очищення, Т Транспортування / розповсюдження та Б Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання.

Розділ розпочинається із загального огляду всіх технологій, представлених у посібнику, а також більш конкретного огляду технологій відповідно до того, наскільки вони підходять для різних етапів реагування. Після цього йде збірка із 68 «Інформаційних брошур про технології» – двох сторінок із коротким оглядом кожної з технологій з описом базових принципів роботи та поглядів щодо проєктування, а також ключової інформації про придатність, вартість, необхідні матеріали і площу, вимоги щодо функціонування та обслуговування, а також соціальні та екологічні аспекти.

Частина 2: Загальні питання

У цьому розділі представлені загальні питання та довідкова інформація, на яку слід зважати під час прийняття технічних та проектних рішень. Описуються вимоги щодо (1) оцінювання початкової ситуації, у тому числі існуючого інституційного та регуляторного середовища, а також відновлення та модернізації існуючої інфраструктури, (2) моніторингу та контролю якості – від потоків даних та інформаційних/комунікаційних технологій до роботи з субпідрядниками, моніторингу якості води, безпеки води і управління ризиками, (3) концептуальних аспектів, таких як резильєнтність та готовність, стратегії виходу і передачі інфраструктури, конкретні особливості міських умов, а також (4) проєктування та соціальних аспектів, таких як інклюзивне та справедливе проєктування, просування гігієни та ринкове програмування.

Термінологія у посібнику

Мережа водопостачання

Мережа водопостачання – це багатоетапний процес, кінцевою метою якого є надання безпечної води для пиття, особистої гігієни, прибирання та інших побутових потреб. Вона складається із функціональних груп технологій та послуг: від експлуатації джерела, забору, видобутку та очищення до методів розповсюдження і забезпечення безпеки користувачів у місцях використання. При цьому можна спроєктувати логічну, модульну мережу водопостачання шляхом відбору технологій із кожної застосовної функціональної групи та розгляду відповідних технологій у конкретному контексті. Мережа водопостачання також включає управління, експлуатацію та обслуговування, необхідні для гарантування безпечного та сталого функціонування системи.

Технологія водопостачання

Технології водопостачання можна визначити як необхідну конкретну інфраструктуру, методи чи послуги від експлуатації джерела до розповсюдження та до гарантування безпеки кінцевого користувача у місці використання. Кожна із 68 технологій, включених до цього посібника, описується в інформаційному листі на двох сторінках. Включені лише ті технології водопостачання, ефективність яких було доведено та які було протестовано в умовах надзвичайних ситуацій. До того ж описуються технології, які широко використовуються в міських, приміських та сільських умовах та які можуть потребувати модернізації в разі надзвичайної ситуації. Посібник описує системи і технології водопостачання, які безпосередньо пов'язані з наданням безпечної води для пиття та інших побутових цілей. У ньому не піднімається питання постачання води для виробничих цілей, наприклад, зрошування чи промислового використання.

Функціональні групи

Функціональні групи об'єднують технології, які мають подібні функції. Посібник пропонує шість різних функціональних груп, з яких можна обирати технології для побудови системи водопостачання (з яких деякі вже можуть існувати в конкретному контексті та їх потенційно можна модернізувати):

- Д — Джерело (Технології **Д.1 – Д.12**)
- З — Збір (Технології **З.1 – З.9)**
- В — Видобуток (Технології **В.1 – В.10**)
- О — Очищення (Технології **О.1 – О.15**)
- Т — Транспортування/розповсюдження (Технології **Т.1 – Т.8**)
- Б — Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання (Технології **Б.1 – Б.14**)

Кожну функціональну групу позначено певним кольором; технології в межах технологічної групи мають той самий кольоровий код задля спрощення ідентифікації. До того ж кожній технології в межах функціональної групи присвоєно ідентифікаційний код, який складається з літери і числа.

Джерело Д позначає оригінальне джерело води та розглядає, чи воно забезпечує достатню кількість води, а також джерела енергії, необхідні для забезпечення видобутку, очищення і транспортування води. Зазвичай використовуються підземні чи наземні джерела води, однак в районах із достатнім обсягом дощових вод це також може бути доречним додатковим джерелом води. Кількість, якість та місце розташування джерела визначають подальше очищення води та проєктування мережі водопостачання. Доступні різні джерела енергії – від гравітації (за умови розташування джерела води на підвищенні) та людської сили (для видобутку порівняно невеликих обсягів води) до традиційних (наприклад, електроенергія або дизельне паливо) чи відновлюваних (наприклад, вітряні та сонячні) джерел енергії.

Збір З позначає систему забору води з джерела. У випадку кожного джерела води може бути в наявності одна чи більше систем забору води. Деякі системи збору можуть виконувати роль резервуару для зберігання води або забезпечувати певний рівень очищення. Збір можна класифікувати відповідно до джерела води: збір дощової води, збір поверхневих чи підземних вод. Вибір системи збору залежить від ряду факторів, зокрема, від необхідного обсягу води для цільової групи населення, наявності відповідного типу поверхні, характеристик водойми, потоку та характеристик потоку, наявності та ризику забруднення. Належним чином збудовані системи збору мають забезпечувати зручний та ефективний доступ до джерел води, а також захищати такі джерела від забруднення і попереджувати завдання шкоди екосистемам.

Видобуток В позначає різні способи отримання/видобутку води із використанням насосу. Насоси можна розділити на три широкі категорії залежно від того, як по насосу рухається вода: (1) імпульсні насоси, (2) об'ємні насоси чи (3) швидкісні насоси. На ринку є багато різних видів насосів, в кожного з яких є певні функціональні переваги. Вибір найбільш доречної технології збору води залежить від ряду факторів, таких як джерело води, структура водозабору, наявне джерело енергії, висота над рівнем моря, необхідний потенціал, вимоги щодо функціонування та обслуговування, наявність компонентів та послуг на місцевому рівні, соціально-культурні та екологічні фактори, а також інша вже наявна інфраструктура.

Очищення О стосується технологій для очищення води, які є доречними для великих груп користувачів, таких як громади, або напівцентралізоване застосування в сільських районах та більш централізоване застосування в районах міст. Технології очищення води можна поділити на три групи: (1) попереднє очищення, основною метою якого є зменшення каламутності неочищеної води, (2) усунення переважно забруднення, пов'язаного з мікроорганізмами, та (3) усунення хімічних забруднюючих елементів різного походження, у тому числі високого вмісту солей. Деякі технології можуть бути одноетапним процесом очищення, тоді як інші можливо потрібно застосовувати у межах багатоетапної системи очищення.

Транспортування/розповсюдження Т позначає технології доставки води з джерела, насосної станції чи установки для очищення води до користувачів. Це або комунальні системи постачання різної складності, масштабу та із різними видами з'єднань, або приватні. Транспортування/розповсюдження також включає технології зберігання води, які можуть відігравати важливу роль у межах системи постачання, а також у момент збору (З) і під час очищення (О).

Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання Б стосується технологій очищення води в домашніх умовах та безпечного зберігання, які використовуються як одноетапна альтернатива очищенню води за умови недоступності централізованого чи комунального очищення або у випадку якщо якість отриманої води не відповідає стандартам. У разі виникнення забруднення у процесі транспортування від місця видобутку/збору до місця використання очищення води в домашніх умовах є доречним варіантом для вирішення цієї проблеми та включає безпечне зберігання води вдома.

Відбір технології

Систему постачання питної води можна графічно зобразити як послідовність функціональних груп (**див. короткий огляд технологій на сторінці 24**), які можна об'єднати разом у різних комбінаціях. Усі компоненти системи – від джерела до споживання – є частиною цієї послідовності та розглядаються далі. Шість функціональних груп представлені кодованими кольором колонками таким чином: Д Джерело, З Збір, В Видобуток, О Очищення, Т Транспортування / розповсюдження та Б Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання.

Перш ніж може розпочатися експлуатація, потрібно визначити джерело води. На гострому етапі надзвичайної ситуації обране джерело води може не бути ідеальним (наприклад, з огляду на якість води), але його все одно може бути обрано через інші переваги (такі як близькість та/або доступність). У ході стабілізації надзвичайної ситуації може з'явитися більше часу для розробки сталих альтернативних джерел (наприклад, джерело підземних вод **(Д.5)**, які потребують менш постійного очищення, або джерело **(Д.6)**, яке підпадає під дію гравітації, що забезпечує потік води замість насоса).

Обраний шлях збору води залежить, наприклад, від часу, який є для його побудови, і відтак на етапі невідкладного реагування вибір способу збору часто обмежений тими варіантами, які можна швидко встановити, наприклад, забір з річки чи озера **(З.3)** або там де можна використовувати існуючі криниці **(З.7)** чи свердловини **(З.8)**. Знову ж таки, у процесі подальшого розвитку надзвичайної ситуації, наявний додатковий час може дати можливість побудувати інші способи збору води, які будуть більш доречними у відповідній ситуації.

Воду потрібно видобувати із місця збору із використанням джерела енергії. Під час гострого етапу реагування це часто означає використання якогось насосу **(див. В.1 – В.9)**, який працює на електроенергії **(Д.11)** або дизелі **(Д.12)**, хоча їх може бути з часом замінено на більш сталі альтернативні варіанти, такі як гравітація **(Д.7)** або сонячна енергія **(Д.10)**.

Після видобутку зазвичай воду потрібно очистити, перш ніж можна переходити до її постачання. Рівень і складність необхідного очищення залежать від якості води і стандартів та індикаторів, яких потрібно досягнути, хоча це й також залежить від етапу реагування на надзвичайну ситуацію. Наприклад, на гострому етапі пріоритетним завданням завжди буде безпосередньо зменшення рівня забруднення мікроорганізмами, оскільки це має найбільший короткостроковий вплив на здоров'я. Із часом можна додати інші методи очищення для вирішення питання додаткових джерел забруднення, які мають довгостроковий вплив на здоров'я

(наприклад, фтор). На гострому етапі реагування заздалегідь виготовлені, готові очисні споруди є дуже корисними, оскільки вони спроєктовані для очищення мутних чи забруднених поверхневих вод у великому об'ємі. Вони також зазвичай використовують такі методи очищення, як коагуляція і седиментація разом чи без фільтрації **(О.4, О.5)**, які ефективно зменшують велику кількість хімічних елементів, що можуть мати довгостроковий вплив на здоров'я. Із часом можна спроєктувати більш сталі варіанти очищення, встановлення яких займає більше часу. Наприклад, повільні піщані фільтри **(О.9)** суттєво зменшують хімічні вимоги щодо очищення води, таким чином зменшуючи операційні витрати.

Згодом очищену воду потрібно буде транспортувати від джерела до користувачів (наприклад, із використанням водовозів або труб для транспортування води до резервуарів для її зберігання) та із резервуарів для води до користувачів (наприклад, із використанням труб та каністр). На гострому етапі реагування частіше використовують короткострокові рішення, такі як водовози **(Т.3)** для транспортування води до гнучких резервуарів для води **(Т.5)**, які натомість під'єднані до кранів **(див. Т.7)**. Проте такі рішення, як перевезення води вантажівками є дуже дорогими, і гнучкі резервуари не є ефективними в довгостроковій перспективі. Тому варто починати якомога швидше використовувати інші системи транспортування/розповсюдження, які є дешевшими, більш сталими та зручними. До таких відносять трубопроводи із використанням гравітації або насосні станції на сонячній енергії, резервуари із великими об'ємами, виготовлені зі стійкіших матеріалів **(див. Т.6)**, і системи постачання, які доставляють воду ще ближче до чи навіть у домівки **(див. Т. 7, Д.8)**.

У домогосподарствах питну воду потрібно зберігати безпечно, і користувачі можуть проводити додаткове очищення води вдома за потреби. Історично на гострому етапі реагування використовувалися певні технології із гарантування безпеки води на рівні домогосподарств до запровадження централізованого очищення або у локаціях, де це неможливо зробити, наприклад, використання саше із коагулянтами – флокулянтами **(Б.8)**. У деяких гострих ситуаціях, коли населення вже знає про певний продукт для очищення води в домашніх умовах, його можна включати до пріоритетних наборів непродовольчих товарів на гострому етапі із метою забезпечення якості води, особливо, у випадку груп населення, які розкидані на великій території. Загалом багато із таких систем очищення води в домашніх умовах є також вдалими довгостроковими рішеннями, коли централізоване очищення води є ненадійним та коли можна провести пілотні інтервенції до їхнього масштабування, потенційно із використанням місцевих ринків із цією метою.

Деякі гуманітарні організації у секторі WASH також використовують комплексні системи, які складаються з кількох технологій із вище зазначених функціональних груп, які зазвичай привозяться, відразу ж розгортаються та забезпечують надійне постачання води із джерела до користувача у різних ситуаціях. Ці системи зазвичай використовуються лише на гострому етапі реагування, перш ніж вдасться визначити та встановити довгострокові рішення відповідно до умов або модернізувати існуючі системи.

Важливо зазначити, що не завжди потрібно, щоб вода проходила всі функціональні групи, перш ніж вона дійде до користувача. У деяких системах викидається етап очищення з огляду на високу якість джерела води. Вода також може постачатися із використанням гравітації, щоб уникнути потреби використовувати насоси.

Існують численні фактори, які впливають на початкове рішення щодо того, які технології обирати в умовах надзвичайної ситуації. В реальності потрібен певний досвід для того, щоб обрати підходящі технології для відповідного етапу реагування, і неможливо бути занадто регламентованим у цьому питанні. Наступні кроки дають кілька рекомендацій щодо визначення доречної технології водопостачання для конкретного випадку:

Оцінювання початкової ситуації **(див. Х.1 – Х.4)**, у тому числі визначення та доступність наявних джерел води, із достатньою результативністю, практики, вподобання та попит на воду серед водокористувачів, які будуть обслуговуватися, географічні умови, існуюча інфраструктура та послуги в районі, а також інституційне та регуляторне середовище.

Визначення технологій, які можуть бути доречними для кожної з функціональних груп з огляду на короткий огляд технології **(сторінка 24)** та більш детальний опис із інформаційних брошур про технології **(сторінки 26–175)**. У функціональній групі очищення (О) можуть бути застосовними різні технології залежно від потенційного забруднення наявних водних ресурсів. Можуть вже існувати певні частини системи водопостачання, які можна буде інтегрувати.

Логічне об'єднання технологій для побудови кількох відповідних мереж водопостачання.

Порівняння систем та послідовна зміна окремих технологій з огляду на такі аспекти як пріоритети користувачів/громади, часові рамки, масштаб, вимоги щодо функціонування та обслуговування, економічні обмеження та технічні можливості.

Сценарії надзвичайних ситуацій та криз

Надзвичайні ситуації можуть виникати у різних варіаціях та можуть бути або гострими та обмеженими у часі, або хронічними та затягнутими за своїм характером. Сценарії, які призводять до виникнення надзвичайних ситуацій, можна загалом широко поділити на такі категорії:

Надзвичайні ситуації, спричинені природними або техногенними загрозами: Землетруси, виверження вулканів, зсуви ґрунту, повені, буревії, засухи, надзвичайно високі та низькі температури, епідемії/пандемії (наприклад, холера, вірус Ебола, COVID-19) є природними загрозами, які можуть спричинити гуманітарні катастрофи, що заберуть багато життів та призведуть до економічних збитків і пошкодження навколишнього середовища та інфраструктури. Проте гуманітарні катастрофи трапляються лише там, де населення є вразливим до певної загрози за умови її настання. Населення у світі, яке постійно збільшується в кількості, постійна глобальна урбанізація та зміни у використанні землі можуть ще більше посилити вразливість до природних та техногенних загроз, наприклад, руйнування дамби та хімічні чи ядерні аварії. Такі надзвичайні ситуації часто призводять до погіршення умов навколишнього середовища для здоров'я, особливо щодо доступу до базових послуг із WASH. Такі об'єкти інфраструктури, як школи, дороги, лікарні, об'єкти водопостачання та водовідведення часто зазнають безпосереднього впливу, що зменшує доступ до чистої води, санітарних послуг та відповідної гігієни, наприклад, миття рук, таким чином збільшуючи ризик виникнення захворювань, пов'язаних із водою та санітарією.

Конфлікти: Це стосується соціально спричинених надзвичайних ситуацій, таких як політичні конфлікти, збройні зіткнення та громадянські війни. Багато переміщених осіб (внутрішньо переміщених осіб та/чи біженців) мають розміщуватися у таборах, тимчасових притулках чи приймаючих громадах, де потрібно оперативно гарантувати доступ до чистої води, санітарних умов та предметів гігієни, що зазвичай має забезпечуватися впродовж тривалого періоду часу. Більшість переміщених осіб зазвичай осідають у приймаючих громадах. Це може перевантажити існуючу інфраструктуру з водопостачання (та водовідведення), що ускладнює визначення та підрахунок дійсних потреб і потенційно вимагає модернізації існуючої інфраструктури.

Через динаміку конфлікту та з огляду на те, що переміщення населення може відбуватися (та динамічно змінюватися) протягом тривалого періоду, часто складно спланувати те, як довго мають існувати притулки та відповідна інфраструктура водопостачання. Цей необхідний період функціонування може варіюватися від кількох тижнів чи місяців до кількох років або навіть десятиліть. Більшість таборів для біженців стають все більш довгостроковими (10 років чи навіть більше) та часто перетворюються на постійні міські поселення. Відтак всі технології, запроваджені в такому контексті, потрібно розглядати крізь призму довгострокового існування.

Належне джерело водопостачання – це зазвичай основний критерій для вибору місця розміщення табору чи переміщеного населення. Проте табори для біженців почасту будують у середовищі, де кількість води є обмеженою, тому важливо на ранньому етапі реагування ухвалити рішення про переміщення людей ближче до води або про транспортування води до людей. У багатьох ситуаціях рішення щодо поселень вважаються короткостроковими інтервенціями, оскільки розглядати більш постійні варіанти поселення може бути політично небажаним. Місцеві органи влади можуть бути проти діяльності, яка може вважатися такою, що робить інфраструктуру водопостачання і водовідведення більш постійною або краще розвинутою через страх виникнення довгострокової відповідальності перед переміщеним населенням. Ситуація ще більше ускладнюється, якщо умови в таборі можуть стати кращими ніж умови в місцевих населених пунктах, що може спричинити напругу між місцевим населенням і біженцями. Такі випадки варто розглядати як можливості для покращення послуг із водопостачання як для приймаючої громади, так і для біженців.

Вразливі держави і затягнуті кризи: Вразливі держави та країни з затягнутими кризами стають все більш поширеними. Держави можуть вважатися вразливими, коли вони не хочуть чи не можуть виконувати свої базові функції. Для постраждалого населення безпека може наражатися на ризик, якщо не надаються базові соціальні послуги або якщо вони погано функціонують. Слабкі урядові структури або відсутність відповідальності уряду за забезпечення базових послуг можуть посилювати бідність, нерівність та соціальну недовіру і потенційно можуть перетворитися на гуманітарну катастрофу.

Затягнуті кризові ситуації характеризуються стихійними лихами та/чи конфліктами, які часто повторюються, тривалими продовольчими кризами, погіршенням стану здоров'я людей, погіршенням життєдіяльності та недостатньою інституційною спроможністю для реагування на кризи. У такому середовищі значний відсоток населення є особливо вразливим до ранньої смерті чи захворювань. Надання базових послуг із водопостачання часто ігнорується, та зовнішня підтримка із використанням традиційних урядових каналів може призвести до дуже незадовільного досвіду. За таких умов може бути необхідно дослідити додаткові та альтернативні способи надання послуг, спираючись переважно на неурядових чи субурядових виконавців на відносно децентралізованому рівні. Потрібно обирати такі технології водопостачання, які можуть протидіяти крадіжці (наскільки це можливо) та мають якомога менше зовнішніх ввідних даних (наприклад, пальне чи хімічні сполуки).

Країни з (високим) рівнем ризику, які зазнають впливу стихійних лих і змін клімату: Зміни клімату та висока ймовірність пов'язаних із цим природних загроз становлять величезний виклик для багатьох країн. Ризик того, що природні події стануть стихійним лихом, переважно визначається вразливістю суспільства, чутливістю його екологічних чи соціально-економічних систем та впливом змін клімату як на надзвичайні події, які виникають час від часу (наприклад, сильні дощі, які спричиняють повені або зсуви ґрунту), так і на поступові зміни клімату (наприклад, тимчасове зміщення сезонів дощів). Зміни клімату також погіршують проблемні ситуації у країнах, які вже страждають від стихійних лих. Окрім ймовірно необхідного безпосереднього реагування на надзвичайну ситуацію може також бути потрібно, щоб виконавці з питань розвитку звертали більше уваги на належні профілактичні заходи та дії зі зменшення ризику виникнення надзвичайних ситуацій **(див. X.10).**

Існуюча інфраструктура водопостачання може потребувати змін, чи можливо потрібно буде запровади-

ти більш ефективні та сталі системи водопостачання із метою посилення резильєнтності та надання допомоги громадам із реагуванням на регулярні надзвичайні погодні умови, спричинені змінами клімату (наприклад, підвищення рівня води в районах, схильних до повеней, або більші резервуари для зберігання води, щоб можна було пережити засушливі пори року). Це також може включати заходи із забезпечення готовності, такі як зміцнення потенціалу, накопичення обладнання та розробка ротаційного плану на випадок різкого збільшення навантаження. До того ж системи водопостачання можливо потрібно буде підготувати до надання послуг особам, які стали біженцями внаслідок змін клімату.

Стихійні лиха часто можуть бути поєднанням кількох категорій (наприклад, у вразливих державах чи країнах, які зазнали впливу конфлікту, можуть виникнути природні катастрофи), що ще більше ускладнює цільове реагування (наприклад, робота лише з тими, хто зазнав впливу природної катастрофи, на противагу роботи з тими, хто зазнав впливу більш хронічних станів). До того ж сценарії надзвичайних ситуацій та криз також можна розділяти на стихійні лиха, які розпочинаються неочікувано (наприклад, землетруси чи конфлікти), та стихійні лиха, які розпочинаються повільно (наприклад, засухи, які можуть призвести до тривалої продовольчої кризи, або нестабільні ситуації, які призводять до погіршення послуг із часом). Залежно від виду кризи населення та інфраструктура також можуть зазнавати різного впливу. Тоді як деякі стихійні лиха можуть призвести до масових переміщень населення із наслідками щодо потужних заходів у сфері громадського здоров'я, інші можуть впливати лише на інфраструктуру, що зміщує акцент під час реагування на ремонтні роботи та відповідну модернізацію.

Етапи реагування

Поширеними категоріями, які використовуються для розрізнення етапів реагування, є такі: (1) гострий етап реагування, (2) стабілізація та (3) відновлення. Визначення таких загальних етапів допомагає при плануванні допомоги попри те, що такий розподіл варто вважати теоретичним і спрощеним, оскільки він моделюється після одиничних подій стихійного лиха.

Гострий етап реагування: Цей етап позначає інтервенції із надання гуманітарної допомоги, які впроваджуються відразу ж після настання стихійного лиха, конфлікту, епідемії/пандемії або подальшого погіршення ситуації під час затяжної кризи. Зазвичай він покриває перші години і дні та аж до кількох перших тижнів чи місяців, коли застосовуються ефективні короткострокові заходи для того, щоб швидко покращити надзвичайну ситуацію, допоки не будуть знайдені більш постійні чи тривалі рішення. Початкове (швидке) оцінювання **(див. X.1 – X.4)** потрібне для визначення пріоритетних потреб та для отримання кращого розуміння контекстуальних і технічних аспектів, а також інституційного середовища та виконавців.

Мета інтервенцій на гострому етапі реагування полягає в тому, щоб гарантувати і забезпечити виживання постраждалого населення, керуючись принципами гуманності, нейтральності, неупередженості та незалежності. Також потрібно зважати на те, що під час деяких надзвичайних ситуацій постраждале населення часто є набагато більш вразливим до захворювань через відсутні або неналежні заклади WASH та відсутність можливості дбати про гігієну. Тому необхідні базові послуги, пов'язані з водопостачанням. На цьому етапі включають надання достатніх запасів чистої води для пиття, особистої гігієни та приготування їжі, перш за все, на комунальному рівні та підтримку безпечного середовища, попереджуючи забруднення джерел води. Коли це реалізується, бажаною інтервенцією стає швидке відновлення чи посилення існуючої інфраструктури водопостачання (разом із короткостроковим швидким постачанням води в умовах надзвичайної ситуації за потреби) та надання інструментів і обладнання для забезпечення базових послуг з експлуатації та обслуговування.

Із метою дотримання безпечного і належного доступу всього постраждалого населення до послуг із водопостачання та відповідних послуг відповідальні органи у секторі водопостачання та місцеві служби оперативного реагування мають залучатися від самого початку. Також потрібно забезпечити рівну участь чоловіків, жінок, дітей, а також маргіналізованих та вразливих груп населення до планування, ухвалення рішень та місцевого управління **(див. X.15, X.16)**. Інтервенція на цьому етапі в умовах надзвичайної ситуації зазвичай впроваджується із залученням місцевих ресурсів, оскільки зовнішнім агенціям, які надають допомогу, потрібен час для мобілізації. Проте місцеві ресурси часто неготові до таких подій, що означає, що постраждалим переважно доводиться намагатися впоратися із надзвичайною ситуацією самостійно.

Стабілізація: Етап стабілізації чи переходу зазвичай розпочинається через кілька тижнів/місяців після настання надзвичайної ситуації та може тривати до орієнтовно шести місяців чи довше. Окрім збільшення масштабу покриття послугами, увага зосереджується на поступовому покращенні і модернізації тимчасових структур, які встановлювалися на гострому етапі реагування, або на заміні тимчасових технологій більш ефективними довгостроковими рішеннями. Цей етап включає запровадження структур за підтримки громади із зосередженням особливої уваги на всій системі WASH, поступовому залученні комунальних підприємств із водопостачання, та розгляді заходів із забезпечення безпеки води і управління ризиками **(див. X.7, X.8).**

На цьому етапі потрібно переглянути джерела води та енергії після врахування екологічних факторів та довгострокової стабільності, особливо при використанні підземних вод як основного джерела води або при залежності від транспортування води водовозами. Рішення щодо обладнання для водопостачання мають ґрунтуватися на відповідних технологіях і проєктах, в ідеалі з використанням матеріалів, які доступні локально. Детальне оцінювання необхідне для належного реагування у відповідному місцевому контексті та для збільшення прийняття запланованих інтервенцій в довгостроковій перспективі **(див. X.1 – X.4)**. Особливу увагу слід звертати на такі аспекти, як смак, запах та колір води, що постачається, оскільки вони впливатимуть на прийняття, а також на ті питання, пов'язані з гігієною, які передбачають певні зміни в поведінці **(див. X.16)**. Також потрібно вивчити масштаб використання ринкових підходів **(див. X.17)**.

Як і на гострому етапі реагування ключовим фактором є рівна участь чоловіків, жінок, дітей, а також маргіналізованих і вразливих груп населення у плануванні, ухваленні рішень та місцевому управлінні задля забезпечення того, що у всього постраждалого населення є безпечний і достатній доступ до послуг із водопоста-

чання та що послуги є належними. На етапі стабілізації потрібно попередньо розглянути відповідні заходи із забезпечення резильєнтності та зменшення ризиків стихійного лиха, особливо, якщо є ймовірність того, що трапиться ще одне стихійне лихо **(див. X.10)**.

Відновлення: Етап відновлення, який часом називають етапом реабілітації, має на меті відновити чи покращити ситуацію постраждалого населення, яка існувала до надзвичайної ситуації, шляхом поступової інтеграції принципів розвитку. Цей етап зазвичай розпочинається після чи навіть під час впровадження інтервенцій із надання допомоги (зазвичай після шести місяців) та може вважатися продовженням вже реалізованих заходів із надання допомоги. Загалом він може підготувати підґрунтя для подальших інтервенцій із розвитку та поступової передачі партнерам, які відповідають за середньо- і довгострокову підтримку. Залежно від місцевих потреб загальний графік інтервенцій із відновлення становить зазвичай від шести місяців до трьох років, хоча у випадку складних ситуацій може знадобитися до п'яти років чи навіть більше, наприклад, у районах, які постраждали внаслідок конфлікту.

Інтервенції з відновлення характеризуються активною участю місцевих партнерів та органів влади у плануванні та ухваленні рішень із метою розбудови місцевого потенціалу та забезпечення сталості інтервенцій. На цьому етапі потрібно детальніше розглянути масштаб використання ринкових підходів **(див. X.17)** або запровадження тарифної системи для використання води в довгостроковій перспективі. Інтервенції з відновлення у секторі водопостачання можуть мати різні форми та залежать від місцевих умов, а також актуальних потреб постраждалого населення. Окрім технічного впровадження системи водопостачання такі інтервенції включають значні зусилля із посилення структур і систем із надання послуг WASH та сприяють виникненню ринків водних послуг. У контексті довгострокового існування табору, який може перетворитися на постійне поселення, інтервенції можуть включати модернізацію існуючої інфраструктури водопостачання в умовах надзвичайної ситуації.

Інтервенції з відновлення також включають довгострокову розбудову спроможностей та навчання, у тому числі роботу з відповідними місцевими органами влади та партнерами з розвитку. Також надзвичайно важливими є посилена співпраця з місцевим урядом, комунальними підприємствами, громадянським суспільством, приватним сектором та передача обов'язків. Тому від самого початку необхідна посилена участь залучених зацікавлених сторін у процесах планування та ухвалення рішень. За можливості інтервенції з відновлення мають зважати на те, що реалізовані інвестиції можуть забезпечити підґрунтя для подальшого розширення закладів і послуг WASH. До того ж інтервенції з відновлення можуть включати відповідні заходи із забезпечення резильєнтності та зменшення ризиків стихійного лиха **(див. X.10).** Інтервенції з відновлення мають включати чітку стратегію переходу чи виходу **(див. X.11)**, у тому числі передачу місцевому уряду, громадам чи надавачам послуг із метою забезпечення можливості підтримання створених рівнів надання послуг.

Принципи та стандарти, пов'язані з водопостачанням

Доступ до води є основоположним аспектом забезпечення здоров'я і благополуччя людей та вважається базовим правом людини. Це право дає всім можливість мати доступ до достатньої, безпечної, прийнятної, фізично та економічно доступної води для використання в особистих і побутових цілях. Це право стосується всіх контекстів надзвичайної ситуації незалежно від того, де вона трапляється, та від її масштабу. Задля забезпечення доступу до води в умовах надзвичайної ситуації існують конкретні стандарти та рекомендації стосовно якості та кількості води, які використовуються для спрямування зусиль, націлених на реалізацію цього права на доступ. До таких відносять мінімальні стандарти проєкту «Сфера» для всіх видів та етапів надзвичайних ситуацій, а також конкретні стандарти УВКБ ООН для внутрішньо і міжнародно переміщених осіб, рекомендації ВООЗ стосовно питної води та наявні національні стандарти і рекомендації **(див. X.3)**.

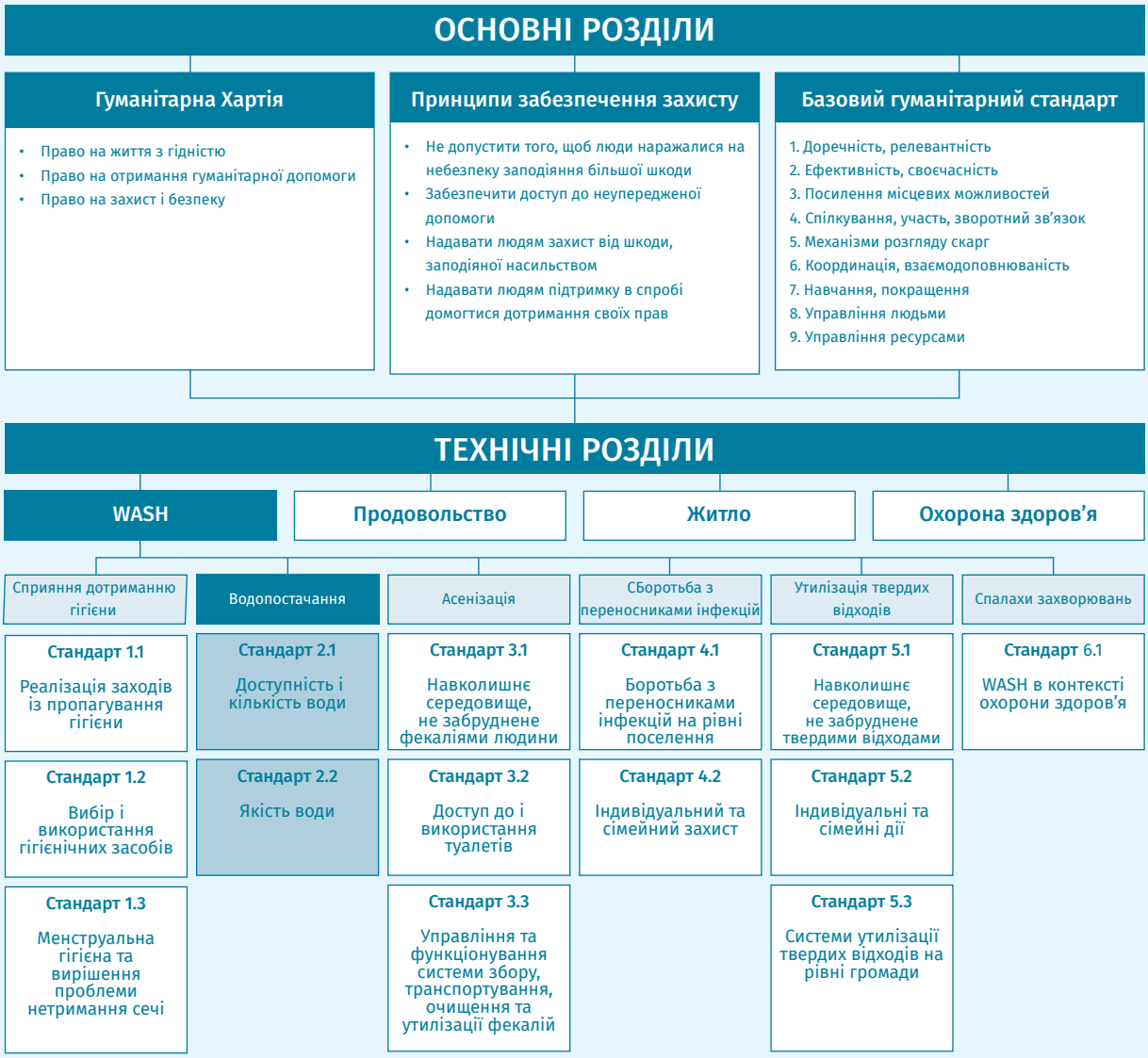
Незалежно від співвідношення між національним потенціалом, ресурсами та міжнародною підтримкою, мобілізованою у відповідь на кризу, всі сторони повинні дотримуватися і виконувати національне регуляторне середовище, у тому числі відповідні національні політики, закони і стандарти. Зовнішні виконавці ймовірно будуть необізнані з місцевими нормативно-правовими нормами муніципального рівня, проте їх потрібно розуміти і дотримуватися **(див. X.3)**. Це особливо важливо під час переходу до довгострокових рішень на етапах стабілізації і відновлення.

Проте національні стандарти щодо води не завжди можна адаптувати до кризової ситуації, тому може бути нереально або недоречно дотримуватися існуючих стандартів. Якщо національні рекомендації на випадок надзвичайної ситуації не є конкретними або не існують, то потрібно використовувати Гуманітарну хартію і мінімальні стандарти при наданні гуманітарної допомоги проєкту «Сфера» (або індикатори та цільові показники УВКБ ООН у контексті роботи з біженцями), які потрібно адаптувати з огляду на контекст, етап реагування та існуючі національні цільові показники. За можливості урядові зацікавлені сторони мають залучатися до обговорення застосування цих стандартів та індикаторів в умовах надзвичайної ситуації.

Проєкт «Сфера»

Проєкт «Сфера» було започатковано в 1997 році із метою розробки міжнародно погоджених та універсальних принципів і стандартів в основних сферах надання гуманітарної допомоги. Маючи концептуальну схему, засновану на правах і орієнтовану на людей, його мета полягає в покращенні якості допомоги, яка надається людям, котрі зазнали впливу надзвичайної ситуації, та у посиленні підзвітності гуманітарної системи під час реагування на надзвичайні події.

Гуманітарна хартія і мінімальні стандарти при наданні гуманітарної допомоги (також відомі як посібник проєкту «Сфера»), що були згодом розроблені у межах проєкту, є результатом спільного досвіду багатьох людей та агенцій. Тому це не відображає погляди якоїсь однієї агенції. Це практичне втілення основного переконання проєкту «Сфера» про те, що всі особи, котрі зазнали впливу конфлікту, мають право на життя із гідністю та право на отримання гуманітарної допомоги. Він складається з основних та технічних розділів **(див. Рисунок 1)**. **Основні розділи** включають Гуманітарну Хартію як фундамент із основними правовими принципами та спільними переконаннями, Принципи забезпечення захисту та Базовий гуманітарний стандарт, який визначає дев'ять зобов'язань, застосовних до всіх гуманітарних виконавців. **Технічні розділи** окреслюють пріоритетні завдання реагування у чотирьох ключових необхідних для життя секторах: водопостачання, санзабезпечення і сприяння дотриманню гігієни (WASH), продовольча безпека і харчування, забезпечення тимчасовим житлом та організація розміщення і охорона здоров'я.



Структура всіх технічних стандартів

Стандарт: Універсальний, загальний і якісний, стан, якого потрібно досягнути

Ключові дії: Практичні кроки задля досягнення стандарту

Ключові індикатори: Показники для вимірювання прогресу та визначення того, чи стандарт було досягнуто

Інструкції: Додаткова інформація про те, як розглядати контекст та операційні вимоги

Рисунок 1:
Огляд проєкту «Сфера» та Технічного розділу про WASH (адаптовано з посібника проєкту «Сфера» 2018 року)

У технічних розділах стандарти визначають стан, який потрібно досягнути, та описують гуманітарне реагування, необхідне для виживання людей та відновлення їхнього життя і життєдіяльності у спосіб, який поважає їхню думку та забезпечує їхню гідність. Ці стандарти є універсальними, загальними та якісними. Ключові дії окреслюють практичні кроки задля досягнення стандарту, хоча вони вважаються пропозиціями, які не можуть застосовуватися у всіх контекстах. Надані індикатори позначають, чи стандарти досягнуто, і забезпечують можливість порівнювати результати програми впродовж строку реагування. Мінімальні кількісні вимоги – це найнижчий прийнятний рівень результату, та вони включені лише тоді, коли є консенсус у секторі. Інструкції надають додаткову інформацію про те, як прив'язати стандарти до принципів і як розглядати контекстуальні та операційні вимоги.

Розділ про WASH із видання посібника проєкту «Сфера» 2018 року складається з шести основних сфер (або підрозділів) та загалом містить 14 мінімальних стандартів **(див. Рисунок 1).** У підрозділі про водопостачання представлено два стандарти:

Стандарт 2.1 щодо водопостачання із посібника проєкту «Сфера»: Доступність і кількість води

Мінімальний стандарт: Люди мають рівний та економічно посильний доступ до достатньої кількості безпечної води для задоволення своїх потреб у питті та домашньому використанні.

Ключові дії:

- Визначити найбільш підходяще джерело підземних вод або поверхневих вод з урахуванням сезонних змін у водопостачанні та попиті і механізми отримання доступу до води для пиття, домашніх і побутових потреб
- Визначити, скільки потрібно води та які системи необхідні для її постачання, у тому числі інформація про місця доступу до води для уможливлення безпечного та рівного доступу для всіх членів громади і для запровадження систем обслуговування із чітким визначенням обов'язків. Системи також мають запроваджуватися у ході консультацій із громадою та зацікавленими сторонами з огляду на попередні та поточні структури управління сектором водопостачання.
- Забезпечити належну систему дренування на рівні домогосподарств та комунальних закладів, у місцях для миття та приготування їжі, а також у місцях для миття рук. На це потрібно зважати вже на етапі проєктування і спостерігати за цим під час розподілу води. Потенційний екологічний вплив обраних джерел води також потрібно враховувати разом із можливостями для повторного використання води (наприклад, овочеві насадження, виготовлення цегли чи зрошування).

Ключові індикатори:

- Середній обсяг споживання води для пиття та домашньої гігієни на одне домогосподарство
  - Мінімум 15 літрів на людину на день
  - Визначити кількість з огляду на ситуацію та етап реагування
- Максимальна кількість людей, які використовують установи водопостачання
  - 250 людей на кран (з огляду на швидкість потоку в 7,5 літрів на хвилину)
  - 500 людей на ручний насос (з огляду на швидкість потоку в 17 літрів на хвилину)
  - 400 людей на відкриту криницю (з огляду на швидкість потоку в 12,5 літрів на хвилину)
  - 100 людей на одну установу для прання
  - 50 людей на одне місце для миття
- Відсоток доходу домогосподарства, який використовується для придбання води для пиття та домашньої гігієни
  - Цільовий показник – 5% чи менше
- Відсоток цільових домогосподарств, які знають де та коли вони знову отримають свою воду
- Відстань від будь-якого домогосподарства до найближчого пункту водопостачання
  - < 500 метрів
- Час очікування у черзі біля джерела води
  - < 30 хвилин
- Відсоток комунальних пунктів водопостачання, вільних від стоячої води
- Відсоток систем/установ водопостачання, які мають запроваджену функціональну та підзвітну систему управління

Стандарт 2.2 щодо водопостачання із посібника проєкту «Сфера»: Якість води

Мінімальний стандарт: Вода є приємною на смак та характеризується достатньою якістю для пиття і приготування їжі, а також для особистої та домашньої гігієни і не становить ризику для здоров'я.

Ключові дії:

- Визначити ризики для громадського здоров'я, пов'язані з доступною водою, а також найбільш доречний спосіб їх зменшення, у тому числі захист джерел води та регулярне оновлення санітарних опитувань біля джерела та пунктів водопостачання.
- Визначити найбільш доречний метод надання безпечної питної води у пункті споживання чи використання, у тому числі масове очищення та розповсюдження води разом із безпечним збором та зберіганням на рівні домогосподарств або очищення і безпечне зберігання води на рівні домогосподарств.
- Мінімізувати забруднення води після її постачання у місці споживання чи використання, у тому числі обладнання домогосподарств безпечними контейнерами для збору і зберігання питної води, а також способами безпечного отримання питної води. Цей крок також передбачає вимірювання параметрів якості води із зосередженням особливої уваги на залишковому вільному хлорі, коліформних одиницях і каламутності у місці постачання та місці споживання чи використання.

Ключові індикатори:

- Відсоток постраждалих осіб, які збирають питну воду із захищених джерел води
- Відсоток домогосподарств, які, як спостерігається, завжди зберігають воду безпечно у чистих і закритих контейнерах
- Відсоток тестувань якості води, які відповідають мінімальним стандартам якості води
  - › < 10 коліформних одиниць на 100 мл у місці постачання (нехлорована вода)
  - › ≥ 0,2 – 0,5 мг на літр залишкового вільного хлору у місці постачання (хлорована вода)
  - › Каламутність на рівні < 5 нефелометричних одиниць каламутності

→ **Додаткові джерела, пов'язані з розділом про Принципи і стандарти, доступні на сторінці 212**

Водний цикл та водні ресурси

Вода є життєво важливою для всіх живих організмів на Землі. Необхідне попереднє базове розуміння водного циклу задля забезпечення того, що у всіх людей є однаковий доступ до води в достатній кількості, безпечної якості та фізично прийнятної відповідно до національних чи інших застосовних стандартів, таких як стандарти проєкту «Сфера». Знання про різні процеси, джерела та накопичувачі у водному циклі або гідросфері сприяють оцінюванню, проєктуванню, плануванню, впровадженню та моніторингу інтервенцій із водопостачання, які залишаються у межах, встановлених доступними природними ресурсами та тим, як вони відповідно наражаються на ризики. Водний цикл, зображений на **Рисунку 2**, описує постійний рух води над, на і під поверхнею Землі між різними резервуарами з водою в її різних станах, які включають водну пару в хмарах; опади, наприклад, дощ чи сніг; поверхневі стоки у струмках, річках, озерах та океані; і потік підземних вод в межах водоносних горизонтів, які підтримують існування джерел, струмків, річок та озер. Процес, який лежить в основі цього, включає випаровування, транспірацію, опади, просочування, просочування підземних вод у поверхневі потоки за умови недостатньої кількості поверхневих вод, поверхневі потоки та поверхневі стоки.

Кількість наявної у світі води є обмеженою, та загальний баланс загалом описують як «притік – відтік = зміни в обсязі, який зберігається», при цьому лише 2,5% глобальних запасів води складаються з прісної води, тоді як решта – це солона вода, переважно, морська вода. Дві третіх (68,7%) доступної прісної води знаходяться у льодовиках та льодовикових шапках, тоді як решта – це підземні води (30,1%) та поверхневі води (1,2%).

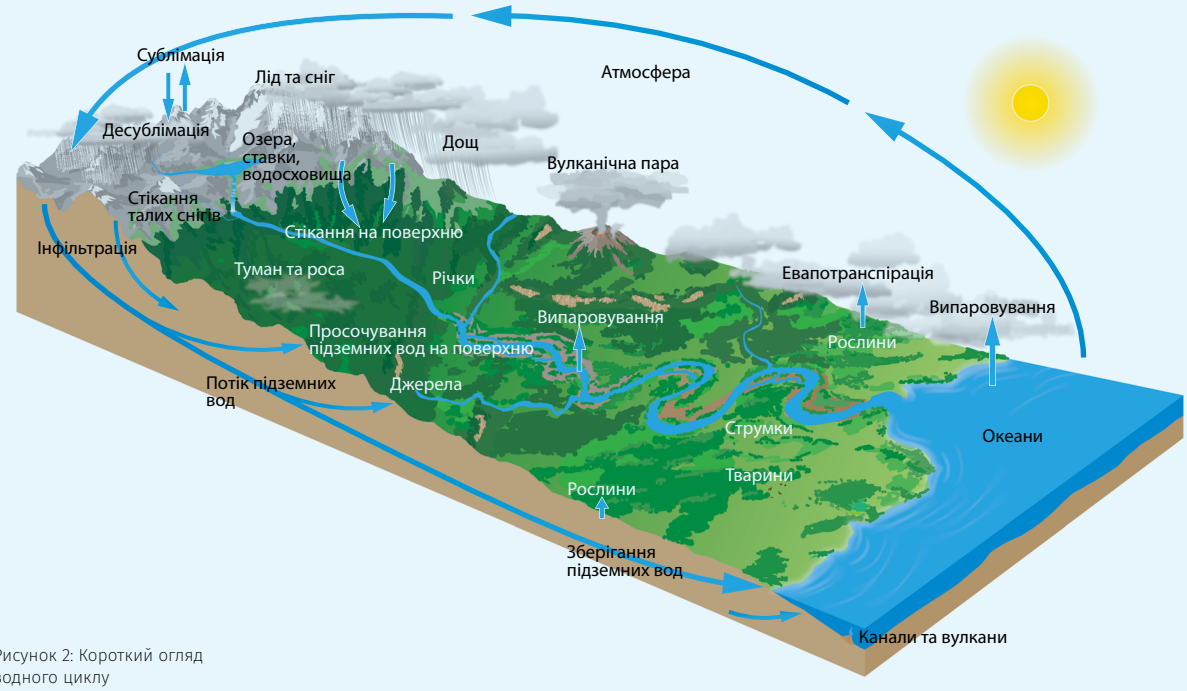


Рисунок 2: Короткий огляд водного циклу

До початку експлуатації будь-якого джерела води потрібно провести швидке оцінювання **(див. X.1 – 4)**, особливо, у випадку швидкого настання надзвичайної ситуації. Таке оцінювання включає: структуровані польові спостереження для визначення доступу до постраждалого населення; польове картування джерел води стосовно кількості та якості доступної води; та інтерв'ю з ключовими зацікавленими сторонами, у тому числі відповідними органами влади, постраждалими особами та особами, які не зазнали впливу. Проведення швидкого оцінювання гідрологічного та гідрогеологічного середовища (на поверхні та під поверхнею) на ранньому етапі допоможе із плануванням та проєктуванням безпечної інфраструктури, особливо, якщо повінь було визначено як загрозу. На гострому етапі реагування поверхневі води можуть стати вибором номер один, оскільки ключовим моментом є швидкий доступ до води. Цього достатньо, навіть якщо вода буде гіршої якості, оскільки за замовчуванням підхід полягає у хлоруванні незалежно від джерела води із метою попередження спалахів будь-яких захворювань.

Відомості про сезонні погодні умови та потік води в результаті їхніх змін, а також про тенденції у поширенні є надзвичайно важливими. Постраждале населення, яке переселяється до паводкового русла, наприклад, може потенційно отримати доступ і до річкової води, і до поверхневих водних горизонтів, проте буде наражатися на ризик повені, якщо використовуються вигрібні ями в умовах надзвичайної ситуації, через можливі горизонти підземних вод, які знаходяться близько до поверхні. Для більш складніших надзвичайних ситуацій, особливо на гострому етапі, використання досліджень за участі безпілотних апаратів та/або краудсорсингового кризового картування може стати дуже корисним, особливо за наявності доступу до даних дистанційного вимірювання. Такий вид даних можна легко використовувати на хмарних платформах, наприклад, Google Earth Engine, проте вони переважно використовуються на наступних етапах надзвичайної ситуації під час проведення детального міжвідомчого оцінювання за підтримки фахівців. Протягом середньо- і довгострокових етапів гуманітарної кризи наявність джерела води включно з якістю варто оцінити повторно.

Трьома основними джерелами води, доступ до яких отримують в умовах надзвичайної ситуації, є дощові води, поверхневі води (струмки, річки, водосховища та озера) і підземні води. Забезпечення розробки безпечних, справедливих та сталих джерел води, особливо в довгостроковій перспективі, вимагає технічні експертні знання гідрологів, інженерів у сфері водопостачання та громадського здоров'я і гідрогеологів разом із особами, відповідальними за розробку політики, та регуляторів. Якщо економічно раціональні сталі варіанти очищення поверхневих вод недоступні, то в такому випадку зазвичай можна використовувати підземні води, використовуючи джерела, викопані вручну криниці або бурові та захищені свердловини. Задля гарантування найбезпечнішого доступного місця для постраждалих громад до найкраще розташованих свердловин, де потрібні моторизовані насоси, вже існують такі підходи, як Швидке картування потенційних підземних вод (RGWPM). Такі методи використовують відкриті дані (цифрові моделі підвищення земної поверхні, геоморфологія, місцева та регіональна геологія, дощові води та евапотранспірація) разом із наявними місцевими відомостями та можливостями. У випадку довгострокової надзвичайної ситуації або затягнутої кризи важливо мати інформацію про інституційне середовище (національні політики, регулятори, стандарти і надавачі послуг у сфері водопостачання) у місцевих басейнах великих водойм. Основне завданням в цьому випадку – сприяти трансформаційним змінам і переходу від вразливого становища щодо води до резильєнтності.

→ **Додаткові джерела, пов'язані з розділом про Водний цикл та водні ресурси, доступні на сторінці 212**

Ключові критерії для ухвалення рішень

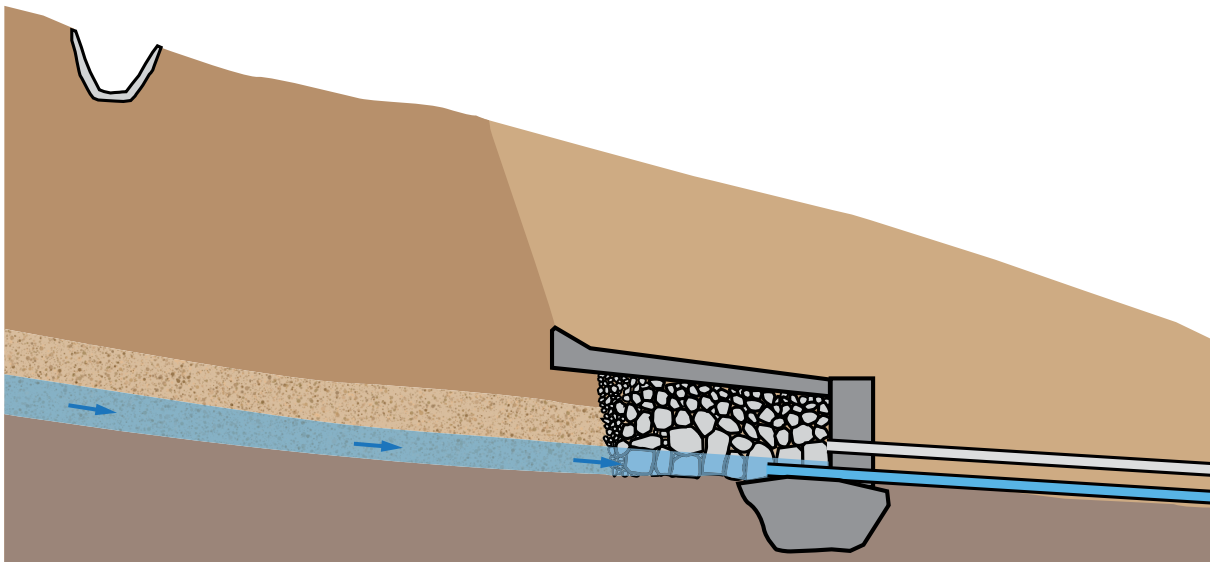
Вибір найбільш доречної технології (технологій) водопостачання для конкретної ситуації – це складне завдання, для виконання якого потрібні технічні та аналітичні навички. Вибір має ґрунтуватися на оцінюванні, яке передбачає великий обсяг даних, зібраних у ході проведення досліджень на місцях **(див. X.1 – X.4)**.

Ключові критерії для ухвалення рішень **(див. Рисунок 3 нижче та детальний опис на наступних сторінках)** спрямовані на те, щоб надати читачам посібника загальні рекомендації щодо процесу технічного відбору та загального проєктування системи водопостачання. Критерії для ухвалення рішень згадуються у кожній інформаційній брошурі про технології.

Рисунок 3: Загальна структура інформаційної брошури про технологію

Назва технології

Етап реагування ❶	**Рівень застосування** ❷	**Рівень управління** ❸	**Завдання/Ключові риси** ❹
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶ Суспільний/ державний	Підземні води з природним потоком, без потреби використовувати насоси, загалом висока якість води
Наявність на місцевому рівні ❺	**Технічна складність** ❻	**Рівень готовності** ❼	
✶✶✶ Висока	✶✶ Середня	✶✶✶ Висока	



Опис технології

- ❽ Проєктні міркування
- ❾ Матеріали
- ❿ Придатність
- ⓫ Експлуатація та обслуговування
- ⓬ Здоров'я та безпека
- ⓭ Витрати
- ⓮ Соціальні та екологічні аспекти
- ⓯ Сильні та слабкі сторони
- ⓰ Використані та додаткові джерела інформації

❶ Етап реагування

Цей розділ окреслює етап реагування, для якого технології є доречними (за умови, що вони будуть будуватися з нуля). Їх доречність характеризується трьома етапами реагування (детально описаними на **сторінці 13**):

- **Гострий етап реагування**
- **Стабілізація**
- **Відновлення**

Зазначення того, чи технологія підходить для певного етапу реагування, відбувається з використанням зірочок (**дві зірочки**: підходить, **одна зірочка**: не дуже підходить, **жодної зірочки**: не підходить). Рішення щодо доречності ухвалюється на основі порівняння різних технологій, зокрема, з огляду на застосовність, швидкість впровадження та матеріальні вимоги. Саме читачам посібника ухвалювати рішення щодо етапу реагування в їхній конкретній ситуації.

❷ Рівень застосування

Рівень застосування описує різні просторові рівні та масштаб, для яких технологія є найбільш доречною. Він ділиться на такі підрівні:

- **Домогосподарство** (одна установка, яка обслуговує від одного до кількох окремих домогосподарств)
- **Район** (одна установка, яка обслуговує від кількох до кількох сотень домогосподарств)
- **Місто** (одна установка, яка обслуговує весь населений пункт, табір чи район)

Зазначення того, чи технологія підходить на конкретному просторовому рівні, відбувається з використанням зірочок (**дві зірочки**: підходить, **одна зірочка**: не дуже підходить, **жодної зірочки**: не підходить). Саме читачам посібника ухвалювати рішення щодо рівня застосування в їхній конкретній ситуації.

❸ Рівень управління

Рівень управління окреслює те, на кому лежить основна відповідальність за експлуатацію та обслуговування конкретної технології:

- **Домогосподарство:** окреме домогосподарство може виконувати всі завдання, пов'язані з експлуатацією та обслуговуванням
- **Спільний:** група користувачів визначає особу чи комітет, відповідальний за експлуатацію та обслуговування від імені всіх користувачів
- **Суспільний/державний:** уряд, інституція чи приватна установа, де об'єкт, відповідальний за управління установкою, бере всю відповідальність за експлуатацію та обслуговування

Зазначення доречності кожного з рівнів управління відбувається з використанням зірочок (дві зірочки: підходить, одна зірочка: не дуже підходить, жодної зірочки: не підходить).

❹ Завдання/Ключові риси

У цьому розділі дається чітке зазначення основних рис і функцій конкретних технологій. Він також дає загальні рекомендації щодо проведення безпосереднього оцінювання і класифікації технологій та їх доречності для передбаченого застосування чи контексту.

❺ Наявність технології чи компонентів на місцевому рівні

У цьому розділі зазначено, якою мірою ймовірно можна отримати доступ до технології та її компонентів/матеріалів на місцевому рівні та чи їх потрібно завозити ззовні. Зазначення наявності відповідної технології на місцевому рівні відбувається з використанням зірочок (**три зірочки:** висока наявність, **дві зірочки:** помірна наявність, **одна зірочка:** низька наявність або відсутня). Висока наявність на місцевому рівні означає, що технологію чи її компоненти можна легко отримати всередині країни. Помірна наявність на місцевому рівні означає, що деякі матеріали чи компоненти можна легко отримати, проте деякі компоненти може бути складніше знайти. Низька наявність на місцевому рівні означає, що більшість чи всі компоненти технології потрібно замовляти ззовні, та ймовірно вони не будуть доступними всередині країни.

❻ Технічна складність

У цьому розділі представлений огляд технічної складності кожної з технологій, що означає рівень технічних експертних знань, необхідних для впровадження, функціонування, обслуговування та підтримки даної технології. Це може допомогти із плануванням у випадках, коли навички і можливості обмежені або тимчасово недоступні. Зазначення технічної складності відповідної технології відбувається з використанням зірочок (**три зірочки:** висока складність, **дві зірочки:** помірна складність, **одна зірочка:** низька складність). Низька технічна складність означає, що для впровадження, функціонування і підтримки чи ремонту технології потрібні лише мінімальні технічні навички і прості інструменти, що можуть робити непрофесіонали та ремісники. ССередня технічна складність означає, що для впровадження, експлуатації та обслуговування, або для ремонту необхідні певні навички та інструменти. У цьому випадку для проєктування, експлуатації та обслуговування необхідні вправні ремісники або інженери. Висока технічна складність означає, що для впровадження, експлуатації та обслуговування технології у сталий спосіб потрібен досвідчений фахівець, наприклад, кваліфікований інженер. Поділ на категорії ґрунтується на порівняльному підході до різних технологій та не розглядається в абсолютних величинах.

❼ Рівень готовності

У цьому розділі представлений огляд рівня готовності кожної з технологій із зазначенням того, чи була технологія перевірена і протестована на різних етапах реагування та чи була технологія запроваджена впродовж достатнього періоду часу для того, щоб можна було говорити про наявність необхідного досвіду щодо її впровадження, використання, експлуатації та обслуговування. Зазначення рівня готовності відповідної техно-

логії відбувається з використанням зірочок (**три зірочки:** висока готовність, **дві зірочки:** помірна готовність, **одна зірочка:** низька готовність).

❽ Проєктні міркування

У цьому розділі описуються загальні та ключові проєктні міркування, у тому числі загальний розмір та вимоги щодо простору. Цей розділ не описує детальні параметри проєкту для повноцінного будівництва технології, а натомість дає загальне уявлення про аспекти, на які потрібно зважати, а також про основні потенційні недоліки, про які потрібно пам'ятати у процесі проєктування технології. Цей розділ допомагає читачам посібника зрозуміти технічний проєкт та складність відповідної технології.

❾ Матеріали

У цьому розділі перелічені різні матеріали та обладнання, необхідні для будівництва, експлуатації та обслуговування відповідної технології. Він зазначає, чи ймовірно будуть матеріали доступні на місцевому рівні та чи їх можна буде отримати (наприклад, деревина та цегла) або ж чи матеріали потрібно буде імпортувати, чи вони вимагають особливого виробництва, що значно затягне процес впровадження в умовах надзвичайної ситуації. Розділ про матеріали також зазначає, чи технологію може бути виготовлено заздалегідь як вже готову цілу одиницю із метою пришвидшення процесу впровадження.

❿ Придатність

Придатність описує контекст, в якому технологія є найбільш доречною. Цей розділ зазначає придатність технології з огляду на вид середовища із розрізненням між сільськими і міськими та короткостроковими і довгостроковими поселеннями. Він описує етапи реагування, на яких можна впроваджувати технологію, і потенціал щодо відтворення, масштабування та швидкості її впровадження. Інші фізичні аспекти щодо застосування технології також перелічені в цьому розділі, включаючи необхідні умови стосовно ґрунту, наявності води та врахування горизонтів підземних вод (у тому числі види та характеристики водних горизонтів). У цьому розділі також міститься інформація про резильєнтність (здатність вистояти у разі майбутніх стихійних лих) технології та її схильність підпадати під дію змін клімату, а також потенціал щодо модернізації та/або розширення вже існуючих об'єктів.

⓫ Експлуатація та обслуговування

Кожна з технологій потребує експлуатації та обслуговування, особливо якщо вона використовується впродовж тривалого періоду часу. Тому під час початкового планування потрібно зважати на це, особливо з огляду на те, що багато технологій не працюють через відсутність належної експлуатації та обслуговування. У цьому розділі перелічені основні операційні завдання, які потрібно враховувати, та обслуговування, необхідне для гарантування довгострокового функціонування. Цей розділ розрізняє окремі навички щодо експлуатації та обслуговування та окреслює частоту, з якою потрібно виконувати завдання щодо обслуговування, а також період часу, необхідний для запуску та обслуговування технології. У цьому розділі також поданий список потенційних зловживань та недоліків, про які варто пам'ятати.

⓬ Здоров'я та безпека

Більшість технологій із водопостачання пов'язані з роздумами щодо здоров'я і безпеки. Міркування чи ризики щодо здоров'я, описані в цьому розділі, потрібно враховувати під час планування із метою зменшення негативного впливу для здоров'я у місцевій громаді та серед персоналу. У цьому розділі також описуються загальні процедури управління ризиками, які потенційно можуть виключити технологію із використання, якщо не можливо гарантувати безпеку. Коли це доречно, перелічується особисте захисне обладнання, необхідне для того, щоб гарантувати особисту безпеку. Цей розділ також надає інформацію про потенціал технології щодо зменшення вмісту патогенів у воді (показники логарифмічного зменшення).

⓭ Витрати

Із кожною технологією пов'язані витрати на будівництво, експлуатацію, обслуговування і управління, у тому числі отримані в результаті витрати на інші технології у ланцюзі водопостачання. Оскільки витрати варіюються залежно від географічного розташування і не можуть бути описані в абсолютних величинах, у цьому розділі представлені основні елементи витрат, пов'язані з технологією, та за можливості діапазон цін, що дозволяє підрахувати початкову орієнтовну вартість. Попри те, що часто на початку надзвичайної ситуації є гроші на капітальні інвестиції (CAPEX), із часом така наявність суттєво зменшується. Тому при відборі технологій потрібно зважати на те, як досягнути найнижчих можливих операційних витрат (OPEX) для довгострокових рішень (>6 місяців) та/або запровадити послуги, які будуть продовжувати функціонувати після гострого етапу реагування, наприклад, шляхом запровадження заходів із відшкодування витрат або посилення місцевих управлінських можливостей.

⓮ Соціальні та екологічні міркування

Соціальні міркування є важливими при ухваленні рішення щодо конкретних технологій водопостачання, особливо на рівні користувачів. Існують потенційні культурні табу, вподобання користувачів та звички, а також місцеві фактори, які може бути складно, неможливо або недоречно змінювати. Технологія водопостачання (а також вода, яку вона постачає) має бути прийнятою/прийнятною для користувачів та персоналу, який експлуатує та обслуговує її. Екологічні міркування включають вплив запропонованої до вибору технології на місцеве навколишнє середовище, викиди парникових газів загалом та її потенціал щодо погіршення чи пом'якшення впливу змін клімату.

⓯ Сильні та слабкі сторони

Цей розділ стисло окреслює основні сильні та слабкі сторони і таким чином допомагає у процесі ухвалення рішень. Слабкі сторони технології можуть вказувати на те, що існуючий критерій щодо виключення робить технологію непридатною для певного контексту. Як сильні, так і слабкі сторони можуть ефективно ставати інформативним наповненням для рішень користувачів і всіх осіб, залучених до планування і впровадження системи водопостачання.

⓰ Використані та додаткові джерела інформації

Цей розділ дає користувачам посилання на певні сторінки детального списку бібліографії, представленої в додатку посібника. Бібліографія – це підбірка найбільш доречних публікацій про водопостачання, відсортованих за розділами, разом із коротким описом кожної вказаної публікації. Користувачі можуть користуватися списком публікацій для пошуку відповідної додаткової інформації (наприклад, рекомендації щодо проєктування, дослідження, практичні приклади) про конкретні технології.

Короткий огляд технологій

Загальний огляд технології

Цей огляд **(сторінка 24)** підсумовує всі технології водопостачання, представлені в цьому посібнику. Технології розподілені згідно з відповідною визначеною функціональною групою. До того ж ця сторінка з коротким оглядом окреслює всі додаткові технології, застосовні в гострих сценаріях, залежно від вже існуючої інфраструктури, яку можна швидко модернізувати.

Технології водопостачання на різних етапах реагування

Цей огляд **(сторінка 25)** окреслює, які технології підходять для гострого етапу реагування (перші дні та тижні) та які технології є більш доречними для довгострокових інтервенцій на етапах стабілізації та відновлення. Можуть існувати додаткові технології в гострих сценаріях залежно від вже існуючої інфраструктури, яка може бути швидко відновлена.

ЧАСТИНА 1
Короткий огляд технологій

Загальний огляд технологій (у тому числі наскрізні питання)

Джерело

Джерело води

- Д.1 Дощові води
- Д.2 Річки та струмки
- Д.3 Ставки, озера та водосховища
- Д.4 Солонувата вода та морська вода
- Д.5 Підземні води
- Д.6 Джерельна вода

Джерело енергії

- Д.7 Гравітація
- Д.8 Системи з ручним приводом
- Д.9 Вітряна енергетична система
- Д.10 Сонячна енергетична система
- Д.11 Енергетична система на основі електропостачання
- Д.12 Енергетична система на основі дизелю та бензину

Збір

- 3.1 Збір дощових вод: збір на підвищеній поверхні
- 3.2 Збір дощових вод: збір на поверхні
- 3.3 Збір річкових та озерних вод
- 3.4 Збір джерельної води
- 3.5 Дамба для підземних вод
- 3.6 Фільтрація на березі річки
- 3.7 Захищена глибока криниця
- 3.8 Захищена свердловина
- 3.9 Забір морських вод

Видобуток

- В.1 Гідравлічний плунжерний (імпульсний) насос
- В.2 Поршнево-плунжерний всмоктувально-піднімний насос
- В.3 Насос прямої дії
- В.4 Поршневий насос для глибокої свердловини (глибококолодязний)
- В.5 Шнековий насос для глибокої свердловини
- В.6 Мембранний насос
- В.7 Канатний насос
- В.8 Динамічний лопатевий радіальний проточний насос
- В.9 Динамічний осьовий насос
- В.10 Насосна станція

Очищення

Попереднє очищення

- О.1 Чорнова фільтрація
- О.2 Швидка фільтрація
- О.3 Мікрофільтрація
- О.4 Коагуляція і седиментація
- О.5 Коагуляція і швидка фільтрація

Очищення (мікробіологічні забрудники)

- О.6 Хлорування
- О.7 Електрохлорування
- О.8 Ультрафіолетове (УФ) опромінення
- О.9 Повільна піщана фільтрація
- О.10 Ультрафільтрація
  Очищення (хімічні забрудники)

Очищення (хімічні забрудники)

- О.11 Технології видалення фтору
- О.12 Технології видалення миш'яку
- О.13 Гранульоване активоване вугілля
- О.14 Озонування
- О.15 Нанофільтрація/зворотний осмос

Транспортування/розповсюдження

- Т.1 Побутова ємність для води
- Т.2 Возик продавця води
- Т.3 Водовози
- Т.4 Кіоск із продажу води
- Т.5 Резервуар для зберігання води (який можна транспортувати)
- Т.6 Резервуар для зберігання води (довгостроковий збудований на місці)
- Т.7 Громадська мережа водопостачання
- Т.8 Великомасштабна мережа водопостачання

Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання

- Б.1 Безпечне зберігання води
- Б.2 Місце для миття рук

Очищення води на рівні домогосподарства

- Б.3 Керамічна фільтрація
- Б.4 Мембранна фільтрація
- Б.5 Біологічна повільна піщана фільтрація
- Б.6 Хлорування в побутових умовах
- Б.7 Хлорування в точках наповнення
- Б.8 Коагуляція, седиментація та хлорування
- Б.9 Кип'ятіння
- Б.10 Пастеризація
- Б.11 Ультрафіолетова лампа
- Б.12 Сонячна дезінфекція
- Б.13 Фільтр для видалення фтору
- Б.14 Фільтр для видалення миш'яку

Загальні питання

Початкова ситуація

- Х.1 Оцінювання
- Х.2 Умови в певному районі та стосовно певної ситуації
- Х.3 Інституційний/регуляторний контекст та координування
- Х.4 Залучення громади та підзвітність

Моніторинг та контроль якості

- Х.5 Моніторинг
- Х.6 Моніторинг підземних вод
- Х.7 Моніторинг якості води
- Х.8 Безпека води та управління ризиками
- Х.9 Потік даних, інформаційні та комунікаційні технології

Концептуальні питання

- Х.10 Резильєнтність, готовність та зменшення ризиків стихійного лиха
- Х.11 Стратегія виходу та передачі
- Х.12 Вода для використання в різних цілях та повторне використання води
- Х.13 Водопостачання в місті в умовах затяжної кризи
- Х.14 Профілактика холери та управління епідемією

Проєктування та соціальні аспекти

- Х.15 Інклюзивне та справедливе проєктування
- Х.16 Просування гігієни та робота з постраждалими громадами
- Х.17 Ринкове програмування

Технології водопостачання на різних етапах реагування

	Джерело	Збір	Видобуток	Очищення	Транспортування/ розповсюдження	Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання
Підходять вже на гострому етапі реагування (та потенційно на інших етапах реагування)	**Джерело води** Д.1 Дощові води Д.2 Річки та струмки Д.3 Ставки, озера та водосховища Д.4 Солонувата вода та морська вода Д.5 Підземні води Д.6 Джерельна вода **Джерело води** Д.7 Гравітація Д.8 Системи з ручним приводом Д.10 Сонячна енергетична система Д.11 Енергетична система на основі електропостачання Д.12 Енергетична система на основі дизелю та бензину	З.1 Збір дощових вод: збір на підвищеній поверхні З.2 Збір дощових вод: збір на поверхні З.3 Збір річкових та озерних вод З.4 Збір джерельної води З.6 Фільтрація на березі річки З.7 Захищена глибока криниця З.8 Захищена свердловина	В.1 Гідравлічний плунжерний (імпульсний) насос В.5 Шнековий насос для глибокої свердловини В.8 Динамічний лопатевий радіальний проточний насос В.10 Насосна станція	**Попереднє очищення** О.1 Чорнова фільтрація О.2 Швидка фільтрація О.3 Мікрофільтрація О.4 Коагуляція і седиментація О.5 Коагуляція і швидка фільтрація **Очищення (мікробіологічні забрудники)** О.6 Хлорування О.7 Електрохлорування О.8 Ультрафіолетове (УФ) опромінення О.10 Ультрафільтрація Очищення (хімічні забрудники) **Очищення (хімічні забрудники)** О.13 Гранульоване активоване вугілля О.15 Нанофільтрація/зворотний осмос	Т.1 Побутова ємність для води Т.2 Возик продавця води Т.3 Водовози Т.4 Кіоск із продажу води Т.5 Резервуар для зберігання води (який можна транспортувати) Т.6 Резервуар для зберігання води (довгостроковий збудований на місці) Т.7 Громадська мережа водопостачання	Б.1 Безпечне зберігання води Б.2 Місце для миття рук **Очищення води на рівні домогосподарства** Б.3 Керамічна фільтрація Б.4 Мембранна фільтрація Б.6 Хлорування в побутових умовах Б.7 Хлорування в точках наповнення Б.8 Коагуляція, седиментація та хлорування Б.9 Кип'ятіння Б.12 Сонячна дезінфекція
Підходять на етапах стабілізації та відновлення	**Джерело енергії** Д.9 Вітряна енергетична система	З.5 Дамба для підземних вод З.9 Забір морських вод	В.2 Поршнево-плунжерний всмоктувально-піднімний насос В.3 Насос прямої дії В.4 Поршневий насос для глибокої свердловини (глибококолодязний) В.6 Мембранний насос В.7 Канатний насос В.9 Динамічний осьовий насос	**Очищення (мікробіологічні забрудники)** О.9 Повільна піщана фільтрація **Очищення (хімічні забрудники)** О.11 Технології видалення фтору О.12 Технології видалення миш'яку О.14 Озонування	Т.8 Великомасштабна мережа водопостачання	Б.5 Біологічна повільна піщана фільтрація Б.10 Пастеризація Б.11 Ультрафіолетова лампа Б.13 Фільтр для видалення фтору Б.14 Фільтр для видалення миш'яку

Залежно від контексту технології також можуть бути застосовні на інших етапах реагування

Джерела води

Для запровадження системи водопостачання має бути наявний ресурс (ресурси), здатний надати достатню кількість води для забезпечення потреб цільового населення. Системи водопостачання ґрунтуються на ресурсах підземних вод (Д.5), поверхневих вод (Д.2, Д.3, Д.4) або обох ресурсів (Д.6). Якщо є достатньо дощових вод, то їх (Д.1) також можна вважати додатковим водним ресурсом. Подальше проєктування необхідної системи очищення води і водопостачання визначається кількістю і якістю води із джерела. Залежно від походження, водні ресурси можуть містити розчинені і тверді частинки та гази, які походять від взаємодії з атмосферою, мінералами в камінні, природними органічними речовинами та макро- і мікроорганізмами. Людська діяльність також впливає на якість водних ресурсів.

Універсальне правило для відбору джерела води із точки зору якості води полягає в тому, що там, де є вибір, перевага віддається підземним водам або незабрудненій дощовій воді, а не поверхневим водам, оскільки зазвичай вони потребують менше очищення; проте можуть бути певні питання, пов'язані з місцевою специфікою, наприклад, підземні води є солоними або містять розчинені солі миш'яку, фтору чи високі рівні нітратів від сільського господарства. До того ж, на гострому етапі надзвичайної ситуації краще надавати велику кількість води нижчої якості ніж невелику кількість води високої якості.

Д.1 Дощові води
Д.2 Річки та струмки
Д.3 Ставки, озера та водосховища
Д.4 Солонувата вода та морська вода
Д.5 Підземні води
Д.6 Джерельна вода

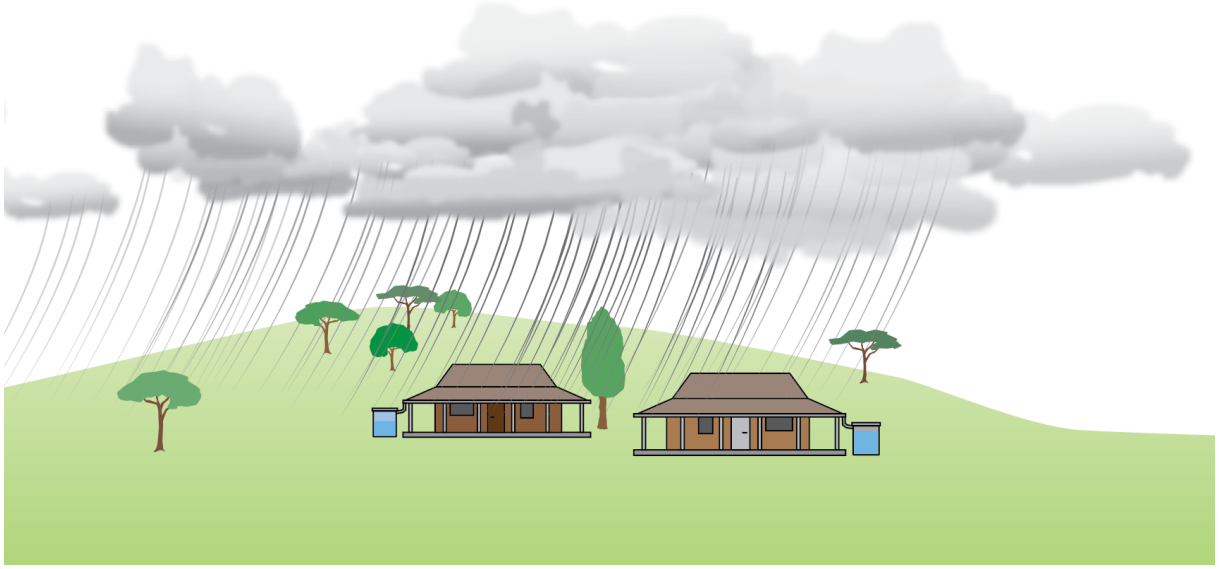
При відборі джерела води варто провести початкове оцінювання наявних джерел та можливості їх використання із врахуванням таких факторів:

- Якість води в джерелі та можливі варіації з огляду на місцеву діяльність та геологію
- Кількість та різна доступність води впродовж року (сезон дощів, посушливий сезон), а також наявність для використання в майбутньому після завершення поточної надзвичайної ситуації (прогнозований попит на противагу прогнозованій доступності із врахуванням змін клімату)
- Доступність та близькість для користувачів
- Час, необхідний для пристосування джерела для використання
- Наявність навичок і технологій для видобутку, постійного очищення та обслуговування
- Фінансові ресурси для капітальних інвестицій та поточних витрат (можливо розподілених серед різних груп)
- Енергія, необхідна для насосів (у тому числі гравітація та наявні надійні джерела енергії **(див. Д.7 – Д.12)**
- Національні та місцеві відповідні закони і нормативно-правові акти
- Управління та юридичні обмеження (наприклад, стосовно права власності на землю)
- Безпека
- Соціальна прийнятність
- Екологічний та соціальний вплив розробки

Д

Джерело

Дощові води



Дощ – це рідка вода у формі крапель, утворених внаслідок конденсації з атмосферних випаровувань, які потім опадають на землю під впливом гравітації. Це один із видів «опадів», які також включають інші форми конденсованої атмосферної води (наприклад, сніг, мокрий сніг, град, мряка).

Дощові води збираються як потоки води з великих за площею поверхонь. Будь-яка водостійка поверхня може використовуватися для збору води, якщо тільки вона знаходиться під нахилом (наприклад, з дахів, на подвір'ї, з пагорбів, доріг чи тимчасових поверхонь, створених із використанням тканини або пластикових матеріалів). Зібрані дощові води можуть зберігатися із використанням різноманітних методів (наприклад, ставки, дамби для утримання дощових вод або резервуари для збору води). Дощові води найчастіше використовуються як додаткове джерело для існуючих водних ресурсів, коли останні стають обмеженими, забрудненими або в надзвичайних випадках зруйнованими. За умови підтримання поверхні для збору води в належному стані дощові води можуть забезпечувати питну воду дуже високої якості, яка вимагатиме мінімального очищення. Під час надзвичайної ситуації вона переважно буде використовуватися для поповнення запасів питної води, проте якщо такої питної води достатньо, то вона також може використовуватися для садівництва, зрошування або для тварин. Інколи це може бути єдиним джерелом питної води, коли альтернативні джерела (ще) не доступні чи мають суттєві проблеми з якістю.

Придатність: Дощові води можуть використовуватися на всіх етапах реагування для доповнення існуючих водних ресурсів, особливо, якщо вони стають обмеженими (наприклад, за умови припинення роботи системи водопостачання) або мають низьку якість (наприклад, якщо вони забруднені або солоні). Дощові води часто є рішенням першого етапу щодо водопостачання, доки встановлюються системи водопостачання з інших джерел, особливо, в сільських районах, де збір часто є невеликим за обсягом для окремих домогосподарств або невеликих громад. Системи збору дощових вод на місцях більшого масштабу зазвичай частіше підходять для пізніших етапів надзвичайної ситуації та для районів із меншим річним рівнем опадів (наприклад, засушливі та напівзасушливі райони із потребою у воді),

де інтенсивні дощі забезпечують велику кількість дощових стоків. Основною перевагою систем збору дощових вод є те, що вони можуть бути встановлені швидко, просто та недорого, та з використанням місцевих матеріалів та навичок.

Для того, щоб збір дощових вод був ефективним, річні опади мають бути щонайменше на рівні 300 мм, хоча в надзвичайно засушливих умовах це може вважатися крайнім заходом, якщо наближається сезон дощів. В районах, де річні опади перевищують рівень у 1 000 мм, зазвичай легко доступними є інші джерела води, та системи збору дощових вод можуть бути не найбільш економічно вигідними. Варто зазначити, що опади варіюються впродовж року, та такі тенденції потрібно ретельно проаналізувати, перш ніж проєктувати та впроваджувати системи збору дощових вод **(3.1, 3.2)**.

Функціонування та обслуговування: Залежно від району, де збираються дощові води, та обсягу зібраної води, громади або окремі домогосподарства можуть побудувати, використовувати та обслуговувати систему збору дощових вод (може знадобитися зовнішня експертна підтримка для встановлення системи). Громадські підходи потребують високого рівня організації для обмеження використання води із метою дотримання балансу із наявною кількістю і попередження марнотратства, таким чином забезпечуючи, що водопостачання вистачить на відповідний необхідний період часу. Регулярне обслуговування є надзвичайно важливим, систему необхідно регулярно перевіряти, чистити та ремонтувати за потреби із чітким розподілом обов'язків. Райони збору дощової води потрібно тримати в чистоті. Якщо вони розташовані на землі, то щонайменше їх потрібно відгородити для попередження пошкодження чи забруднення тваринами або людьми. Належним чином зібрана дощова вода, яка зберігається, може бути дуже високої якості та вимагати мінімального очищення. Обсяг необхідного очищення буде залежати від методу збору та рівня забруднення.

Здоров'я та безпека: Дощові води зазвичай характеризуються високою якістю, проте можуть стати забрудненими під час збору та у процесі зберігання. Забруднення повітря у міських районах може знизити якість води настільки, що може бути нерекомендовано збирати дощову воду. Стан поверхні для збору води також може впливати на її якість. Наприклад, незахищена поверхня для збору води на землі може бути забруднена випорожненнями тварин або іншими поверхневими забрудниками. Поверхня для збору води на даху може бути забруднена випорожненнями птахів, листям і пилом. Певні покрівельні матеріали (наприклад, фарба, метали) можуть ставати джерелом хімічного забруднення (наприклад, важкими металами), і подальша загроза, яку вони становитимуть, буде залежати від токсичності матеріалу, стану здоров'я користувачів і періоду часу, впродовж якого дощова вода буде використовуватися для пиття.

Після розміщення води для зберігання вона може бути забруднена через непродумане проєктування систем збору та зберігання води, наприклад, вона може бути під відкритим світлом, що призводить до розмноження водоростей та виникнення відповідного ризику утворення токсинів, а також проблем зі смаком і запахом. До того ж резервуари для зберігання, доступ до яких є у комах, можуть перетворитися на місце їхнього розмноження. Цього можна уникнути, створивши добре спроєктовану систему, яка регулярно обслуговується, тобто має захищені отвори із кришками або екранований притік та зливні труби.

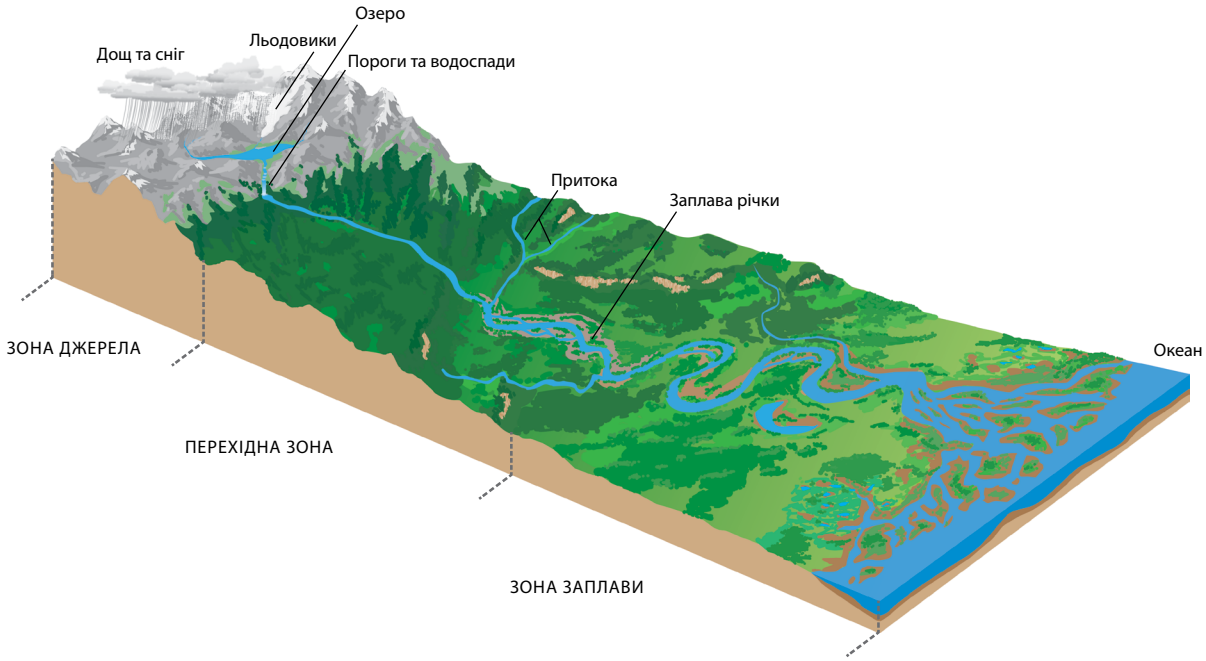
Соціальні та екологічні аспекти: Збір дощових вод добре сприймається у більшості культур, проте відсутність таких мінералів у воді, як кальцій та магній, означає, що такій воді бракує смаку, що може стати на заваді прийняттю такої води як питної. Проблеми зі смаком і запахом також можуть виникнути у процесі зберігання чи внаслідок потрапляння невеликих мертвих тварин, осадів або поширення водоростей у резервуарі для зберігання, що також може вплинути на сприйняття води як питної. Використання дощової води є ключовим аспектом технік адаптації до змін клімату та заходів із пом'якшення впливу засухи, наприклад, завдяки збільшенню обсягів води, що зберігається, чи контролю за рівнем горизонтів підземних вод із використанням керованих методів поповнення горизонтів води.

Сильні та слабкі сторони:

- ⊕ Загалом висока якість за умови правильного збору, зберігання та постачання
- ⊕ Можна швидко розгорнути
- ⊕ Не потребує електроенергії
- ⊕ Легкодоступне, наявне та застосовне практично в будь-якому кліматі
- ⊖ Обмежене кількістю опадів, площею поверхні для збору дощової води та можливостями для зберігання
- ⊖ Вимагає належного управління для успішного функціонування на рівні громади
- ⊖ Потенційно може бути зіпсована внаслідок забруднення повітря, через випорожнення тварин чи птахів, комах, пил або погане обслуговування
- ⊖ Часто бракує смаку, що призводить до виникнення труднощів зі сприйняттям
- ⊖ Може слугувати потенційним місцем для розмноження комах

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 212**

Річки та струмки



Річка або струмок – це зазвичай прісноводний потік води, який рухається природно в напрямку океану, моря, озера чи іншої річки, хоча і річка може впадати в землю чи висихати наприкінці потоку, не досягаючи іншої водойми. Річки зазвичай збирають воду із опадів через басейн збору зі стоків на поверхні та інших джерел, таких як запаси підземних вод, джерела та вивільнення води із природного льодового та снігового покриву (наприклад, льодовики). Вони слідують по каналах, які зазвичай менші та швидші поблизу джерела і можуть бути сезонними залежно від клімату. Річки є корисними на гострих етапах надзвичайної ситуації, коли потрібно швидко отримати доступ до великої кількості води, хоча вони можуть використовуватися на будь-якому етапі.

Вхідна частина річки біля джерела зазвичай є вужчою та мілкішою, де швидший потік несе із собою гравій із дна. Далі вниз за течією річки розширюються та стають глибшими, швидкість течії вповільнюється, що зменшує потік гравію з дна, проте водночас ймовірно збільшується кількість органічних речовин та антропогенного забруднення. Багато річок і струмків отримують воду із та/або втрачають воду через підземні води вздовж течії, оскільки поверхневі води в річці регулярно взаємодіють із підземними водами у горизонтах води, розташованих близько до поверхні, що спричиняє зміни у загальному об'ємі води в річці. Основні питання, пов'язані з доречністю річок та струмків як джерел водопостачання, стосуються кількості води і сезонності потоку, а також якості води та швидкості течії в річці.

Щоб бути впевненим в тому, що річка може задовольнити попит, не спричиняючи при цьому значні екологічні чи соціальні проблеми, потрібно врахувати загальну кількість води, наявної в будь-який момент часу, а також існуючий попит на воду (наприклад, заболочені райони вниз за течією або населені пункти). Коли це можливо, можна використовувати наявні дані про потік струмка під час обчислення обсягу води; в інакшому випадку потрібно провести обчислення потоку води. Річки можуть бути сезонними із високим рівнем води під час сезону дощів та із повним висиханням у посушливі сезони, коли потік обмежується лише підземним осадковим матеріалом. У цьому випадку може виявитися більш продуктивним варіантом безпосередньо

використовувати підземні води, що буде водночас більш надійним джерелом води та забезпечить отримання води вищої якості через ефект фільтрації через підземний рельєф **(див. 3.5, 3.6)**.

Якість води може бути проблемою у випадку використання річкових джерел, оскільки переважно залежить від забрудників, які потрапляють у річку в басейні вверх за течією. Таке забруднення може бути фізичним, мікробіологічним або хімічним. Під час сезону дощів/висоководного сезону зазвичай вищими будуть як насипи (каламутність), так і рівень мікробіологічного забруднення, особливо, на початку. Під час посушливого сезону насипи стануть меншими, проте загальна кількість розчинених твердих часток буде вищою. Тому завжди буде потрібний певний вид очищення води у випадку поверхневих вод, що може ще більше ускладнюватися через промислові стічні води або сільськогосподарські стічні води, які потрапляють у річку. На додачу до загрози захворювань, які переносяться через воду і розповсюджуються через споживання погано очищеної води з річок та струмків, через такі джерела також можуть поширюватися інші захворювання. У воді, яка рухається повільно (до 0,3 м/с), такі захворювання, які переносяться через воду, як шистосомоз можуть стати проблемою, подібно до інших пов'язаних із водою захворювань, таких як малярія чи онхоцеркоз.

Детальний огляд потенційних хімічних та мікробних загроз у поверхневих горизонтах води можна знайти у джерелах ВООЗ. У багатьох випадках є кроки, яких можна вжити для покращення якості води, отриманої з річок із метою мінімізації вимог щодо очищення. До таких кроків відносять видобуток води вищої якості поблизу або з-під русла річки після того, як воно пройшло підповерхневу зону, із використанням інфільтраційної галереї чи колекторних свердловин **(див. 3.6)**, мілких криниць **(див. 3.8)** та криниць у руслі ріки **(див. 3.7)**, таким чином мінімізуючи каламутність, обираючи плавучий забір **(див. 3.3)** або споруджуючи систему збору вверх за течією подалі від будь-яких очевидних джерел забруднення. Річки зі значними сезонними змінами в рівні води можуть впливати на збір через нестабільне русло, варіативність у рівні води та швидкість потоку **(див. 3.3)**. Сезонні паводки трапляються у багатьох річкових системах, коли поверхневі стоки піднімаються після дощів, хоча затоплення також може траплятися через поломки об'єктів інфраструктури, встановлених людьми (наприклад, греблі, дамби, насипи).

Придатність: На гострому етапі реагування річки та струмки часто можуть швидко забезпечувати великі обсяги води шляхом використання насосів для видобутку та масштабного очищення у поєднанні із транспортуванням води водовозами (залежно від місця розташування користувачів). Вони також можуть бути корисними на етапах стабілізації та відновлення, коли потрібні великі обсяги води. Загальна кількість доступної води залежить від потоку води в річці, сезонності та потреби користувачів внизу за течією. Загалом поверхневі води, взяті із верхніх ділянок системи, будуть безпечнішими для видобутку, оскільки вони будуть менш забрудненими і їхнє використання матиме менший вплив на інших. За наявності потреб у меншому обсязі підземні води можуть бути більш сталим джерелом водопостачання (потрібно менше очищення та обладнання). Певні види дамб/гребель у сезонних річках (ярові запруди, дамби із отворами) можуть використовуватися для управління поповненням запасів води в місцевих підземних горизонтах води для більш довгострокових проєктів із пом'якшення впливу засухи.

Експлуатація та обслуговування: Притоками та басейном річки можна управляти в більш довгостроковій перспективі із метою уповільнення та інфільтрації стоків для мінімізації ризику затоплення та покращення поповнення запасів підземних вод. Заходи, пов'язані з цим, можуть включати контурні траншеї, ярові запруди, греблі для регулювання паводка і дамби з отворами, які вповільнюють і фільтрують стоки, а також різні фермерські техніки, які використовуються для вповільнення потоку води для сільськогосподарських культур (наприклад, насипи, системи ям, тераси, канави і висаджування золотобородника по краях). Експлуатація та обслуговування також передбачає запровадження і дотримання обмежень щодо того, що може вважатися безпечним забором із річки, задля захисту потреб інших користувачів та задля запровадження і підтримки захисних зон навколо місця видобутку.

Здоров'я та безпека: Мікробіологічна якість води може загалом вважатися низькою у відкритих джерелах води, та завжди потрібним буде очищення. Стоки з міських чи сільськогосподарських районів також можуть привносити проблемні хімікати (наприклад, пестициди). Якщо такі забрудники становлять значні проблеми для процесів очищення або громадського здоров'я, варто розглянути альтернативні джерела питної води. Поверхневі води також можуть бути пов'язані з іншими занепокоєннями щодо здоров'я, наприклад, трансмісивні захворювання або шистосомоз. Доступ до надійних даних про якість води, особливо, на початковому етапі реагування часто є мінімальним. Національні органи можуть мати санітарні дослідження та історичні дані.

Соціальні та екологічні аспекти: Загалом річки та струмки можуть бути прийнятними джерелами питної води після належного очищення. Проте, якщо вода використовується з певною визначеною метою в одному місці, це може впливати на користувачів в іншому місці вниз за течією, що може спричиняти конфлікти або впливати на екосистему загалом. Коли планується викачувати пропорційно великі обсяги води із річки, на місцевому рівні потрібно застосовувати принципи інтегрованого управління водними ресурсами, у тому числі консультації з ключовими зацікавленими сторонами.

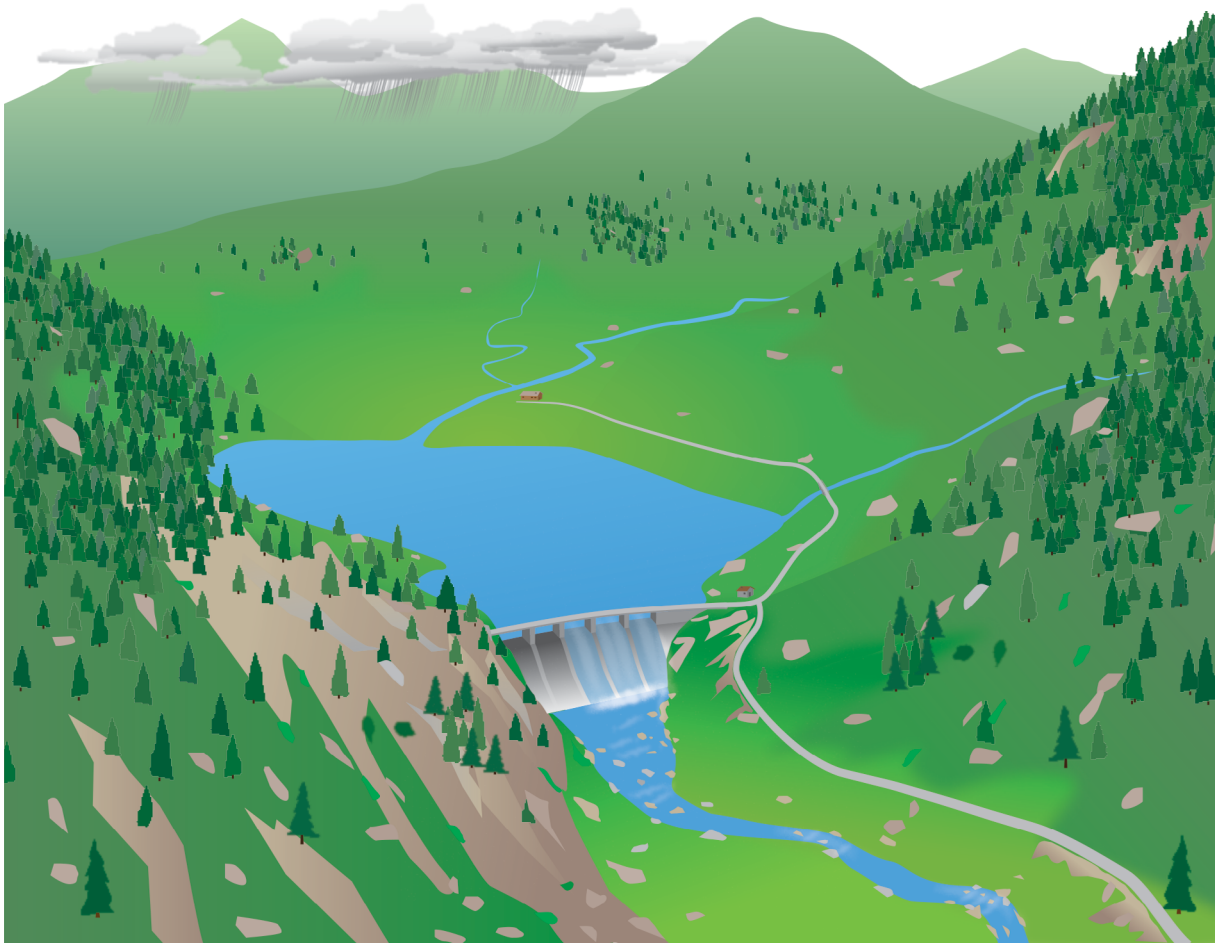
Сильні та слабкі сторони:

⊕ Часто легко доступне та наявне
⊕ Може сприяти поповненню місцевих підземних вод

⊖ Часто характеризується низькою якістю води, що потребуватиме очищення
⊖ Може становити ризики для здоров'я у зв'язку із захворюваннями, пов'язаними з водою
⊖ Може бути сезонним та схильним до паводків
⊖ Структури можуть пошкоджуватися у нестабільних руслах

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 212**

Ставки, озера та водосховища



Ставок чи озеро – це нерухома водойма або водойма, вода в якій рухається повільно, на поверхні, сформована поверхневими стоками, річковою водою, яка збирається у западині або підземними водами, які збираються у виритій ямі. Таким чином вони можуть бути природними або створеними людиною (наприклад, шляхом створення дамби посеред проточної води з метою формування озера). Природні озера, ставки або існуючі водосховища можуть бути корисними на гострих етапах надзвичайної ситуації, коли швидко потрібні великі кількості води, тоді як спланованні нові водосховища можуть бути варіантом для довгострокових інтервенцій, наприклад, для пом'якшення впливу засухи.

Озера чи ставки можуть утворюватися природним шляхом у місцях, де земля або кам'яниста поверхня схиляється в бік западини, де збираються дощові води або коли поверхневі води заповнюють заглиблення чи вириту яму. Водосховища – це западини, які було покращено певним чином так, щоб унеможливити відтік води (наприклад, підпірна стіна/насип чи шляхом укріплення фундаменту водосховища). Природні ставки чи озера зазвичай відкриті для громадськості для користування, тоді як доступ до водосховищ зазвичай контролюється або перебуває під управлінням (наприклад, водосховища для водопостачання у місті). Кількість та якість води, яку можна отримати зі ставків та озер, – це основні питання, про які варто пам'ятати, розглядаючи їх як джерела води, та у випадку водосховищ також є кілька додаткових важливих питань щодо проєктування, на які потрібно зважати.

Кількість води може бути проблемою, особливо, в засушливих і напівзасушливих районах через втрати води в результаті випаровування та просочування. Особливо в місцях із низьким рівнем опадів та довгими засушливими сезонами із озера може втрачатися більше води, ніж потрапляти туди для поповнення, що призводить до його висихання впродовж кількох місяців. Тоді як багато великих водосховищ не огороджуються і не закриваються через їхній розмір, є певні проєктні міркування, які можуть зменшити як випаровування, так і просочування. Наприклад, випаровування можна зменшити шляхом збільшення співвідношення між об'ємом та площею поверхні шляхом поглиблення водосховищ або висаджування дерев навколо водосховища в якості

вітролома. Рівень інфільтрації можна зменшити шляхом ущільнення глинистого ґрунту на місці для формування оболонки або шляхом використання штучної оболонки (зазвичай дорого та зазнає пошкоджень із боку худоби та сонячного світла). Ці заходи підходять лише для довгострокових запланованих інтервенцій, коли має створюватися нове водосховище. Для менших водосховищ більше підходить встановлення покриття чи створення тіні.

У випадку відкритих поверхневих джерел якість води є проблемою, оскільки вони відкриті до фізичного, мікробіологічного та хімічного забруднення, від якого воду потрібно очищати. Відкрита вода також може бути проблемною щодо розповсюдження захворювань, не пов'язаних безпосередньо з питною водою (наприклад, шистосомоз або інші хвороби, переносниками яких є комахи). Якість води можна покращити шляхом використання простих заходів із метою зменшення вимог щодо очищення, у тому числі структур для унеможливлення доступу людей до ставка (наприклад, огорожа) у поєднанні з альтернативними методами збору води (наприклад, платформи, пристрої для видобутку води, встановлені на березі), видобутку води із використанням методів фільтрації на березі річки **(3.6)** або шляхом мінімізації каламутності, обираючи певний вид збору (наприклад, плаваючий збір, **див. 3.3**). Проте порівняно з річками і струмками **(Д.2)** озера та ставки зазвичай спокійніші, тому осад може більше осісти до початку видобутку чи очищення.

Для штучних водосховищ потрібно спроєктувати заповнені землею дамби висотою понад два метри. Питаня, на які потрібно звертати увагу, відносять вибір матеріалу для дамби, проєктування водозливу стійкого до ерозії, підходящий кут нахилу для стіни дамби та кам'яний дренаж для збору проточної води. Структурні руйнування дамб або насипів часто спричиняються прокладанням труб, саме там проточна вода знаходить шлях через стіну або фундамент дамби та створює канали. Прокладання труб ускладнюється ущільненням, невдалим вибором матеріалів, коренями дерев або тунелями, виритими тваринами. Замулення, яке позначає накопичення дрібного мулу на дні озера або водосховища, – це ще одна суттєва проблема, яку можна зменшити шляхом підтримання гарного трав'яного покриву в зоні стоків або шляхом використання мулових пасток.

Придатність: Під час гострих надзвичайних ситуацій озера та ставки можуть швидко надавати великі об'єми води. Загалом вони більше підходять для районів з інтенсивними опадами, де є проблема наявності води впродовж року. Будівництво штучних водосховищ може зайняти певний час, тому зазвичай вони не є доречними на гострому етапі реагування, хоча там, де вони вже існують, їх можна швидко модернізувати до сезону дощів, який наближається.

Експлуатація та обслуговування: Діяльність, пов'язана з експлуатацією та обслуговуванням, спрямована на покращення якості води, включає обмеження доступу та діяльності в озері чи ставку, наявність окремих ставків для питної води та інших видів діяльності, наявність буферної зони із рослинності між землею та озером із метою зменшення замуленості, а також зменшення і моніторинг за промисловими чи сільськогосподарськими стічними водами. У випадку штучних водосховищ потрібно регулярно проводити перевірки щодо пошкоджень внаслідок ерозії берегів/водозливу та на наявність прокладених труб крізь стіни. Періодично необхідно проводити очищення від мулу, яке можна проводити вручну (наприклад, заходи, які оплачуються готівкою за результатом виконаної роботи, що може добре спрацювати в умовах надзвичайної ситуації) або використання волів або великогабаритного обладнання.

Здоров'я та безпека: Мікробіологічна якість води завжди буде поганою у відкритих джерелах води, тому потрібно проводити очищення. В районах, де небажані хімікати (наприклад, пестициди) можуть потрапити у водойми разом із стічними водами із міських чи сільськогосподарських районів, варто розглянути альтернативні варіанти для питної води. Відкриті стоячі джерела води також можуть бути схильні до цвітінь ціанобактерій; у такому випадку допоможе зменшення кількості нітратів у воді, а також біологічна повільна піщана фільтрація **(О.9 або Б.5)** є придатним варіантом для очищення від ціанобактеріальних токсинів. Відкриті джерела води також можуть бути місцем для виникнення і поширення інших захворювань, які переносяться через воду. У випадку великих водосховищ із дамбою катастрофічне пошкодження дамби може призвести до травм і смертей, тому потрібен надійний проєкт.

Соціальні та екологічні аспекти: Загалом озера та ставки добре сприймаються користувачами як джерело води попри її низьку якість. Вони можуть підтримувати життєдіяльність скотарів, які переміщаються від одного пасовища до іншого, оскільки такі райони можуть підтримуватися дамбами для дощової води за умови збереження їх у належному стані. Проте на етапі планування завжди потрібно оцінювати вплив на людей, водні організми та екосистеми. Будівництво дамби або водосховища у межах річкової системи може суттєво вплинути на людей, які живуть вниз за течією річки, а також на водні організми, рослини і тварин. Будівництво може мати невідворотний вплив і на біорізноманіття. Тому навіть у випадку невеликих дамб будівництво та планування потребують координування із відповідними органами влади **(див. Х.3)**.

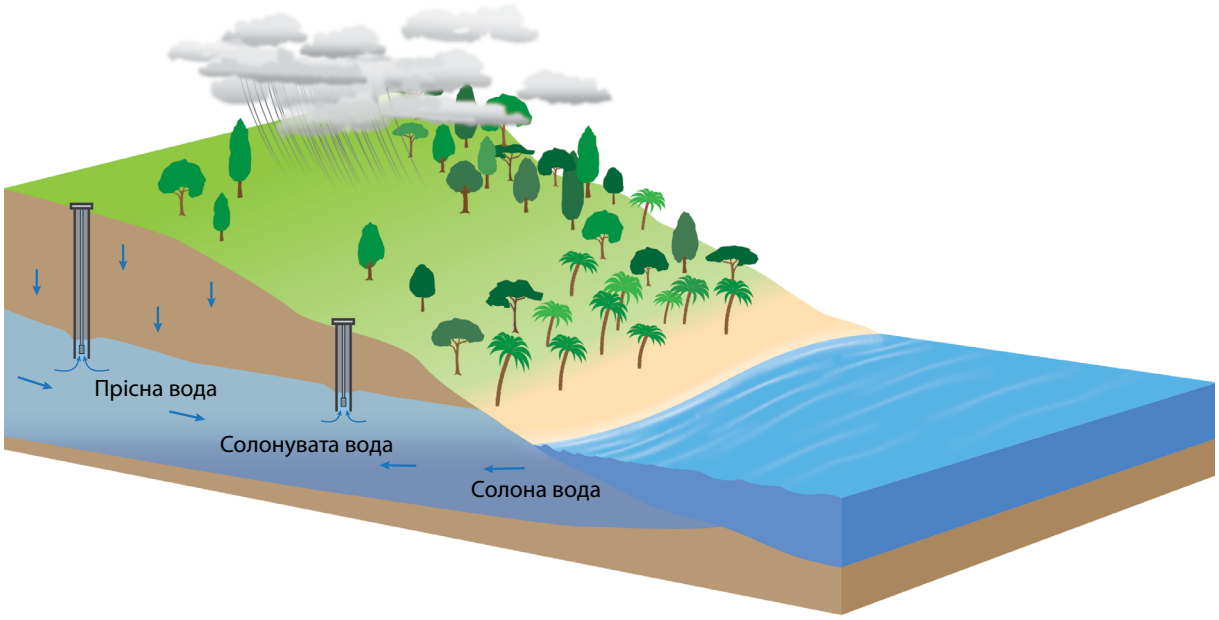
Сильні та слабкі сторони:

⊕ Забезпечує великі об'єми води у районах, де є потреба у воді
⊕ Може сприяти поповненню запасів місцевих підземних вод

⊖ Потребує очищення для води низької якості
⊖ Пов'язане з ризиками для здоров'я щодо захворювань, пов'язаних із водою
⊖ Може швидко висихати в районах із довгим посушливим сезоном
⊖ Може знадобитися регулярне очищення від мулу
⊖ Конкуруючі потреби у використанні з іншими громадами (або спільне використання разом із тваринами чи худобою)

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 212**

Солонувата вода та морська вода



Солонувата вода має вищу солоність, ніж прісна вода, проте вона не настільки солона як морська вода. Вона трапляється у природі там, де змішується морська вода (солона вода) та прісна вода, наприклад, у лиманах або в солонуватих водоносних горизонтах. В умовах надзвичайної ситуації солонувата вода може бути єдиним доступним джерелом, і може так статися, що вона вже використовується або у випадку морської води вона вже може використовуватися як частина раніше існуючої установки з опріснення води.

Солонувату воду можна знайти у поверхневих водоймах поблизу моря (там де морська вода змішується з прісною водою, яку можна знайти у лиманах) та на материковій території (де високий рівень випаровування спричиняє високу концентрацію мінералів у воді). Її також можна знайти у прибережних водних горизонтах (які утворилися внаслідок вторгнення солоних вод) або у викопних підземних водах (де породи у водному горизонті мають високий вміст мінералів, які просочуються у воду). Морська вода містить загальну кількість розчинених твердих часток в обсязі > 35 000 мг/л, тоді як вміст загальних розчинених твердих часток у солонуватій воді становить від 1 000 до 10 000 мг/л (порівняно із < 1 000 мг/л у випадку прісної води).

Рішення опріснювати солонувату воду залежить від місцевого рівня прийнятності. Якщо вона використовується та загалом не становить ризиків для здоров'я, її можна вважати прийнятним джерелом води у випадку надзвичайної ситуації. Там, де її не сприймають, наприклад, коли внутрішньо переміщені особи переїжджають у новий район, першим варіантом є пошук альтернативних, менш солоних джерел води, перш ніж варто починати розглядати можливість опріснення. У разі, коли очищення є єдиним варіантом, існують різні технології опріснення (наприклад, зворотний осмос, **0.15**), які можуть забезпечити прісну воду із дуже низьким вмістом солей та інших мінералів із солоної води. Конкретні характеристики якості води у запропонованому джерелі води і такі характеристики як об'єм та якість очищеної води необхідні для плану економічно вигідного та надійного виробництва води, оскільки ряд умов може спричинити суттєві зміни в якості води (наприклад, варіації в температурі води, місяці сезону дощів та епізоди цвітіння водоростей). Процеси та спроможності попереднього очищення тоді будуть обиратися з огляду на якість водного джерела.

Придатність: У прибережних районах, де не так багато інших джерел прісної води або де вони не (дуже) доступні, морська або солонувата вода вже можуть використовуватися. У випадку морської води потрібен вже існуючий завод з опріснення та очищення води. Для порівняння, солонувата вода часом використовується громадами, в яких відсутні альтернативні варіанти.

Експлуатація та обслуговування: Прісна вода має меншу щільність ніж солонувата вода і плаває на поверхні (що є досить поширеним явищем неподалік від моря). Із метою захисту якості води у прибережних водних горизонтах надзвичайно важливо контролювати рівні видобутку із мілководдя із метою обмеження потрапляння солоної води у підземні води. Усі інші вимоги щодо експлуатації та обслуговування зазвичай пов'язані з видом використовуваної технології з опріснення води. Такі технології зазвичай є складними і вимагають високотехнологічного рівня, тому в ідеалі їх варто уникати за можливості (тобто спершу шукати альтернативне джерело води).

Здоров'я та безпека: У морській та солонуватій воді міститься високий вміст розчинених мінералів. Тоді як морську воду не можна вживати без очищення, у деяких громадах солонувата вода може бути єдиним наявним джерелом води. Попри те, що у води може бути солонуватий смак, вона може не мати жодного негативного впливу на здоров'я, тобто якщо воду загалом сприймають, то не потрібно вживати жодних дій. Проте певні хімічні елементи, які, як відомо, безпосередньо впливають на здоров'я людей (наприклад, фтор, миш'як, нітрати), можуть спричиняти занепокоєння. У такому випадку потрібно шукати альтернативне джерело, або за повної відсутності будь-яких інших варіантів воду потрібно очищувати.

Соціальні та екологічні аспекти: Є громади, які споживають воду із високим рівнем розчинених твердих часток, оскільки у них не так багато інших варіантів, що означає, що прийняття залежить від конкретної ситуації. Натомість опріснена вода із низьким вмістом розчинених твердих часток може мати «ніякий» смак через відсутність мінералів, що може призвести до низького рівня її сприйняття серед споживачів. Там, де використовуються технології опріснення води, потрібно обережно утилізувати концентрований сольовий розчин із видалених солей та мінералів.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Слугує джерелом води із великою кількістю води (у випадку морської води)

⊕ Може бути легкодоступною

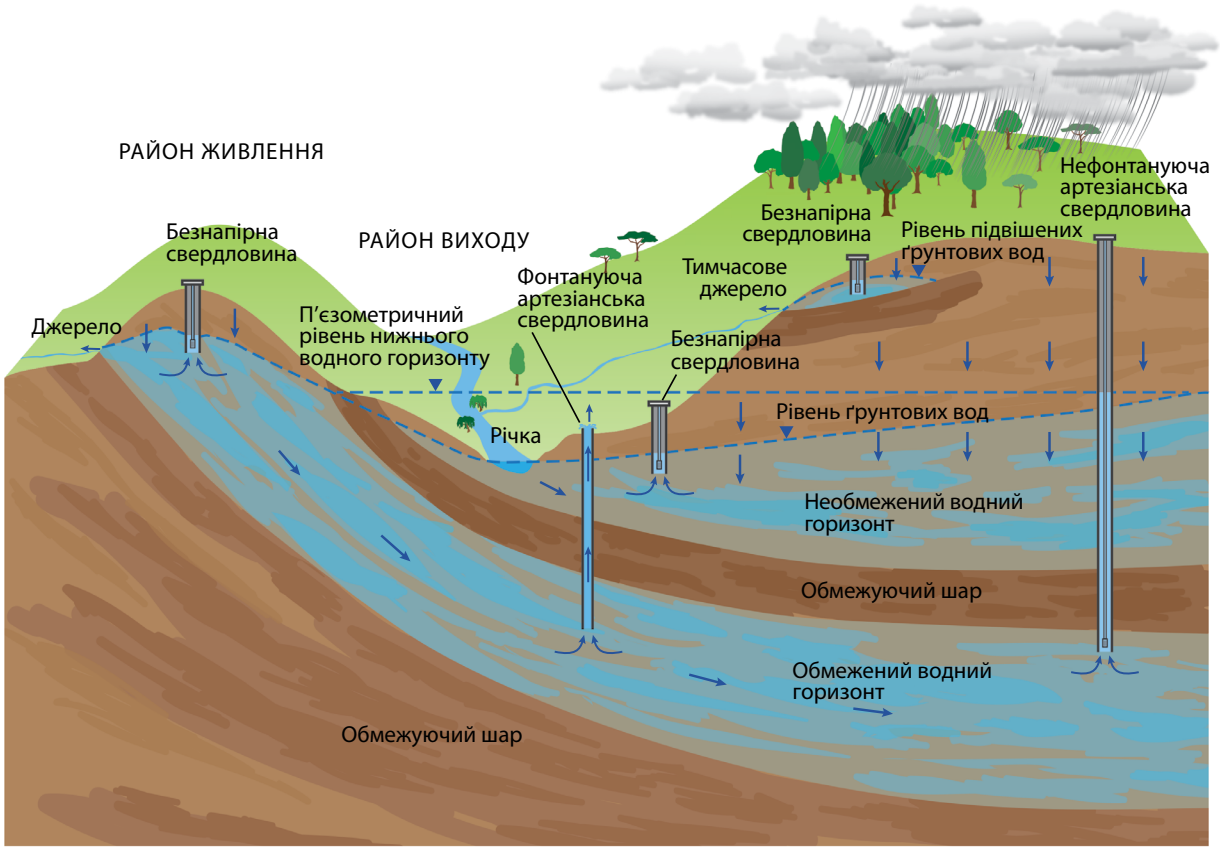
⊖ Великі затрати на очищення для отримання прісної води та утилізацію концентрованого сольового розчину

⊖ Може знадобитися повторна мінералізація отриманої прісної води

⊖ Може знадобитися дороговартісне та складне очищення, якщо користувачам не подобається солонувата вода і відсутні альтернативні джерела

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 212**

Підземні води



Підземні води походять як із поверхневих вод, таких як річки та озера, так і від опадів, які проникають під поверхню. Таке проникнення є абсолютно природним, хоча його можна посилити за допомогою керованих технік поповнення запасів вод у підземному горизонті. Після потрапляння у землю вода збирається у вільному просторі між частками та може текти повільно. Цю насичену ділянку, яка дозволяє воді рухатися, називають водним горизонтом, який може бути або необмеженим (відкритий до атмосферного тиску), або обмеженим (під тиском вищим, ніж атмосферний тиск). Підземні води корисні на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Підземні води можуть текти із різною швидкістю залежно від проникності водного горизонту, хоча швидкість потоку загалом є набагато повільнішою ніж швидкість поверхневих вод. Об'єм підземних вод у водному горизонті залежить від пористості породи чи ґрунту, хоча наявність великої кількості води не обов'язково означає, що її можна видобути (наприклад, як у випадку глиняних водних горизонтів). У необмеженому водному горизонті рівень ґрунтових вод рівний до верхнього краю насиченого шару, оскільки він відкритий до атмосферного тиску, і вода залишиться на цьому рівні, коли до неї отримують доступ через свердловину. В обмеженому водному горизонті, який по суті перебуває під тиском між двома шарами породи з нижчою пропускною здатністю або осадкових відкладень, вода не відкрита до атмосферного тиску та буде підніматися по свердловині до рівня, на якому стане нарівні з атмосферним тиском. Це називають п'єзометричним рівнем, який може бути або нижче, або вище рівня поверхні землі. Коли п'єзометричний рівень знаходиться вище рівня поверхні землі, свердловина буде продовжувати постачати воду без потреби в насосі, і таку свердловину називають артезіанською.

Завдяки захисту і фільтрації, які забезпечуються ґрунтами і породою зверху, підземні води часто мають набагато вищу якість та потребують менше очищення ніж поверхневі води. Проте якість підземних вод може варіюватися у різних локаціях залежно від місцевої та регіональної геології та близькості до джерел забруднення. Якість підземних вод також може погіршуватися залежно від того, як відкачують воду, та будь-яких запроваджених захисних заходів. Хоча свердловини чи пробні свердловини неподалік можуть дати загальне уявлення про якість підземних вод, остаточно їх якість можна бути визначити лише після того, як буріння досягне підземних вод у місці облаштування свердловини.

Мікробіологічне забруднення підземних вод загалом викликає більше занепокоєння у випадку розташованих близько до поверхні водних горизонтів поблизу джерел точкового забруднення або забруднення з різних джерел (наприклад, системи санітарного контролю на місцях). У такому разі ризик забруднення переважно залежить від різних факторів, які впливають на період часу, який потрібен для того, щоб вода дійшла від джерела забруднення до місця видобутку, при цьому довший період часу зазвичай забезпечує вищу мікробіологічну якість. Попри те, що 30 метрів часто вважають безпечною бічною відстанню від джерела забруднення, вона може значно варіюватися залежно від умов на місці (особливо, типу ґрунту). За межами надзвичайної ситуації підземні води, видобуті із використанням простих методів (наприклад, ручного насосу), часто використовують без очищення. В умовах надзвичайної ситуації зазвичай підземні води хлорують, що є стандартною практикою **(О.6)**, незалежно від методу видобутку. Це роблять із метою забезпечення захисту від будь-якого мікробіологічного забруднення в самому водному горизонті та від повторного забруднення води під час транспортування і зберігання в домогосподарстві **(Б.1)**, що стає все більш важливим у густо населених поселеннях (наприклад, існуючий ручний насос у таборі для біженців).

Хімічне забруднення може траплятися в різних регіонах та умовах, і його джерело може бути або природним, або штучним. Підземні води містять хімічні речовини, які зустрічаються у природі у водному горизонті або в інших місцях контакту, наприклад, в морі. Такі розчинені тверді частки можуть впливати на смак і запах, у результаті чого деякі люди можуть шукати альтернативні варіанти і, можливо, небезпечні джерела. Природні забрудники, такі як миш'як, нітрати та фтор, а також забрудники із штучних джерел, наприклад, сільськогосподарське чи промислове забруднення або корозія металу в кислотних підземних водах, також можуть безпосередньо впливати на здоров'я людей.

Кількість підземних вод може суттєво варіюватися та залежить від реального виходу водоносного горизонту та сезонних варіацій, хоча це часто менш яскраво проявляється ніж у випадку поверхневих вод. У будь-якому випадку вдале проєктування свердловини може допомогти максимізувати потенціал та ефективність видобутку **(див. 3.8)**. У довгостроковій перспективі загальна кількість води, видобутої з водоносного горизонту для всіх потреб, які вона задовольняє (у тому числі існуючі джерела видобутку як-от мінеральні джерела, річки та болота), не повинна перевищувати загальну кількість води, яка потрапляє у водоносний горизонт. Це можна обчислити шляхом підрахунку водного балансу, який враховує клімат та район забору, котрі впливають на воду, яка поповнює водоносний горизонт, а також загальний попит на нього. Це особливо важливо, якщо мають видобуватися великі об'єми води. Там, де це питання не береться до уваги, надмірний видобуток може призвести до зниження рівня води в інших свердловинах, що натомість призведе до вищих затрат на насоси та зменшення ефективності, а також до висихання джерел і боліт, погіршення якості води, конфліктів та до невідворотного осолонення води у прибережних районах.

Придатність: Підземні води – це надійне джерело води на всіх етапах надзвичайної ситуації. На гострому етапі надзвичайної ситуації доступ до глибших підземних вод найімовірніше можна отримати з використанням існуючих свердловин, які за потреби можна швидко обладнати заглибними насосами для викачування великої кількості води у резервуар. Можливо побудувати нові свердловини для отримання доступу до підземних вод на гострому етапі, проте швидше за все це будуть струменеві свердловини або подібна технологія, яка може забезпечити доступ до ближчих до поверхні землі водоносних горизонтів задля швидкого отримання води **(див. 3.8)**.

Експлуатація та обслуговування: Надмірний видобуток підземних вод може спричинити шкоду для навколишнього середовища (наприклад, інтенсивний видобуток підземних вод, коли земля просідає або відбувається осушення боліт). Особливо у випадку значних вимог щодо видобутку потрібно проводити систематичний моніторинг рівня підземних вод, і це потрібно передбачити ще у момент будівництва свердловини.

Здоров'я та безпека: Підземні води зазвичай характеризуються вищою якістю ніж поверхневі води, особливо щодо мікробіологічного ризику. У будь-якому випадку їх все одно потрібно регулярно перевіряти, оскільки зміни можуть впливати на здоров'я.

Соціальні та екологічні аспекти: Підземні води зазвичай добре сприймаються як джерело води, проте це дуже залежить від смаку, запаху та фізичних характеристик. Навіть попри те, що підземні води зазвичай не містять мікробіологічних та хімічних забрудників, їх все одно можуть відмовитися використовувати з естетичних міркувань, що може змусити людей вдаватися до використання небезпечних джерел води. Тому важливо дотримуватися максимальних рекомендованих лімітів, встановлених стосовно всіх параметрів якості води, навіть якщо вони не становлять безпосередній ризик для здоров'я людини.

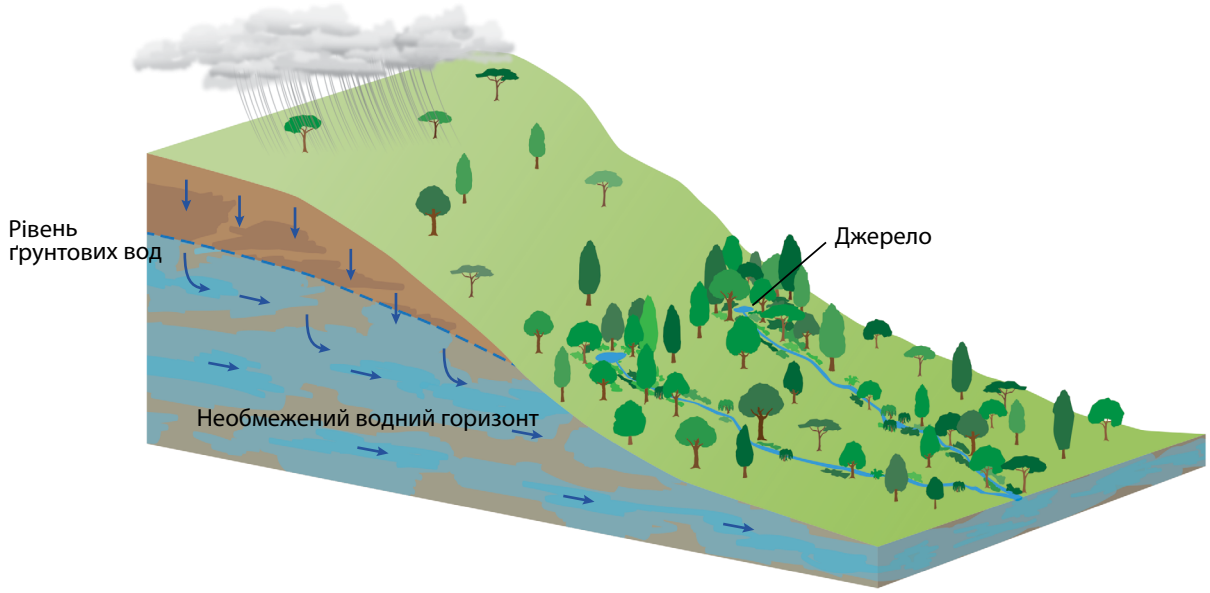
Сильні та слабкі сторони:

⊕ Ймовірніше не буде містити патогени (організми, які спричиняють захворювання) порівняно з поверхневими водами.
⊕ Підтримується постійна температура
⊕ Не зазнає безпосереднього впливу засухи

⊖ Хімічні або фізичні властивості (наприклад, розчинені тверді частки, запах) можуть бути неприваблівими для користувачів, що може змушувати їх вдаватися до використання небезпечних джерел
⊖ Загальна кількість доступної води обмежена виходом водоносного горизонту, спроможністю до поповнення запасів та проєктування свердловини
⊖ Складно оцінити якість та кількість води без існуючих свердловин
⊖ Отримання доступу до більшості видів підземних вод вимагає будівництва свердловин та насосних систем, що потребує спеціальних знань та може бути дорогим
⊖ Надмірний видобуток може спричинити екологічні проблеми, які впливають на інших користувачів і потенційно на якість води

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 212**

Джерельна вода



Джерело формується там, де підземні води виходять на поверхню в певному місці. Коли вода походить із необмеженого водного горизонту там, де поверхня води перебуває під атмосферним тиском, то виникає гравітаційне джерело, а там, де вода походить із обмеженого водного горизонту, який перебуває під тиском, то утворюється артезіанське джерело. Джерела є корисними на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Джерела є результатом співпадіння між гідрогеологією та топографією. У випадку гравітаційних джерел із необмеженого водного горизонту водонепроникний шар обмежує рух підземних вод донизу, що змушує воду витікати назовні там, де вона пересікається із поверхнею землі. Артезіанські джерела є не такими поширеними та виникають в обмежених водних горизонтах там, де тиск води змушує воду текти вертикально догори через слабкі місця у водопроникному шарі. У обох випадках місце витоку може бути чітко визначеною точкою або більш розмитою зоною просочування і може бути сезонним або постійним.

Джерельна вода має дві основні переваги, які можна використати: якість води зазвичай є високою, і сила гравітації зменшує потребу у викачуванні насосом, що натомість зменшує витрати на обслуговування та інші пов'язані видатки. Навіть попри те, що якість джерельної води зазвичай є високою, вона може бути зіпсована внаслідок мікробіологічного забруднення безпосередньо у районі забору (наприклад, відкриті екскременти або системи санітарного контролю на місцях) або з джерел у водному горизонті, які знаходяться на відстані від джерела (наприклад, у тріщинистих породах чи вапняку забруднення може швидко впливати на якість води, оскільки вода може швидко досягати джерела). Хімічне забруднення також можливе в результаті використання хімікатів у районі забору (наприклад, добрив) або в самому водному горизонті (наприклад, джерела фтору чи миш'яку). Різні види захисних конструкцій для джерел розробляються для зменшення ризику забруднення **(див. 3.4)**, але це може бути не завжди можливим та може знадобитися дезінфекція. Це найімовірніше передбачатиме хлорування, що часто є стандартною практикою в умовах надзвичайної ситуації **(див. О.6)**, яку можна впроваджувати на комунальному рівні (наприклад, коли вода постачається з використанням системи трубопроводу) або на рівні домогосподарств із використанням

очищення води вдома (наприклад, у віддалених районах, див. розділ Б). Як індикатори якості джерельної води можна здійснювати моніторинг за температурою води впродовж дня, та можна вимірювати каламутність води після опадів. Джерельна вода гарної якості зазвичай має сталу температуру, та її каламутність не змінюється після дощу, тоді як джерело з водою з температурою та каламутністю, які варіюються, вказує на те, що вода провела не багато часу у землі.

Оскільки доступна кількість води з джерела може варіюватися залежно від сезону, ефективність використання джерела потрібно визначати у межах процесу проєктування, що зазвичай роблять шляхом замірювання того, скільки часу потрібно для заповнення контейнеру з чітко визначеним об'ємом. Ідеальний час для такого вимірювання потоку – це зазвичай від кількох тижнів до кількох місяців після того, як розпочалися дощі, на противагу реальному кінцю посушливого сезону. Проте гострий етап надзвичайної ситуації може не співпадати з цим періодом, тому в такому випадку рекомендовано вимірювати поточну швидкість потоку, а також опитати представників громади про зміни в потоці в джерелі впродовж року. Навіть невеликий вихід забезпечуватиме цілодобовий потік води та може мати значний внесок у задоволення попиту за умови наявності належних умов зберігання. Ефективність використання джерела може дещо покращитися шляхом проведення захисних робіт на джерелі, які розчищають потоки, проте плин води повернеться до норми після стабілізації рівня ґрунтових вод. Потік, який є можливим у джерелі, зазвичай буде сталим відповідно до гідрогеологічних умов, проте об'єднання води, зібраної з кількох джерел, може бути альтернативним способом збільшення обсягу потоку.

Придатність: Джерельна вода підходить для всіх етапів надзвичайної ситуації. Незахищені або захищені джерела вже можуть використовуватися як основне джерело води, та такі структури можна швидко покращити на гострому етапі реагування. Навіть незахищене джерело все одно буде давати воду із низьким рівнем каламутності, що означає, що її буде простіше очищувати та транспортувати в інше місце перш, ніж будуть встановлені захисні структури на джерелі. Проте будівництво додаткових місць для зберігання (за потреби) та трубопроводів для транспортування (коли місце забору знаходиться на відстані) може зайняти певний час **(див. 3.4).**

Експлуатація та обслуговування: Джерела не потребують складної експлуатації та обслуговування, окрім моніторингу за якістю води, що може вказувати на проблему в районі забору води. Наприклад, збільшення рівня каламутності після сильних опадів може вказувати на забруднення із поверхневих стічних вод. У такому випадку потрібно перевірити захищену зону навколо джерела.

Здоров'я та безпека: Якість джерельної води зазвичай є високою, проте це потрібно перевірити і підтвердити, оскільки може спостерігатися мікробіологічне забруднення там, де зона забору води забруднена, або коли вода провела небагато часу у землі. Шляхи доступу до джерел, розташованих біля основи пагорбу, можуть бути слизькими та спричиняти падіння людей.

Соціальні та екологічні аспекти: Джерела зазвичай добре сприймаються населенням.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Зазвичай висока якість води
⊕ Простіше обслуговувати ніж свердловини
⊕ Менша потреба в насосах та нижчі витрати

⊖ Зміна у швидкості потоку залежно від місця та сезону
⊖ На якість води може впливати вид водного горизонту та безпосередньо район забору води
⊖ Місце розташування джерела може бути важкодоступним
⊖ Загальна кількість доступної води зазвичай є фіксованою та обмеженою відповідно до виходу самого джерела

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 213**

Джерела води

Для переміщення води із джерела до мережі постачання, місць очищення або місць зберігання можуть використовуватися різні джерела енергії. Коли джерело води знаходиться вище ніж район використання, гравітація (Д.7) є економічно вигідною та порівняно простою технологією переміщення води. Електроенергія (Д.11) та дизель (Д.12) – це традиційні джерела енергії, які використовуються для забезпечення роботи насосів та для видобутку і транспортування води на великі відстані; у такому разі потрібно враховувати інвестиційні та регулярні витрати, а також надійність існуючої електромережі або постачання дизелю. Вітряна та сонячна енергія (Д.9, Д.10) стають все більш популярними альтернативними джерелами енергії, які зазвичай мають вищі інвестиційні витрати та нижчі експлуатаційні витрати. Людська енергія (Д.8) може використовуватися для видобутку відносно невеликих об'ємів води із легкодоступного джерела.

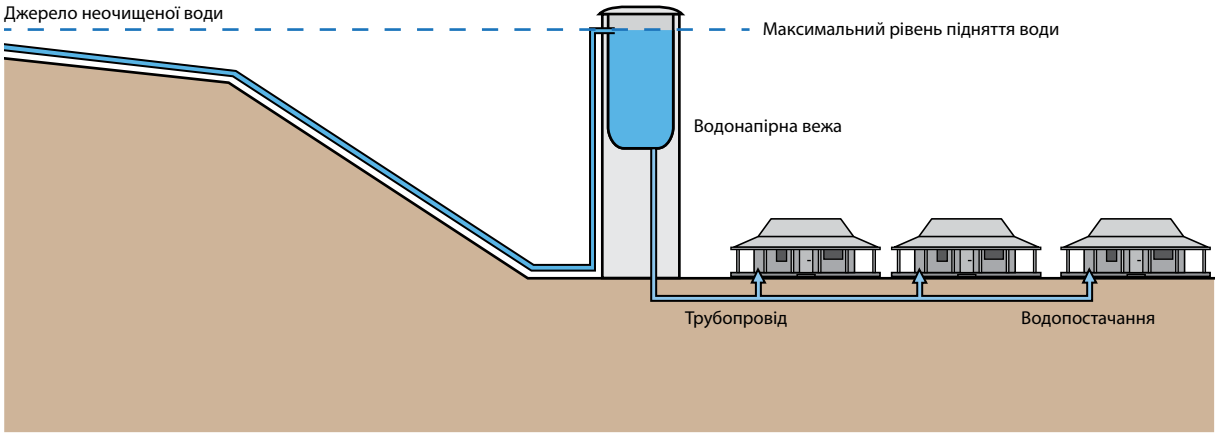
Д.7	Гравітація
Д.8	Системи з ручним приводом
Д.9	Вітряна енергетична система
Д.10	Сонячна енергетична система
Д.11	Енергетична система на основі електропостачання
Д.12	Енергетична система на основі дизелю та бензину

Вибір джерела енергії потрібно здійснити під час початкового оцінювання із використанням таких критеріїв:

- Необхідне джерело води та кількість
- Географічні особливості
- Швидкість впровадження в умовах надзвичайної ситуації
- Доступність електропостачання з мережі, палива, сонця і вітру
- Фінансові ресурси
- Місцева наявність матеріалів та пристроїв (наприклад, сонячних панелей, генераторів)
- Місцеві навички для встановлення і функціонування та обслуговування

Гравітація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Видобуток і транспортування води без використання зовнішніх джерел енергії
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶✶ Висока	✶✶✶ Високий	



Гравітація може використовуватися як джерело енергії для транспортування води із використанням різниці у висоті для переміщення води (зазвичай через трубопроводи). Це може відбуватися або із джерела води на підвищенні до резервуарів для зберігання води і установок з очищення, або безпосередньо із місць для зберігання води на підвищенні до місць водопостачання. Її можна використовувати на багатьох різних етапах у системі водопостачання та на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Джерела води, з яких воду можна зручно транспортувати із використанням гравітації, включають джерела, струмки, озера, водосховища та звичайні резервуари, які знаходяться на підвищенні. Основною перевагою використання гравітації як джерела енергії є те, що вона безкоштовна, тому в системі, яка ґрунтується на гравітації, рідко коли потрібні насоси. Якщо насоси використовуються, то до таких систем також доречні описані нижче принципи потоку води у трубах (змінюється лише джерело енергії).

Проєктні міркування: Загальна енергія води у будь-якому конкретному місці гравітаційної системи – це сума її енергії внаслідок підняття, тиску та швидкості. Коли вода не тече (наприклад, у повному резервуарі із закритими кранами), напір, що позначає енергію на вагову одиницю води, яка вимірюється у метрах, визначається різницею у висоті між краном та верхнім рівнем води в резервуарі. Коли відкривається кран, вода починає текти, і напір у крані зменшується через втрату енергії в результаті розсіювання тепла в навколишньому середовищі, що трапляється, коли молекули води стикаються одна з одною та стінкою труби. Таке зменшення енергії тиску називають втратою напору на тертя потоку або втратою напору і є відомою кількістю в будь-якій конкретній трубі, повністю заповненій водою та відкритою на іншому кінці (зазвичай позначається як втрата на тертя у метрах на 100 метрів). Втрата тертя варіюється відповідно до виду труби та її діаметру. Наприклад, більш нерівномірні або менші труби мають вищу турбулентність, що спричиняє більшу втрату енергії, тому тиск наприкінці труби буде меншим. Також чим довша труба, тим більшою буде втрата на тертя.

Знаючи втрати на тертя можна обчислити лінію п'єзометричного рівня. Оскільки у процесу руху води втрачається певна енергія, напір буде меншим ніж у ситуації, коли закриті крани, тому ця лінія завжди буде поступово знижуватися у напрямку від джерела. Проте важливо, щоб ця лінія завжди була над поверхнею землі (в ідеалі 10 метрів чи більше для того, щоб повітря утримувалося у розчині або, якщо ні, то потрібно використовувати випускні повітряні клапани), оскільки захід під землю спричиняє від'ємний тиск та ефект сифонування, що може занести повітряне або ґрунтове забруднення через погані стики труб і заблокувати потік. Лінія п'єзометричного рівня також має закінчуватися над останнім краном у системі так, щоб зайвий (залишковий) тиск був у найвіддаленішій точці. Це забезпечує, що вода буде текти із достатньою швидкістю через кран (що додаватиме певну втрату енергії, яка буде варіюватися залежно від виду крану), при цьому враховуючи будь-які розбіжності в реальних ділянках трубопроводу. Поширеним правилом є планувати щонайменше п'ять метрів залишкового тиску над кранами у більших гравітаційних системах; проте в гострих надзвичайних ситуаціях на невеликі відстані потрібно менше залишкового тиску (наприклад, зазвичай достатньо одного метру вертикальної відстані між основою балону та кранами для того, щоб виконати індикатори щодо швидкості потоку, рекомендовані проєктом «Сфера»). Також може бути занадто багато тиску у крані. Там, де залишковий тиск становить понад 65 метрів, потрібно встановити обмеження у трубопроводі для зменшення цього тиску.

Матеріали: Необхідні матеріали залежать від конкретної гравітаційної системи, які зазвичай включають труби, арматуру, резервуари та крани **(див. Т.7 та Т.8)**.

Придатність: Під час гострого етапу реагування часто використовується коротка протяжність труби до кранів, тому на початку детальний проєкт не є таким важливим. У випадку більших систем надзвичайно важливими є ретельне топографічне дослідження та проєктування, тому для їх впровадження потрібно більше часу. У такому разі швидкі топографічні підрахунки із використанням даних про висоти точок рельєфу місцевості, отримані за допомогою GPS чи супутників, не будуть точними. Це означає, що такі великі системи є більш доречними для етапів стабілізації та відновлення. Системи з гравітаційним потоком є особливо підходящими у районах із різною топографією (наприклад, пагорби, гори).

Експлуатація та обслуговування: Потреби в експлуатації та обслуговуванні будуть варіюватися залежно від виду гравітаційної системи, хоча загалом будуть передбачати ремонт труб і заміну кранів **(див. Т.7 та Т.8)**.

Здоров'я та безпека: Занепокоєння щодо здоров'я та безпеки пов'язані з видом встановленої гравітаційної системи та зазвичай передбачають будівництво резервуару чи роботи з викопування траншей для труб **(див. Т.7 та Т.8).**

Витрати: Гравітація – це безкоштовне джерело енергії. Залежно від розміру системи капітальні затрати на схеми, які ґрунтуються на гравітації, зазвичай є вищими ніж витрати на ті схеми, які видобувають воду із підземних джерел. Так трапляється переважно через вартість довгих трубопроводів із джерел на підвищенні вниз до поселень і частково через вартість надання резервуарів для зберігання. Натомість операційні витрати із плином часу зазвичай є низькими.

Соціальні та екологічні аспекти: Гравітація добре сприймається, оскільки є безкоштовним джерелом енергії, що може зменшити поточні витрати. Вона є екологічно привабливою, оскільки зменшує потребу у викачуванні води насосами із використанням енергії, отриманої з викопних видів палива, що має більший вплив на викиди вуглекислих газів із системи, а також на якість повітря загалом.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Має менші витрати на експлуатацію та обслуговування і операційні витрати

⊕ Забезпечує більш надійну роботу, оскільки не залежить від постачання палива або ремонту насосів

⊖ Потрібна природна різниця у висотах для функціонування, тому не скрізь застосовно

⊖ Може потребувати альтернативні джерела енергії для підтримки

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 213**

Системи з ручним приводом

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Видобуток і транспортування води із використанням людської сили
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	

Система з ручним приводом ґрунтується на використанні людської сили. На гострому етапі надзвичайної ситуації людська енергія часто обмежена транспортуванням води, тоді як питаннями постачання та очищення займаються централізовано із метою забезпечення достатньої кількості води бажаної якості. Видобуток, транспортування та очищення із використанням людської енергії можна використовувати на всіх етапах реагування, і вони є поширеними під час гострих надзвичайних ситуацій, особливо, стихійних лих, коли це може бути єдиним доступним протягом певного періоду часу джерелом енергії.

Людська енергія, яка орієнтовно становить 70 Вт (у випадку дорослого чоловіка) протягом тривалого періоду часу (наприклад, 8 годин), – це безкоштовне джерело енергії, яке може зменшити поточні фінансові витрати на систему водопостачання. Найчастіше такі системи експлуатують жінки та діти (наприклад, для збору і транспортування води), і відповідні технології потрібно розробляти, пам'ятаючи про ці дві групи. Вартість системи з ручним приводом в основному вимірюється часом і фізичними витратами, особливо, у випадку жінок і дітей. У разі водопостачання людська енергія найбільш широко використовується для викачування води насосами для пиття та зрошування, а також для транспортування води та її очищення на рівні домогосподарства **(див. розділ Б)**.

Проєктні міркування: Розробка будь-якої системи з ручним приводом обмежена тим фактом, що вона буде використовувати лише людську енергію, і проєктні міркування як правило зосереджують увагу на технологіях видобутку води **(див. розділ В)**. Захищені глибокі криниці **(3.7)** та захищені свердловини **(3.8)** зазвичай закриваються насосом, що зменшує потенціал забруднення. Коли цим насосом оперують вручну, проєкт має гарантувати, що воду можна накачати із використанням лише людської сили. Ключовим критерієм є те, чи можливо експлуатувати насос лише за наявності однієї людини або двох (наприклад, у випадку канатного насосу).

Існують параметри проєкту, які можуть сприяти викачуванню води насосом із використанням людської сили з різних глибин (наприклад, наявність труб меншого діаметру або важелів для механічної зручності) та для забезпечення різних швидкостей потоку (наприклад, ручні насоси на противагу ножних насосів). Коли потрібні більші об'єми води, перевага віддається ножним насосам, оскільки їх зазвичай не так важко експлуатувати, тому що вони залучають більші частини тіла (ноги). Вакуумні насоси підходять для розташованих близько до поверхні підземних вод на глибині від шести до семи метрів і включають як ножні, так і ручні насоси **(див. В.2)**. За межами глибини висмоктування та на глибині до близько 15 метрів користувач може безпосередньо підняти воду по трубі із використанням насосів прямої дії

(В.3). Для глибини понад 15 метрів і до 45 метрів потрібно додавати механічні важелі для спрощення роботи, тоді як кінематичні механізми можуть дозволити відкачувати воду насосами із глибин понад 45 метрів і до 90 метрів **(див. В.4).** Це вважається лімітом для видобутку води з використанням людської сили. Проєктні міркування також можуть застосовуватися до транспортування та очищення води, проте у такому разі може так статися, що самі користувачі вносять зміни до проєкту. Наприклад, круглі каністри можна модифікувати так, щоб їх можна було котити по землі, або продавці води транспортують воду тачками чи візками **(Т.1, Т.2)**.

Матеріали: Необхідні матеріали залежать від того, який саме метод із використанням людської сили буде використовуватися (наприклад, який вид насосу чи контейнеру для води).

Придатність: Людська сила може бути доречною для видобутку, транспортування та очищення води. Вона часто є більш ефективною на рівні домогосподарства та в контексті сільських громад, де є обмежений доступ до інших джерел енергії, обмежені фінансові ресурси та там, де попит на воду є меншим. На противагу під час гострих надзвичайних ситуацій та/або в умовах міста густота населення часто є набагато вищою. У такому разі людська сила переважно використовується для транспортування води з джерела (наприклад, вода в кранах), тоді як водопостачанням та очищенням займаються у центральній локації, де можна гарантувати якість та кількість води. Такі централізовані очищення та постачання є необхідними, тому що в таких ситуаціях часто є обмежена кількість справжніх водних точок (таких як криниці чи ручні насоси), які є доступними, порівняно з густотою населення, а також потік води із джерел із використанням людської сили був надзвичайно обмеженим. Із метою уникнення черг і конфлікту один ручний насос має обслуговувати не більше 500 осіб під час гострого етапу реагування і з огляду на те, що один ручний насос зазвичай може видобувати лише 1 м^3/год. До того ж, висока густота населення може становити суттєвий ризик забруднення, особливо, для розташованих близько до поверхні джерел підземних вод. Проте контекст є важливим, і є ситуації, коли ручні насоси стають частиною стратегії водопостачання в умовах надзвичайної ситуації на гострому етапі.

Експлуатація та обслуговування: Використання людської сили зрештою залежить від харчування та стану здоров'я населення, тому багато аспектів експлуатації та обслуговування стосуються здоров'я осіб, які оперують системою. Щодо обладнання з використанням людської сили, рівень експлуатації та обслуговування буде варіюватися залежно від виду системи, яка використовується, що найчастіше передбачає насоси з ручним управлінням. Хоча джерело енергії є безкоштовним у цьому випадку, понад одна п'ята насосів з ручним управлінням не залишається функціональною із часом. Існує багато причин для цього, у тому числі технічні питання стосовно підземних вод чи свердловин (наприклад, корозійні підземні води чи поганий проєкт свердловини) або стосовно самого насосу (наприклад, якість насосних матеріалів чи строк використання насосу) або з багатьох інших причин (наприклад, питання, пов'язані з управлінням, моніторингом, фінансами, корупцією, доступом до обладнання або наявністю навичок, необхідних для ремонту). Це подібний рівень функціональності, як і у випадку інших видів мереж водопостачання, проте із безкоштовним джерелом енергії, що не обов'язково є синонімом кращої функціональності.

Здоров'я та безпека: Занепокоєння щодо здоров'я та безпеки відносно використання людської сили як джерела енергії можуть включати надмірний видобуток (особливо у випадку жінок і дітей) через непомірну енергію, необхідну для підняття води з глибших свердловин, що є суттєвим ризиком у більш гарячому кліматі та/або в кліматі з вищою вологістю. Транспортування води також може бути фізично небезпечним, особливо, неподалік від відкритих водойм або на доріжках, які є крутими чи слизькими, і тоді можуть існувати ризики щодо безпеки для жінок, якщо джерело знаходиться далеко та є небезпечним. У такому випадку важливо розглянути, чи всі члени суспільства здатні використовувати системи водопостачання **(див. Х.15)**. Транспортування води вручну потребує заповнення та випорожнення невеликих побутових контейнерів для води **(див. Т.1)**, і цей процес може забруднити воду.

Витрати: Використання людської енергії може позитивно впливати на регулярні фінансові витрати. Це не означає, що ці системи не передбачають регулярні витрати, оскільки праця має притаманні їй витрати для особи, яка працює, що зрештою забезпечує цінність як для домогосподарства, так і для громади загалом.

Соціальні та екологічні аспекти: Людська енергія як джерело енергії добре розуміється та приймається користувачами. Проте існують нефінансові витрати, пов'язані з використанням людської енергії, які потрібно брати до уваги, оскільки жінки виконують більшість завдань, пов'язаних із видобутком та транспортуванням води. Хоча лише жіноче спілкування біля водних пунктів може мати соціальні переваги, така нерівна гендерна роль також призводить до виникнення можливих фізичних ризиків, а також економічного та освітнього впливу, коли менше часу витрачається на більш продуктивні завдання (наприклад, школу, роботу). Потрібно приділяти належну увагу тому, щоб були запроваджені захисні заходи задля гарантування того, що жінки можуть безпечно користуватися установами водопостачання.

Сильні та слабкі сторони:

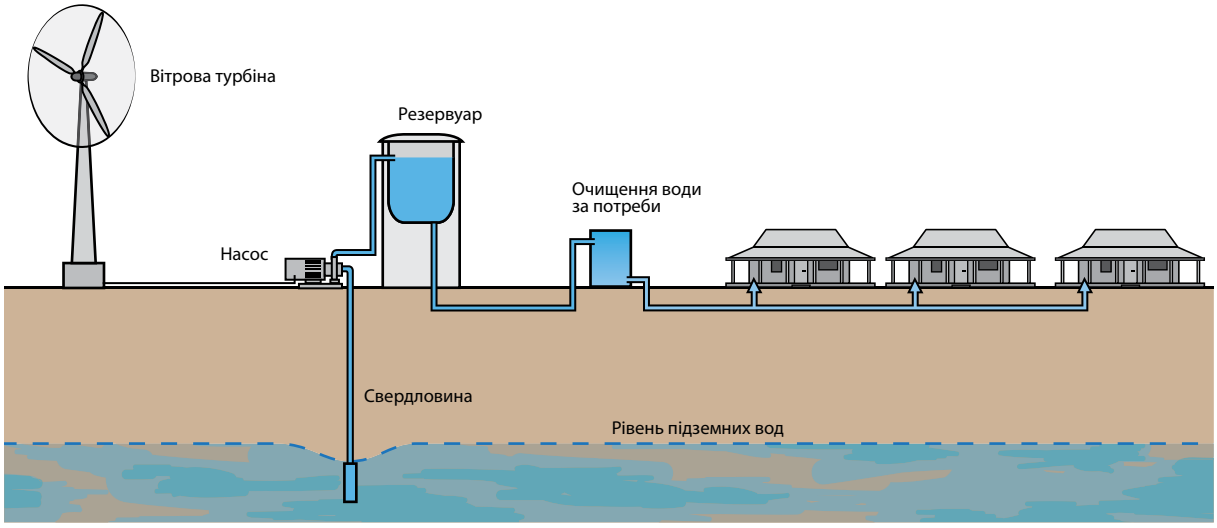
⊕ Має низькі регулярні витрати
⊕ Зазвичай використовується разом з інфраструктурою, яка є менш технологічною та має менші інвестиційні затрати
⊕ Низький рівень викиду парникових газів

⊖ Вироблена енергія є обмеженою, що натомість обмежує кількість води, яку можна видобути чи транспортувати
⊖ Має особливі ризики для здоров'я, такі як надмірний видобуток, фізичні та захисні загрози
⊖ Може сприяти погіршенню ситуації з гендерною нерівністю

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 213**

Вітряна енергетична система

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ★★ Стабілізація ★★ Відновлення	★ Домогосподарство ★★ Район Місто	★ Домогосподарство ★★ Спільний ★★ Суспільний/ державний	Видобуток і транспортування води із використанням вітряної енергії
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
★★ Середня	★★★ Висока	★★★ Високий	



Вітрова енергетична система використовує вітрову енергію або безпосередньо (наприклад, для механічного приведення насосного механізму в дію), або опосередковано (для продукування електроенергії, яку можна використовувати чи зберігати). Якщо ця система ще не запроваджена на місці, то вона не дуже підходить для гострого етапу реагування, хоча і може бути підходящим варіантом для забезпечення більш сталої енергії у довгостроковій перспективі.

Вітрова енергія може зменшувати операційні витрати системи водопостачання. У типовій простій системі вітер обертає турбіну, часто встановлену на вежу, для підняття води. Це може бути лише проста система для підняття поверхневої води на невелику відстань для зрошування, хоча зазвичай це передбачає підняття підземних вод на поверхню із використанням насосного механізму.

Проєктні міркування: Механічні (прямі) вітрові насосні системи працюють, фізично з'єднуючи вітрову турбіну з лопатями безпосередньо з механічною насосною системою (зазвичай поршневий насос із плунжером, **див. В.2, В.4**). Проте у цій системі свердловина має бути розташована в ідеальній локації для максимально ефективного використання швидкості вітру, і може бути складно співвіднести енергетичні характеристики турбіни з видом насосу, що означає, що енергія не передається ефективно на всіх швидкостях вітру.

Вітряно-електричні (непрямі) насосні системи, які продукують енергію для зберігання, є більш ефективними із використанням або прямо потокових насосів, або стандартних трьохфазних центробіжних насосів із перемінним током. Насоси з перемінним током можна експлуатувати безпосередньо із використанням енергії через генератор на постійному магніті, під'єднаний напряму до мотору насосу. Функціонування є можливим, оскільки стандартні насоси можуть працювати із різними швидкостями, якщо вольтаж та частота також варіюються, як і трапляється у цьому випадку. У такій системі більш ефективне співвідношення вимог щодо енергії є перевагою (коли турбіна та робочі колеса в насосі мають подібні рівні збільшення швидкості обертання), як і здатність зменшувати вплив насосу на турбіну. Проте компенсаційний насос може страждати від падіння напруги вздовж довших електричних кабелів, але якщо турбіна отримує вищі швидкості вітру у зміщеному положенні, додаткова енергія може компенсувати втрати в кабелях для загального позитивного енергетичного балансу.

Окреслені проєктні розрахунки стосуються як механічних, так і електричних систем. Вода використовується як запас енергії, коли більше води качають у більш вітряні дні, яку потім можна випустити в систему з використанням гравітації у дні, коли вітер стихає та робота насосів є менш ефективною. Для того, щоб це працювало, резервуар для

зберігання має мати спроможність утримувати запас води для задоволення попиту протягом щонайменше трьох днів. Як запасний варіант для невітряних днів також можна обладнати криниці ручним насосом **(див. Д.8)**. Максимальний потік під час найоптимальніших вітряних умов має бути сумісним із проєктом свердловини, коли швидкість по екранах не повинна перевищувати 0,03 м/с та коли зниження рівня підземних вод все ще лишається сталим **(див. 3.8)**. Оскільки швидкість вітру збільшується пропорційно до висоти над поверхнею землі, турбіни встановлюють на вежах. Точна висота та місце розташування вежі мають забезпечувати відсутність перешкод для турбіни, тобто її потрібно встановити так, щоб ротор був як мінімум на 10 метрів вище та на відстані 100 метрів від будь-яких найближчих дерев та будівель. Для попередження пошкоджень від надмірного обертання за вітрів із швидкістю понад 13 м/с, турбіни потрібно обладнати автоматичним механізмом, який згортає лопаті (відвертає їх від вітру) із використанням різноманітних активних чи пасивних заходів, передбачених проєктом. Також потрібно включити можливість переходу на ручне управління.

Окрім качання води, вітряна енергія може використовуватися для генерування електроенергії для інших процесів (наприклад, певних систем очищення води) або для постачання в електромережу. Енергію можна зберігати із використанням акумуляторів (наприклад, у гібридних системах, які також використовують сонячну енергію), хоча з огляду на вартість, короткий строк експлуатації та неминучі втрати енергії, які мають місце під час зберігання енергії з використанням акумуляторів, загалом краще уникати використання акумуляторів шляхом розробки добре продуманої насосної системи разом із достатніми можливостями для зберігання.

Матеріали: Необхідні матеріали включають турбіну, допоміжну вежу, насосний механізм (який може варіюватися), достатньо можливостей для зберігання води із метою вирішення питання коливань та, коли цього неможливо уникнути, акумулятори.

Придатність: Для того, щоб вітер став ефективним джерелом енергії, у місці розташування повинно бути достатньо вітру. Тому потрібно провести оцінювання вітру, проте необхідно обережно підходити до трактування місцевих даних, які часто можуть бути заниженими, особливо, якщо метеорологічні станції перебувають у поганому стані, як часто і трапляється. Вид насосів та вітряні умови потрібно ретельно співвідносити. У випадку механічних насосів, оптимізованих для низьких швидкостей вітру та забезпечуючих воду у більшість днів, необхідна мінімальна середня швидкість вітру становить 2,5 м/с, тоді як електричні центробіжні насоси **(див. В.8)** потребують середньої швидкості у щонайменше 4 м/с. З огляду на таку варіативність та потребу ретельного аналізу проєкту, вітряна енергія не дуже підходить для гострого етапу реагування, якщо тільки існуючі вітряні насоси не є функціональними. Вітряна енергія зазвичай краще підходить для середньо- і довгострокових етапів стабілізації і відновлення.

Експлуатація та обслуговування: Вітряні турбіни можуть працювати впродовж довгого періоду часу із мінімальним обслуговуванням, якщо початкові налаштування забезпечують гарне змащування шестерні та рушійних механізмів і якщо крила і лопаті захищені від корозії. Лопаті і підшипники турбіни потрібно перевіряти і замінювати щонайменше кожні 10 років, чого має вистачити для більшості надзвичайних ситуацій по тривалості. Насос зазвичай потребує більш інтенсивного обслуговування; механічні з'єднання між турбіною та насосом, зокрема, відповідають за орієнтовно 40% всіх потреб в обслуговуванні. До того ж поршневі кільця потрібно замінювати кожен рік чи кожні два роки.

Здоров'я та безпека: Питання здоров'я та безпеки стосуються безпечного проєктування та будівництва структури вежі. Якщо використовуються акумуляторні системи, вони мають розміщуватися у місці з обмеженим доступом із метою уникнення ризиків ураження електричним струмом.

Витрати: З одного боку, капітальні витрати на вітряну насосну систему є високими, зазвичай вони варіюються від 35 000 і 60 000 доларів США до 120 000 доларів США для більшої вітряної електричної системи на рівні громади (включаючи зберігання та транспортування). З іншого боку, витрати на обслуговування механічних вітряних систем є помірними (орієнтовно 0,8 – 1,5 доларів США на особу на рік), що є порівнюваним з іншими електричними системами.що є сумірним з іншими електричними системами. За наявності такої компенсаційної переваги вітряні електричні системи можуть бути варіантом найменших затрат, наприклад, там, де «м⁴» (щоденний обсяг, необхідний у м³, помножений на насосну одиницю у метрах) варіюється від 200 до 10 000, де середня річна швидкість вітру на 10 метрах становить 4 м/с, де інші паливні насосні системи виявилися проблематичними у використанні та де електромережа розташована на відстані понад 2 км. Окрім фінансових витрат, вибір відновлюваного джерела енергії має набагато нижчі постійні екологічні витрати, та подібно до сонячної енергії це має бути ключовим (якщо не вирішальним) проєктним міркуванням.

Соціальні та екологічні аспекти: Вітер – це відносно неперевірений ресурс, проте він має бути несуперечливим, особливо, у процесі того, як захист навколишнього середовища привертає все більше уваги. З екологічної точки зору вітер – це відновлюване джерело енергії, яке зменшує потребу у використанні енергії, отриманої з використанням викопного палива, таким чином зменшуючи внесок системи у загальні викиди парникових газів та покращуючи якість повітря. Проте турбіни можуть впливати на мігруючих птахів залежно від розміру роторів, висоти вежі та місця розташування вітряної станції. З точки зору соціального прийняття турбіни можуть вважатися зовнішньо непривабливими, а шум від працюючих турбін може вважатися незручністю для осіб, які проживають недалеко від них, однак це може бути не дуже актуальним в умовах надзвичайної ситуації.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Використовує відновлювану енергію, екологічний варіант отримання енергії

⊕ IПотребує відносно небагато обслуговування

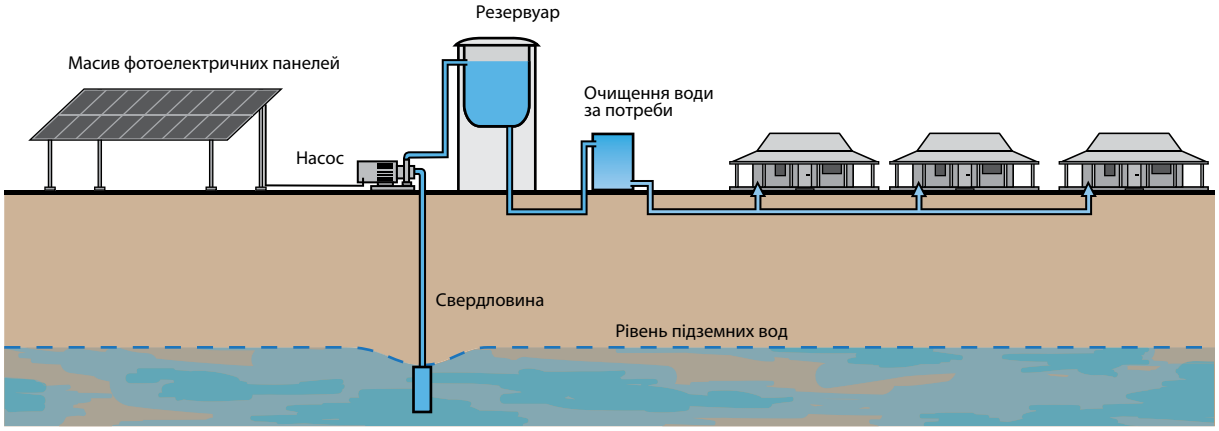
⊖ Має більше вимог щодо зберігання із метою компенсування непостійного електропостачання

⊖ Має відносно високі початкові затрати на обладнання

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 213**

Сонячна енергетична система

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
★ Гострий етап реагування ★★ Стабілізація ★★ Відновлення	★ Домогосподарство ★★ Район ★★ Місто	★ Домогосподарство ★★ Спільний ★★ Суспільний/державний	Видобуток і транспортування води із використанням сонячної енергії
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
★★ Середня	★★ Середня	★★★ Високий	



Сонячна електроенергія генерується, коли фотоелектричні панелі (ФП) перетворюють сонячну енергію в електроенергію, яка тоді живить герметичний або поверхневий насос для видобутку неочищеної води. Насосні системи, які працюють на сонячній енергії, потрібно комбінувати з резервуаром для зберігання води, розміщеним на підвищенні (або, якщо це неминуче, з акумуляторами), для зберігання енергії, забезпечуючи постійне водопостачання у хмарні дні та вночі.

ФП зазвичай виготовлені з кремнію та встановлюються разом під захисним склом для того, щоб сформувати ФП модуль. Зазвичай кілька таких модулів встановлюють разом для формування масиву фотоелектричних панелей, в якому загальна кількість залежить від кількості води, яку потрібно постачати в день, загального динамічного напору у схемі водопостачання та доступної сонячної енергії. Загальну кількість сонячної енергії, зазвичай доступної в районі протягом дня, називають піковими сонячними годинами, і це поняття відрізняється від поняття годин денного світла, оскільки інтенсивність сонячного випромінення змінюється впродовж дня. Наприклад, у районах в локаціях, де в середньому є вісім годин денного світла, середні пікові сонячні години можуть бути набагато меншими. Визначення річних та сезонних середніх пікових сонячних годин є важливим для ухвалення рішення про те, чи сонячні панелі будуть підходящим джерелом енергії в районі. Чим менше доступних пікових сонячних годин, тим вищими будуть інвестиційні затрати, оскільки потрібна буде більша кількість ФП панелей. Зазвичай насосні системи, які працюють на сонячній енергії, потребують щонайменше 3–4 кВт/м2 пікових сонячних годин для того, щоб це було підходящим варіантом для водопостачання у громаді.

Проєктні міркування: Окрім географічного розташування, пікових сонячних годин та доступного простору на локації, інші проєктні міркування насосної системи, яка працює на сонячній енергії, є такими самими, що і у випадку будь-якої іншої схеми водопостачання, яка працює від генератора або електромережі (наприклад, гарантований запас води у водному пункті, зниження рівня води та повний динамічний напір). Сонячні панелі мають бути постійно під сонячним світлом для виробництва максимальної кількості сонячної електроенергії. Електроенергія, яка генерується сонячною енергією у хмарні дні, суттєво менша (зазвичай на 25–40% порівняно з сонячними днями). Для максимізації прямого випромінювання сонячні масиви потрібно безпечно встановити на похилій основі у напрямку екватора під кутом нахилу, рівному широті розташування локації, та в районі без дерев або будівель поблизу для того, щоб не дозволити тіні потрапляти на панелі. Сонячні панелі також мають бути захищені від сильних вітрів, буревіїв із блискавками, падаючих об'єктів (наприклад, гілок дерев) та крадіжок.

Існують різноманітні пакети програмного забезпечення, які можуть допомагати із розробкою проєкту систем, що працюють на сонячній енергії. Таке програмне забезпечення обчислює всі фактори та географічні особливості і пропонує проєкти, в яких враховано розташування сонячних панелей, енергію, розмір кабелів, моделі інверторів чи механізмів управління, насоси та баланс між компонентами системи. Такі рішення на основі програмного забезпечення гарантують, що діяльність та електричні характеристики компонентів відповідають один одному, так щоб були очікувані електричні та водні вихідні дані. Електроенергія, яка генерується системами ФП, перебуває у формі постійного струму. Для моторів змінного струму потрібно встановлювати інвертори для зміни постачання з постійного струму на змінний. Стандартні інвертори не варто використовувати, натомість краще використовувати частотно-регульований електропривід, який буде

варіювати необхідну напругу та частотність (підходить для менших однофазних насосів без пускових конденсаторів або для будь-якого трифазного насосу).

Матеріали: Сонячні панелі гарної якості, інвертори, механізми управління, водні насоси, труби та баланс компонентів системи (кабелі, перемикачі тощо) можна знайти у більшості країн. Через розповсюдженість підробних та погано функціонуючих сонячних матеріалів (особливо сонячних панелей) надзвичайно важливо переконатися в тому, що придбані матеріали виробляються відповідно до належних специфікацій і міжнародних стандартів задля забезпечення тривалої та правильної функціональності.

Придатність: В умовах надзвичайної ситуації можливо ефективно пришвидшити процес встановлення насосної системи, яка працює на сонячній енергії, шляхом обладнання існуючих ручних свердловин, що є реальним, коли рівень підземних вод у свердловині є достатнім для обслуговування цільової кількості бенефіціарів та відомі технічні специфікації свердловини. Обсяг застосування насосної системи, яка працює на сонячній енергії, на гострому етапі реагування значно покращується із використанням сонячних насосних наборів для надзвичайної ситуації, які містять всі необхідні компоненти. Насосні станції, які працюють на сонячній енергії, підходять для великої кількості різних потреб у воді. Одна схема насосної станції, яка працює на сонячній енергії, може забезпечувати постачанням громаду від 50 домогосподарств до цілих міст чи таборів із населенням у понад 100 000 осіб. Оскільки насоси, які працюють на сонячній енергії, можуть викачувати підземні води з глибини від 5 метрів і до 500 метрів (висота відкачування) та з інверторами, зробленими на застосунках сонячного викачування води для того, щоб відповідати насосам у понад 210 кВт, практично будь-яку схему водопостачання можна перевести на сонячну енергію у гуманітарному контексті. Резервуари для зберігання води **(T.5, T.6)** потрібно включити до системи водопостачання на ті періоди часу, коли насос не працює (наприклад, у хмарні дні та вночі), а також для збалансування щоденних коливань у попиті. У проєкті насосної станції, яка працює на сонячній енергії, об'єм резервуару для зберігання води зазвичай покриває як мінімум два дні водопостачання для громади, тоді як резервуар виступає як акумулятор для постачання води із використанням гравітації за потреби. За умови відсутності достатньої спроможності для зберігання води на підвищенні, існують різні запасні варіанти щодо енергопостачання. Проте акумулятори зменшують ефективність насосної системи, яка працює на сонячній енергії та збільшують витрати, а також вимоги щодо функціонування та обслуговування і заміни деталей. Як альтернативний варіант насосну систему, яка працює на сонячній енергії, можна зробити гібридною шляхом поєднання різних джерел енергії (наприклад, електромережа або дизельний генератор разом із сонячною енергією). Різні виробники пропонують поршневі **(B.4)**, шнекові **(B.5)**, мембранні **(B.6)** та динамічні лопатеві радіальні проточні **(B.8)** насоси як герметичні насоси, які працюють на сонячній енергії.

Експлуатація та обслуговування: Тоді як сонячна панель гарної якості має гарантію на 25 років та потребує лише простого обслуговування, акумулятори (якщо вони використовуються), інвертори та насоси потребують більш частого обслуговування висококваліфікованими операторами. Систему потрібно час від часу оглядати для перевірки швидкості викачування, стану панелей, резервуарів для зберігання води та труб. Обслуговування передбачає регулярне очищення панелей від бруду та пилу і захист панелей від пошкоджень із боку тварин і людей. Потрібно встановити надійну огорожу навколо сонячних панелей для попередження крадіжок чи актів вандалізму. Із метою забезпечення регулярного профілактичного обслуговування та оперативного ремонту рекомендовано укласти договори із компетентними підрядниками на обслуговування після продажу. Добре спроєктована насосна система, яка працює на сонячній енергії, із гарним обслуговуванням може працювати понад 10 років без будь-яких суттєвих проблем.

Здоров'я та безпека: Ураження електричним струмом можливе у схемах із масивами сонячних панелей, до складу яких входить більше ніж всього декілька панелей, тому у ході проведення ремонтних робіт доступ має бути лише у кваліфікованих техніків із належним захисним спорядженням. У критичних точках схеми потрібно встановити перемикачі прямого струму для ізоляції різних компонентів та забезпечення електричної безпеки.

Витрати: Капітальні витрати на насосну станцію, яка працює на сонячній енергії, суттєво варіюються залежно від розміру системи, сягаючи від кількох тисяч доларів США до понад 100 000 доларів США, при цьому масив сонячних панелей – це зазвичай найдорожчий компонент. Високий потенціал зменшення витрат порівняно із іншими насосними технологіями (особливо тими, які працюють на дизелі) реалізується, якщо аналіз ґрунтується на витратах впродовж строку експлуатації схеми, а не лише капітальних витратах при встановленні. Тоді як капітальні витрати зазвичай будуть вищими ніж витрати на відповідні схеми із дизельними генераторами, дослідження показують, що насосна станція, яка працює на сонячній енергії, пропонує високий потенціал щодо зменшення витрат із плином часу, і прибуток від інвестицій зазвичай проявляється через 1 — 4 роки.

Соціальні та екологічні аспекти: Насосні станції, які працюють на сонячній енергії, – це технологія, яка добре приймається населенням. Як відновлюване джерело енергії вона зменшує потребу в енергії, отриманої з використанням викопного палива, таким чином зменшуючи частку системи у викидах парникових газів та покращуючи якість повітря. Насосні станції, які працюють на сонячній енергії, також мають низькі операційні витрати, а функціонування і використання є простими і надійними.

Сильні та слабкі сторони:

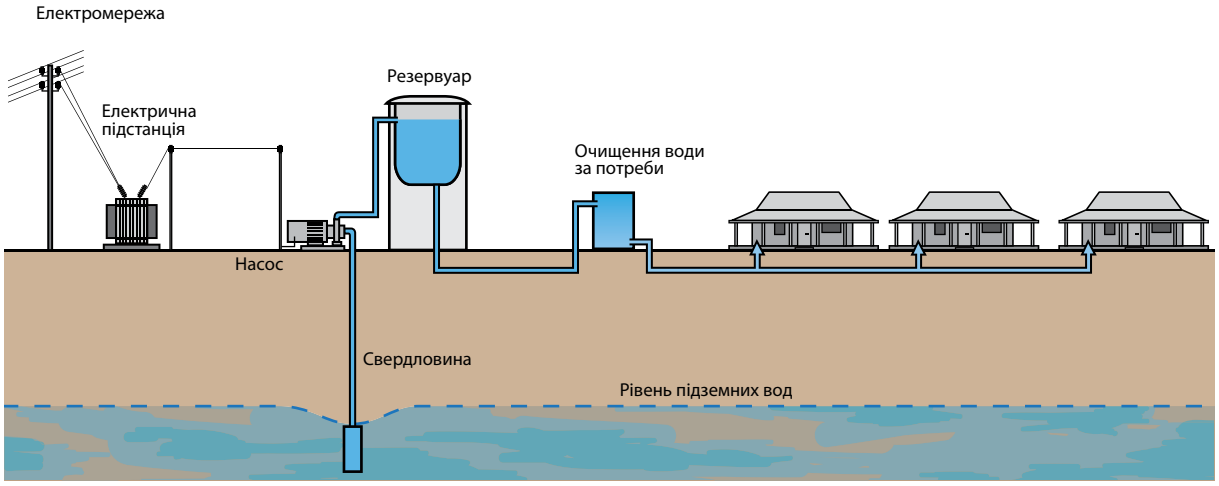
⊕ Надійні, довготривалі та ефективні системи з простими функціонуванням і обслуговуванням та безкоштовним відновлюваним джерелом енергії
⊕ Модульні системи можна співвіднести із необхідним водопостачанням
⊕ Відсутність залежності від системи нерегулярного чи дорогого постачання палива, а також відсутність забруднення чи шуму

⊖ Високі капітальні інвестиції, у тому числі ризик крадіжки панелей, які є цінним товаром у певних районах
⊖ Загалом потребує більших спроможностей щодо зберігання води, ніж еквівалентні дизельні системи
⊖ Залежить від рівня сонячного випромінювання
⊖ Запасні деталі та компетентні техніки часто наявні лише на рівні столиці

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 213**

Енергетична система на основі електропостачання

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
* Гострий етап реагування ** Стабілізація ** Відновлення	Домогосподарство * Район ** Місто	Домогосподарство Спільний ** Суспільний/ державний	Видобуток і транспортування води із використанням електропостачання з мережі
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
*** Висока	*** Висока	*** Високий	



Енергетична система на основі електропостачання використовує електроенергію із мережі для відкачування, транспортування чи очищення води. Це джерело енергії підходить для всіх етапів надзвичайної ситуації, проте не завжди може бути доступним (наприклад, на гострому етапі після стихійного лиха).

У невеликому місцевому масштабі електроенергія, яка виробляється набором сонячних панелей **(див. Д.10)** чи одним дизельним генератором **(див. Д.12)**, може живити просту систему водопостачання, таку як насос у свердловині. Електроенергія у більшому масштабі зазвичай виробляється централізовано та постачається у лінії електропередачі. Тоді як така електроенергія може все одно вироблятися кількома дизельними генераторами чи іншими способами (наприклад, сонячною, вітряною чи гідроенергією), функціонування та обслуговування є централізованими, та енергія постачається у мережу для використання у більшому районі.

Проєктні міркування: У випадку водопостачання електроенергія переважно використовується для викачування води, хоча вона може також використовуватися для інших процесів, таких як очищення води **(див. розділ О)**. Ключові проєктні міркування енергетичної системи на основі електропостачання пов'язані з тим, чи необхідне постачання є прямим струмом чи змінним струмом, а у випадку останнього – чи однофазним чи трифазним. Усі види постачання можуть використовуватися для мереж водопостачання, і вибір залежить від контексту і вимог щодо енергії. Наприклад, енергія із прямим струмом надає електричний струм лише в одному напрямку і є видом енергії, що виробляється сонячною панеллю для ефективного живлення насосу змінного струму. Проте постачання прямого струму обмежене відстанню, на яку можна передавати енергію без непомірних втрат енергії, тому розмір кабелів є важливим.

У випадку енергії змінного струму, напруга та струм періодично змінюють напрям і є видом енергії з мережі, яка живить більш поширені насоси змінного струму. Така зміна напрямку створює хвилю, яка може мати різні висоти (які називають амплітудою, вимірювання того, наскільки напруга має місце зверху чи знизу кожної хвилі) та частоту (кількість хвиль на хвилину). До того ж кількість хвиль у будь-який момент часу називають фазою. Одна

фаза виробляється із використанням одного дроту під напругою для створення однієї хвилі (230 вольт), тоді як три фази виробляються із використанням трьох дротів під напругою для одночасного створення трьох хвиль, які зміщені в часі (415 вольт). Трифазний струм використовується, коли потрібно більше енергії, наприклад, для постачання енергії до ліній електропередачі, а також для великих двигунів і суттєвих навантажень. Прямий струм – це спосіб, який використовується для транспортування електроенергії на великі відстані, оскільки при високій напрузі (понад 110 000 вольт) менше енергії втрачається у процесі передачі. Висока напруга означає нижчий струм, та нижчий струм генерує менше тепла в лінії електропередачі через знижений опір. Змінний струм конвертується із такої високої напруги із використанням трансформаторів у місці призначення перш, ніж використовується енергія. Енергію можна зберігати із використанням акумуляторів, проте зазвичай краще уникати цього через вартість, короткий строк експлуатації та внутрішні втрати енергії, які трапляються під час зберігання в акумуляторі через добре спроєктовану насосну систему разом із належними спроможностями для зберігання.

Матеріали: Вид енергії, що постачається, має співвідноситися з експлуатаційними вимогами обладнання у місці використання. Наприклад, двигун великого мотору із напругою в 415 вольт потребуватиме трифазне електропостачання.

Придатність: Мережева електроенергія підходить для всіх етапів реагування, хоча не завжди може бути наявною на гострому етапі, якщо лінії електропостачання чи електростанції зазнали впливу або в районах із частими і тривалими перебоями з електропостачанням. Для реагування на надзвичайну ситуацію та в певних контекстах, не пов'язаних із надзвичайною ситуацією, альтернативні джерела енергії можуть виявитися кращим вибором.

Експлуатація та обслуговування: Електричні насоси можуть функціонувати з мінімальним обслуговуванням, проте потрібно проводити регулярні перевірки струму, напруги та частоти для попередження потенційних проблем. Якщо показники є вищими чи нижчими за норму, потрібно вживати належних кроків щодо електропостачання. Коли електроенергія виробляється місцевим генератором, тягар та витрати на обслуговування будуть суттєво збільшуватися **(див. Д.12)**. Регулятор напруги потрібно встановити для захисту системи від змінної напруги та збоїв з електропостачанням, і доступ до альтернативних джерел енергії також бути корисним у періоди таких перебоїв із електропостачанням.

Здоров'я та безпека: Електроенергія може бути небезпечною. Лише кваліфікований персонал має працювати із мережевим живленням, та потрібно дотримуватися всіх правил щодо здоров'я і безпеки. Якщо робота проводиться віддалено від розподільного щита, то постачання потрібно від'єднати від ізолятора, запобіжники слід зняти, потрібно завжди припускати, що дроти під напругою, допоки їх не перевірять, руки мають бути сухими, всі повинні переконатися в тому, що закінчили працювати і знають про повторне включення, кабелі мають бути належним чином ізольовані та заземлені, а запобіжники та автоматичні вимикачі не мають бути переведені в ручний режим. Якщо використовуються акумуляторні системи, доступ має бути обмежений для уникнення ризиків ураження струмом.

Витрати: Окрім витрат на кВт дійсні операційні витрати для мережевих електричних системи є помірними (0,8 – 1,5 доларів США на особу на рік) і порівнюваними із вітряними енергетичними системами **(Д.9)**. Проте за умови використання дизелю **(Д.12)** безпосередньо для продукування енергії, поточні витрати будуть високими. Окрім фінансових витрат високі екологічні витрати від енергії, яка виробляється із використанням невідновлюваних джерел, потрібно враховувати на етапі проєктування під час вибору джерела енергії.

Соціальні та екологічні міркування: Мережева електроенергія як джерело енергії є дуже поширеним та добре сприймається людьми.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Може вироблятися із використанням відновлюваної енергії, варіант енергії із низьким рівнем викидів парникових газів

⊕ Відносно небагато обслуговування та тому низька загальна вартість для користувачів, коли електроенергія постачається через мережу (обслуговування проводиться на відстані у централізованій локації)

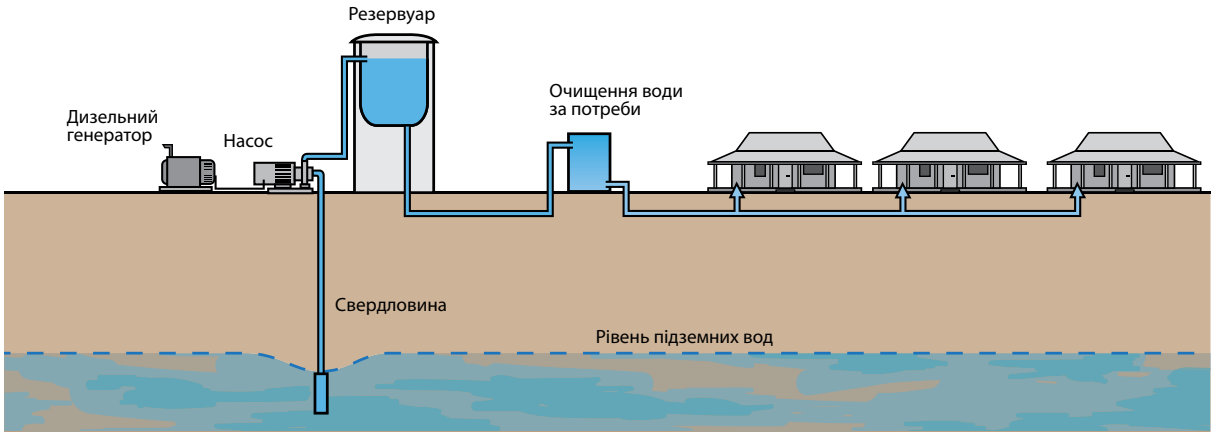
⊖ Може не бути корисним у певних ситуаціях, коли електропостачання є ненадійним

⊖ Потребує спеціалізованого функціонування та обслуговування на централізованому рівні

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 213**

Енергетична система на основі дизелю та бензину

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶ Відновлення	✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶ Місто	✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Видобуток і транспортування води із використанням енергії з викопного палива
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Енергетична система на основі дизелю використовує дизельні двигуни безпосередньо на місці для генерування енергії, необхідної для живлення викачування, транспортування чи очищення води. Це джерело енергії більше підходить для гострих надзвичайних ситуацій, коли мережева електроенергія може не бути доступною відразу ж, проте воно є менш доречним у довгостроковій перспективі через екологічні та фінансові витрати, які постійно накопичуються.

Дизельні двигуни можуть використовуватися для або безпосередньо живлення насосу через механічні з'єднання (наприклад, через клиновий ремінь, прикріплений до шпинделя або обертанням робочого колеса всмоктувально-піднімного насоса), або для вироблення електроенергії для живлення насосів. Це відрізняється від електроенергії, яка виробляється з використанням дизелю, що надсилається в мережу, у тому, що вироблення енергії у цьому випадку залишається місцевим без передачі електроенергії на великі відстані, хоча це пов'язано з вищими вимогами щодо експлуатації та обслуговування.

Проєктні міркування: У випадку водопостачання дизель є поширеним джерелом енергії як для викачування води насосом, так і для постачання енергії для інших процесів очищення (наприклад, дозуючі насоси). Ключовим моментом при проєктуванні систем на основі дизелю є те, чи необхідне постачання має бути або прямим струмом, або змінним струмом. У випадку першого знадобиться конвертер, а у випадку останнього має бути чітко зрозуміло, чи потрібна одна фаза чи три фази. Усі ці варіанти можуть використовуватися для мереж водопостачання, та вибір залежить від умов і вимог щодо постачання енергії **(див. детальнішу інформацію у Д.11).**

Інше важливе проєктне міркування від самого початку є те, як довго буде потрібне постачання енергії на основі дизелю. Дизельна енергія на місці може допомогти на більш гострих етапах надзвичайної ситуації, проте її потрібно вивести з експлуатації для середньо- і довгострокового водопостачання, коли це можливо. Дизельний генератор для відкачування води насосами потрібно правильно виміряти за розміром, щоб можна було постачати достатньо енергії для живлення насосу та для його запуску (коли потрібно більше енергії). Це

передбачає розуміння того, яке загальне обладнання буде отримувати енергію з генератора зараз та в майбутньому, а тоді вимірювання його розміру з огляду на необхідні кВт. У випадку насосів звичним правилом для необхідних кВА є помножити кВт двигуна на два. До того ж вихідна потужність із дизельних генераторів зменшується зі збільшенням температури та висоти. Для врахування цього 1,3% віднімаються за кожні 100 метрів над стандартною висотою (100 метрів за замовчуванням), та 2% віднімаються за кожні 5°C вище стандартної температури (25°C за замовчуванням). Хоча генератор має бути достатньо великим для того, щоб впоратися з початковим обладнанням, варто уникати надмірного розміру для попередження значного споживання палива та нафти. Навантаження потрібно спроєктувати так, щоб воно було щонайменше на рівні 40% від номінальної потужності генератора, оскільки постійна робота з низьким навантаженням спричиняє ризик забиття форсунків вуглецевими відкладеннями із часом від незгорілого палива, що потребуватиме капітального обслуговування для декарбонізації. Із метою збільшення строку експлуатації паливних фільтрів та захисту паливних форсунків, коли дизельне паливо використовується безпосередньо з металевих бочок, металеві каністри мають постояти протягом дванадцяти годин, перш ніж їх можна використовувати, щоб осів осад та відвідна трубка знаходилася подалі від нього.

Матеріали: Окрім дизельного генератора необхідні матеріали залежатимуть від того, який вид обладнання, яке потребує енергопостачання на основі дизелю, буде використовуватися (наприклад, насоси) та як вода буде зберігатися і постачатися.

Придатність: Дизельні генератори підходять для гострих надзвичайних ситуацій, коли електропостачання потрібне вже, а мережеве електропостачання може бути недоступним або можуть спостерігатися перебої в роботі мережі. У довгостроковій перспективі потрібно використовувати інші джерела енергії через кумулятивні екологічні та фінансові витрати, пов'язані з використанням дизелю.

Експлуатація та обслуговування: Дизельні генератори потребують значного обслуговування, включаючи заміну масла та масляних фільтрів кожні 250 годин (або вдвічі швидше, якщо температура повітря становить понад 35°C), заміну повітряного та паливного фільтру кожні 500 годин (або частіше залежно від місцевих умов щодо пилу та якщо паливо забруднене), капітальне обслуговування кожні 1 000 годин, ретельний огляд кожні 10 000 годин та заміну після 35 000 годин роботи. Для надання цих послуг потрібен кваліфікований персонал, проте часто на це не зважають, особливо в умовах надзвичайної ситуації. Гарною практикою є найняти одного фахівця, який буде виконувати ці роботи для всіх генераторів у локації. Наявність кваліфікованого персоналу також означає, що можна виявляти потенційні проблеми у ході того, як вони виникають. Генератори можуть мати цілий ряд проблем або із системою запалювання, або з двигуном, та для пошуку рішень з огляду на симптоми потрібен досвід. Інакше замість аналізу та після цього ремонту поломки некваліфіковані електрики чи механіки схильні «фіксити» проблему, щоб генератор запрацював у короткостроковій перспективі (наприклад, обійшовши контрольні заходи безпеки чи перемикачі), що згодом може призвести до нещасних випадків.

Здоров'я та безпека: Лише кваліфікованому персоналу варто дозволяти працювати з генераторами та дизельними насосами. Район, де працює обладнання, має бути недоступним для загальної громадськості, та має бути екранування для клиноподібних приводних ременів, які швидко рухаються, у насосах із приводом від двигуна. Якщо паливо не зберігається і не зціджується належним чином, воно може спричиняти загрозу забруднення підземних вод. Це можна мінімізувати шляхом зберігання на захищених від протікання бетонних платформах, і потрібен належний дренаж для збору будь-яких протікань чи витоків. Генератори також випромінюють значний шум та дисперсне забруднення, що може бути загрозою для здоров'я осіб, які проживають неподалік.

Витрати: Витрати на обслуговування дизельних систем є як мінімум на 25% вищими ніж витрати на сонячні чи електричні системи (до 2,8 доларів США на особу на рік) через споживання палива та необхідне обслуговування, і це не є економічно обґрунтованим використовувати такі системи довше ніж кілька років. Наприклад, у випадку системи, яка працює на сонячній енергії, зазвичай початкові інвестиції повертаються протягом менше ніж п'яти років порівняно з системою, яка працює на дизелі, що продовжуватиме споживати фінансові ресурси. Екологічні витрати у вигляді викидів вуглекислого газу є також високими у випадку дизеля. Наприклад, досвід табору біженців у Південному Судані продемонстрував, що відкачування води насосами у розмірі 1 000 м³ на день із використанням 10 свердловин із водного горизонту глибиною 40 метрів споживало понад 58 000 літрів дизелю (на рік, еквівалентно до того, щоб об'їхати навколо світу 26 разів дизельним автомобілем).

Соціальні та екологічні аспекти: Дизель як джерело енергії є дуже поширеним та добре сприймається людьми. Проте, якщо користувачі платять за експлуатацію, тоді вищі ціни на пальне можуть призвести до вибору відновлюваних джерел енергії, особливо, в довгостроковій перспективі. Дизельні генератори також можуть спричиняти незручності через високий рівень шуму.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Корисно, коли електропостачання є ненадійним
⊕ Високопродуктивна

⊖ Високі витрати на охорону навколишнього середовища
⊖ Високі поточні фінансові витрати
⊖ Необхідні суттєві експлуатація та обслуговування, для чого потрібен кваліфікований персонал
⊖ Шум та дисперсне забруднення, плюс ризик забруднення ґрунту та води

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 213**

Воду збирають із джерела із використанням системи забору чи відкачування. Кожне джерело води має власний обсяг підходящих систем забору. Деякі системи забору також можуть виступати в якості резервуару для зберігання води та надання певного рівня очищення. Забір можна класифікувати відповідно до джерела води: збір дощової води (3.1, 3.2), збір поверхневих вод (3.3), збір підземних вод (3.4, 3.7, 3.8) та системи, які можуть бути одночасно (або комбінувати елементи) збором як поверхневих, так і близьких до поверхні підземних вод (3.5, 3.6, 3.9).

3.1 Збір дощових вод: збір на підвищеній поверхні
3.2 Збір дощових вод: збір на поверхні
3.3 Збір річкових та озерних вод
3.4 Збір джерельної води
3.5 Дамба для підземних вод
3.6 Фільтрація на березі річки
3.7 Захищена глибока криниця
3.8 Захищена свердловина
3.9 Забір морських вод

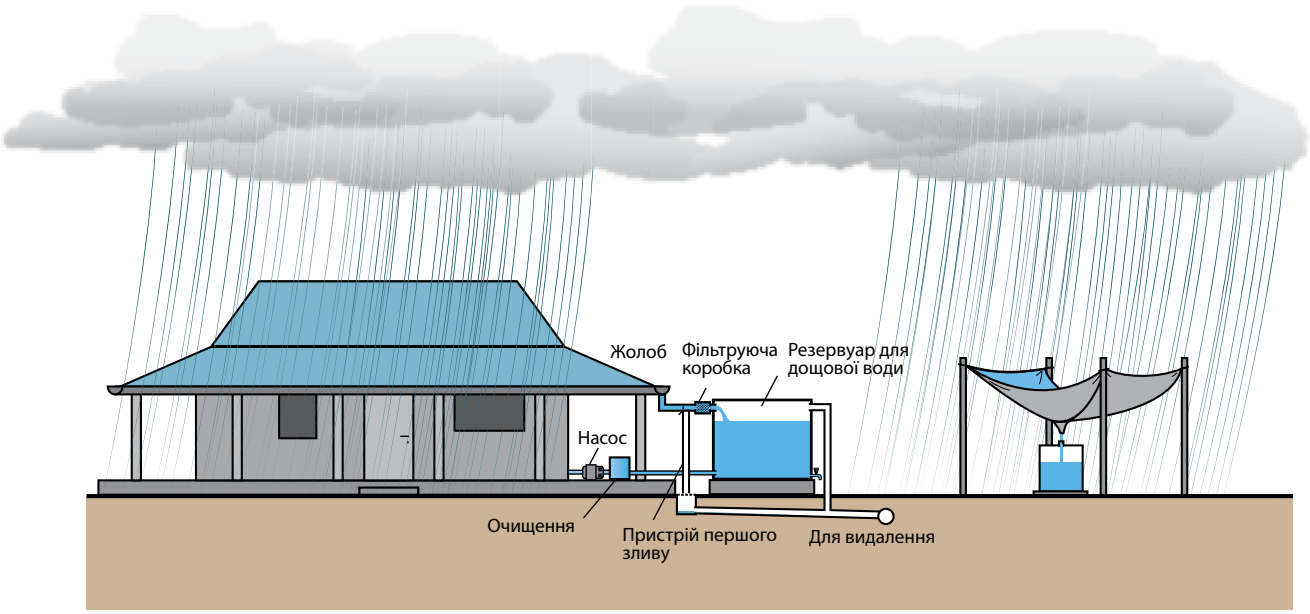
Належним чином побудована система збору має надавати як зручний доступ до джерел води, так і захист від забруднення чи шкоди екосистемі. Вибір структури збору залежить від:

- Легкості та здатності отримувати прийнятну якість води
- Спроможності відкачувати достатні об'єми води для задоволення поточних потреб, враховуючи сезонні варіації (сезон дощів, засушливий сезон) та підтримки функціонування відповідно до сценаріїв майбутніх потреб (з огляду на прогнозований попит та зміни у варіативності ресурсу через зміни клімату)
- Доступності та близькості до населення
- Обслуговування та простоти ремонту
- Швидкості встановлення
- Місцевої наявності навичок та технології для будівництва забору (з необхідною швидкістю) та для поточного обслуговування
- Фінансування та управління початковими капітальними інвестиціями
- Поточного операційного фінансування та управління
- Енергії, необхідної для роботи насосів, можливостей для використання гравітації та наявності надійних джерел енергії
- Місцевих законів і нормативно-правових актів (наприклад, використання підземних вод у міському районі)
- Обмежень щодо управління та правових обмежень (таких як власність/володіння землею; права доступу)
- Безпеки
- Соціального сприйняття
- Впливу розробки на навколишнє середовище, існуючих користувачів та інших зацікавлених сторін

3

Збір дощових вод: збір на підвищеній поверхні

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Додатковий збір води у місці використання, зазвичай вода гарної якості
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	



СИСТЕМА ЗБОРУ ДОЩОВОЇ ВОДИ З ДАХУ

СИСТЕМА ЗБОРУ ІЗ ВОДОНЕПРОНИКНОГО БРЕЗЕНТУ

Система збору дощових вод на підвищеній поверхні використовує підняту поверхню для спрямовування стічних вод у резервуар для зберігання, який розміщений або під, або над поверхнею землі. Вона може надавати зручний доступ до води в умовах надзвичайної ситуації, коли альтернативних джерел не так багато, системи водопостачання в умовах надзвичайної ситуації ще не запроваджені, населення розкидане по місцевості та/або для пом'якшення впливу сезонного дефіциту води.

Підвищені поверхні зазвичай антропогенного походження. Найпоширеніший приклад – це дах житлового будинку чи комунальної будівлі, хоча будь-яка підвищена поверхня може використовуватися для будівлі простіших систем збору дощової води (наприклад, системи збору води з водонепроникного брезенту в умовах надзвичайної ситуації). Ключова перевага підвищеної поверхні полягає в тому, що її важче забруднити ніж поверхню на землі, тому якість води зазвичай є кращою. Штучні підвищені поверхні зазвичай є неорганічними (наприклад, оцинковані залізні покрівельні листи), які попереджують зміни у смаку чи кольорі. Після збору воду потрібно зберігати у закритому резервуарі.

Проєктні міркування: Система складається із підвищеної поверхні (наприклад, дах) та жолобу для передачі води вниз по трубі, під'єднаній до резервуару для зберігання води. Пристрій першого зливу має бути вбудований у зливну трубу для відведення першого зливу води від резервуару, таким чином попереджуючи потрапляння пилу та сміття з поверхні. Розмір жолобу має відповідати очікуваному потоку води (звичне правило – 1 см^2 ділянки жолобу на кожен 1 м^2 площі даху). Пристрої – бризковики допомагають спрямовувати стічні води в жолоб. Погано встановлені чи зламані жолоби – це основне слабке місце у багатьох дахових системах збору дощових вод, що призводить до набагато меншої ефективності. Наприклад, часто жолоби є погано прикріпленими, викривленими чи зламаними, або неправильно встановлені таким чином, що дощова вода вистрілює поверх жолоба. Нерівний схил також може спрямувати воду далі від резервуару, і вона буде переливатися десь в іншому місці, при цьому утворюючи калюжі та застійні водойми, що може призвести до розмноження комарів. Підземні чи наземні резервуари можуть використовуватися для зберігання дощової води та мають бути закриті для того, щоб не дозволяти комахам, пилу та сонячному світлу потрапляти всередину, тоді як сонячне світло також може призвести до росту водоростей у резервуарах.

Основними проєктними параметрами дизайну є кількість та тенденції опадів, площа поверхні для збору води, коефіцієнт стоку та об'єм зберігання по відношенню до попиту на воду. Коефіцієнт стоку – це співвідношення об'єму дощових вод, які стікають із поверхні даху, та об'єму дощових вод, які падають на таку поверхню (варіюється від 0,5 до 0,9). Коефіцієнт показує втрати води (тобто коефіцієнт 0,8 означає, що 80% стікає, тоді як 20% втрачається) через сплески, випаровування, вітер, жолоби, через які перетікає вода, труби для збору води і пристрої–бризковики, які протікають. Об'єм води, який постачається системою, можна обчислити, помноживши параметри опадів, площі даху та коефіцієнту стоку щомісяця. Там, де щорічний збір опадів є вищим ніж реальний попит, є достатньо води для задоволення потреб, хоча і знадобиться достатньо спроможностей для зберігання води із метою врахування варіацій між попитом і постачанням. Це залежить від того, скільки опадів можна зібрати у місяць (що варіюється) у порівнянні з місячним попитом на питну воду (який є більш постійним та є залежністю між кількістю людей та літрами на місяць на людину). Порівнюючи місячний попит і постачання впродовж року, графа балансу може продемонструвати вимоги щодо зберігання, де максимальне зберігання вказане як найбільша різниця між максимумами чи мінімумами на графіку. Чим довше триває посушливий сезон, тим більше спроможностей для зберігання знадобиться. Натомість, там, де рівень річних опадів є меншим ніж попит, потрібно адаптувати попит/очікування (якщо існуючу площу для збору води не можна змінити) або потрібно збільшити площу для збору води. У цьому випадку може бути складно керувати громадськими операціями зі збору дощових вод; за відсутності належного управління люди можуть брати більше ніж обсяг попиту, який використовується в підрахунках щодо проєкту, а резервуар буде спустошуватися швидше, ніж прогнозовано.

Матеріали: Ці системи можуть виготовлятися з використанням місцевих матеріалів. Для поверхні даху можна використати будь-які тверді матеріали, які не поглинають дощову воду (наприклад, плитка, металеві листки, пластик). Для жолобу та труб підходящі матеріали включають полівінілхлорид із захистом від УФ-випромінювання, метал (наприклад, алюміній), бамбук чи дерево. Резервуар для зберігання може бути виготовлений із різних матеріалів, наприклад, поліетилену, армоцементу, глини чи бетону. Під час надзвичайної ситуації тимчасові наземні резервуари для зберігання води **(Т.5)** також можуть бути виготовлені із водонепроникного брезенту із структурою для підтримки з бамбуку чи бути підземними із виритою ямою та брезентовим покриттям.

Придатність: В умовах надзвичайної ситуації збір дощових вод зазвичай є або короткостроковим реагуванням для доповнення існуючих джерел води, або використовується для населення, розкиданого по місцевості, в районах, де централізоване водопостачання є дорогим. Це також може використовуватися, зокрема, для питної води там, де інші джерела є низької якості, наприклад, солонувата вода **(Д.4)**. Річні опади мають бути на рівні як мінімум 300 мм. Там, де опади перевищують 1 000 мм, зазвичай є більш економічні середньо- і довгострокові варіанти джерел води.

Експлуатація та обслуговування: Експлуатація та обслуговування є мінімальними і можуть проводитися користувачем. Якість води у дахових системах збору води має контролюватися перенаправленням перших стоків та періодичним очищенням даху і жолобів. Це також включає регулярні огляди, чищення резервуару та періодичний ремонт.

Здоров'я та безпека: За відсутності екранування в підводі до резервуару/вихідному отворі резервуару у резервуарах для зберігання води можуть розмножуватися комарі. Якщо вода використовується для пиття, як і у випадку багатьох джерел води, рекомендується дезінфікувати воду для інактивації будь-яких мікроорганізмів.

Витрати: У випадку індивідуальних невеликих систем, які можна побудувати із використанням місцевих матеріалів та робітників, інвестиційні витрати є відносно низькими. У випадку більших систем капітальні інвестиції можуть бути дещо вищими порівняно із альтернативними варіантами водопостачання, хоча поточні витрати зазвичай є нижчими. Оцінені витрати зазвичай варіюються у діапазоні від 50 до 1 000 доларів США та часто враховують лише вартість резервуару і труб, але не враховують саму поверхню для збору води, часто використовуючи наявні структури, наприклад, поверхню даху. Витрати на кубічний метр самого місця для зберігання можуть варіюватися від 25 до 100 доларів США. Операційні витрати на огляд, чищення, дезінфекцію та обслуговування також є низькими, проте їх потрібно враховувати під час обчислення довгострокових витрат.

Соціальні та екологічні аспекти: Системи збору дощових вод зазвичай добре сприймаються у більшості культур. Проте, за умови неналежного планування чи експлуатації, у дощової води також може виникнути помітний смак та запах у процесі зберігання **(див. Т.5, Т.6)**, що може вплинути на прийняття її як джерела питної води. Системи збору дощових вод потребують власності і відповідальності за окреме домогосподарство, про що потрібно пам'ятати і чітко повідомляти у процесі ухвалення рішень. Використання дощових вод також є ключовим аспектом технік адаптації до змін клімату та заходів із пом'якшення впливу засухи.

Сильні та слабкі сторони:

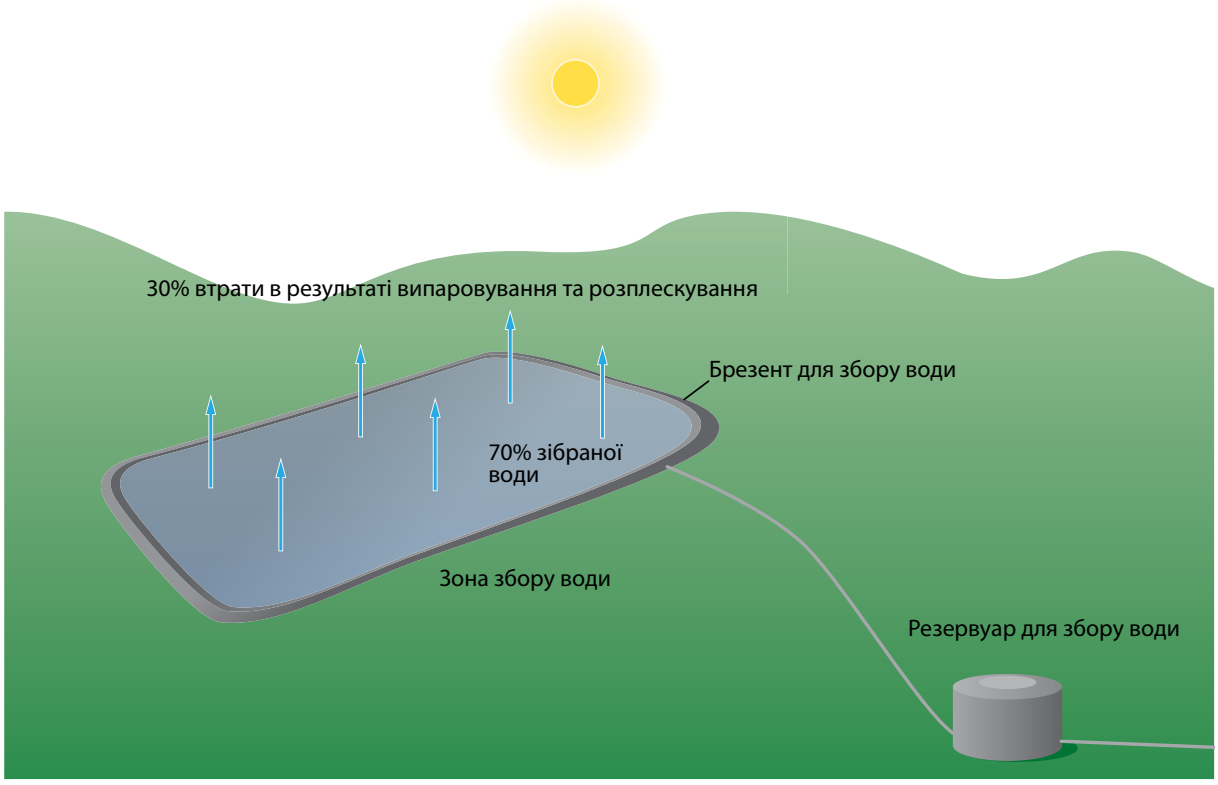
⊕ Вода гарної якості
⊕ Легкодоступна
⊕ Низькі операційні витрати із довгим строком експлуатації

⊖ Постачання обмежене кількістю опадів, розміром площі для збору дощових вод та спроможностями для зберігання
⊖ Можливе забруднення внаслідок забруднення повітря, екскрементами тварин і птахів, комахами, пилом, водоростями чи через погане обслуговування та експлуатацію
⊖ Зберігання стає дорогим, коли спостерігається затяжний посушливий сезон
⊖ Вищі капітальні інвестиції порівняно з альтернативними варіантами водопостачання для великомасштабного забезпечення водою

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 214**

Збір дощових вод: збір на поверхні

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
* Гострий етап реагування * Стабілізація ** Відновлення	* Домогосподарство ** Район ** Місто	* Домогосподарство ** Спільний ** Суспільний/ державний	Збір великого об'єму води, низька якість води, пом'якшення впливу засухи
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
* Низька	** Середня	*** Високий	



Система збору дощових вод на поверхні використовує землю для скеровування стічних вод у район зберігання. Хоча це рідко роблять на практиці на гострому етапі реагування, під час сезону дощів можна використовувати будь-які природні чи штучні поверхні, які вже існують (і певні види швидко встановлених штучних поверхонь, наприклад, пластикове покриття). Загалом, цей вид зони збору дощової води зазвичай більше підходить для пом'якшення впливу довгострокової засухи чи поповнення запасів підземних вод.

Поверхневі зони збору води або є природними (поверхня землі або кам'яниста поверхня із нахилом у напрямку западини, де збирається дощова вода), або зміненими/ покращеними для мінімізації інфільтрації, збільшення стічних вод та зменшення забруднення. У будь-якому випадку можна додати дамбу чи насип для утримування води. Як альтернативний варіант, воду можна спрямовувати у резервуари для зберігання води.

Проєктні міркування: Зони збору води на поверхні зазвичай розташовані так, щоб мінімізувати земельні роботи щодо риття дренажних структур і конструкцій для зберігання води, натомість використовуючи існуючу топографію. Тоді як певні зони збору води будуть використовувати відкрите водосховище із водою позаду дамби для дренажу **(див. Д.3)**, інші будуть спрямовувати воду у резервуар для зберігання води. У такому разі міркування мають включати, як вода досягатиме резервуару із зони збору води, місце розташування резервуару по відношенню до зони збору води та як потім воду будуть відкачувати звідти. Резервуари можуть споруджуватися на місці та зазвичай знаходяться під землею **(див. Т.6)**, хоча в умовах надзвичайної ситуації вони частіше є виготовленими заздалегідь **(див. Т.5)**.

Потрібно провести ретельне оцінювання ґрунтових умов, оскільки вони впливають на об'єм води, який можна зібрати. Загалом зони збору води добре працюють у районах з інтенсивними опадами, що призводить до високого рівня стічних вод. Об'єм води, який можна зібрати, залежить від коефіцієнту стоку, що є співвідношенням об'єму опадів, які стікають з поверхні землі, до об'єму опадів, які падають на поверхню. У випадку природних незакритих поверхонь об'єм стічних вод зменшується через збільшену інфільтрацію, обсяг якої залежить від

проникності землі, а також від обсягу рослинного покриву, що також може перехоплювати опади, вповільнювати стічні води та збільшувати випаровування. У результаті цього коефіцієнти стоку для природних поверхонь зазвичай є набагато нижчими ніж для штучних поверхонь (зазвичай орієнтовно 0,1 для вкритих лісом піщаних ґрунтів, що означає, що лише 10% стікає із землі, тоді як 90% поглинається або перехоплюється), хоча вони все одно можуть суттєво варіюватися залежно від умов (до 0,8 для невкритих лісом глинистих ґрунтів або навіть вище для непокритих рослинністю кам'янистих зон збору води). Стічні води можна збільшити шляхом адаптування поверхні землі для зменшення інфільтрації, наприклад, завдяки покриттю (наприклад, із використанням бетону, бутилкаучуку, пластикового покриття чи глинистої маси/глиняної штукатурки) або пресуванню (наприклад, трамбована глина). Проте ці штучні зони збору води зазвичай перестають працювати із часом через погані будівельні техніки та відсутність обслуговування.

Забруднення зони збору води людьми та тваринами потрібно попереджувати із метою зберігання або покращення якості води. Це можна зробити шляхом відгородження зони збору води, що потребуватиме обслуговування із часом.

Матеріали: Природні зони збору води на поверхні переважно складаються просто з існуючої поверхні у районі (наприклад, природні породи чи ґрунти). Там, де таку поверхню покращують, широко використовуваними матеріалами є бетон, бутилкаучук, пластикове покриття чи глина/глиниста маса.

Придатність: Хоча, можливо, це є підходящий варіант для гострого етапу реагування (там, де вже є природні чи штучні поверхні або де можливе використання певних видів штучних поверхонь, які швидко встановлюються), такі зони збору води є більш доречними для етапів стабілізації/відновлення або на пізніших етапах, оскільки спорудження займає час. Вони зазвичай підходять для районів, де річний рівень опадів є низьким (наприклад, посушливі та напівпосушливі райони із високою потребою у воді) та де опади є інтенсивними і рівень стічних вод високий, що уможливлює збір значних обсягів води як додаткового джерела непитної води протягом певного періоду року (наприклад, для миття, прибирання), що залишає обмежене постачання питної води для пиття і готування їжі у періоди дефіциту води. Швидкість розгортання на гострому етапі реагування залежить від запланованого виду системи відводу стічних вод та резервуару для зберігання води, а також часу, необхідного для будівництва.

Експлуатація та обслуговування: Будь-яка модифікована/покращена поверхнева зона збору води потребує регулярних оглядів на предмет пошкоджень (перевірка наявності розривів у підкладці чи тріщин у бетоні), а також потрібно обслуговувати будь-яке огородження (що може бути складно у випадку комунальних систем). Також потрібно перевіряти резервуар для зберігання води, оскільки може бути складно виявити протікання у підземних резервуарах.

Здоров'я та безпека: Дощові води із поверхневих зон збору більш ймовірно будуть нижчої мікробіологічної якості, ніж із зон збору води на даху, тому може знадобитися очищення. Забруднення можна мінімізувати шляхом використання огородження навколо зони збору води, а також використання належної поверхні (наприклад, бетон/каміння будуть менш схильними до забруднення, ніж ґрунт).

Витрати: Капітальні інвестиції для всієї системи можуть бути вищими ніж альтернативні варіанти водопостачання, наприклад, захищена глибока криниця **(3.7)** чи Захищена свердловина **(3.8)**, тоді як експлуатаційні витрати зазвичай є нижчими. Із розрахунку на площу, системи збору води на поверхні є менш дорогими ніж зони Збору води на підвищеній поверхні **(3.1)**, оскільки вони використовують існуючу поверхню (тому не потрібна підтримуюча структура) і тому що підземні резервуари, які зазвичай використовуються у випадку поверхневих зон збору води, є більш економними (орієнтовно 1 долар США на $м^3$). Штучні чи посилені зони збору води є більш дорогими через роботи, необхідні для їх модифікації, що залежить від виду зони збору води, розміру резервуару та загальної площі. Наприклад, дренаж для бетонної зони збору води площею 1 000 $м^2$ у підземний резервуар площею 100 $м^3$ може коштувати орієнтовно 20 доларів США за $м^3$ зберігання, що є нижчою вартістю того, скільки може коштувати система збору води на підвищеній поверхні, в якій до уваги береться лише резервуар (а не зона збору води).

Соціальні та екологічні міркування: Загалом системи збору дощових вод на поверхні добре сприймаються користувачами попри нижчу якість води. Може бути непросто обмежувати доступ і обслуговувати огорожу навколо зони збору води. Використання опадів є також ключовим аспектом технік адаптації до змін клімату і заходів із пом'якшення впливу засухи, наприклад, шляхом підвищення обсягів зберігання води чи контролю рівня у підземному водному горизонті із використанням методів поповнення запасів води у водоносному горизонті.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Збирає з більшої площі, що може акумулювати великі обсяги води у районах із дефіцитом води

⊕ Коштує менше на кубічний метр води, що зберігається, порівняно з системами збору води на підвищеній поверхні **(3.1)**

⊖ Низька якість води залежно від виду поверхні для збору води та доступу тварин/людей

⊖ Вищі капітальні інвестиції порівняно із альтернативними варіантами водопостачання

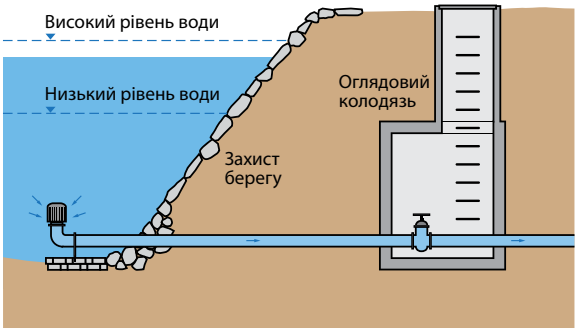
⊖ Експлуатація на рівні громади може бути складною (менше мотивації для обслуговування через те, що перебуває в комунальній власності)

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 214**

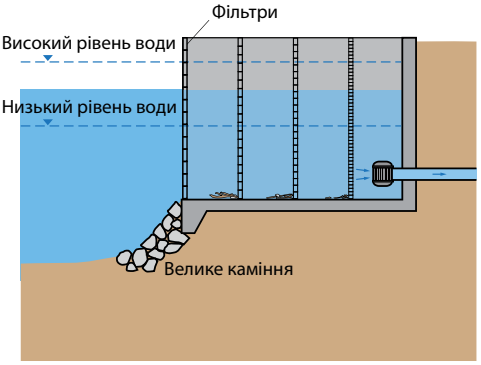
Збір річкових та озерних вод

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/державний	Видобуток води вищої якості, пом'якшує вплив сезонних коливань
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	

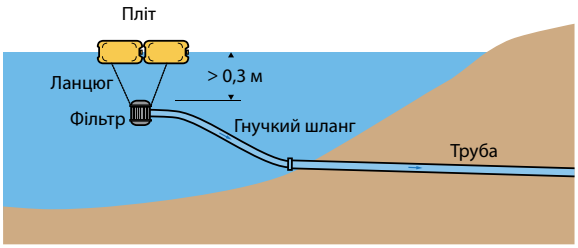
НЕЗАХИЩЕНИЙ ЗБІР



ЗАХИЩЕНИЙ ЗБІР



ПЛАВАЮЧИЙ ЗБІР



Збір річкових та озерних вод використовується у поверхневих водоймах для видобутку неочищеної води, яку відкачують в споруду з очищення води. На гострому етапі надзвичайної ситуації, якщо тільки такі структури вже не було встановлено на постійній основі, вони зазвичай є простими тимчасовими плаваючими конструкціями для збору води. Для більш довгострокового використання слід розглядати більш постійні споруди.

Збір річкових та озерних вод має розроблятися для видобутку необхідного об'єму без шкоди, забиття чи замулювання збору води, при цьому мінімізуючи каламутність із метою сприяння подальшому очищенню води. Задля забезпечення цього проєкт має ґрунтуватися на характеристиках джерела, таких як стабільність річкового дна, глибина води, варіативність рівня води та швидкість потоку.

Проєктні міркування: Забір та очищувальна установка часто розміщуються разом, частково задля зменшення вартості викачування води (оскільки потрібно відкачувати більше неочищеної ніж очищеної води через її втрати у процесі очищення). Задля мінімізації замулювання, забруднення та структурних пошкоджень, особливо при відкачуванні води із річок, місце збору має бути розташованим вверх за течією від джерел замулювання/забруднення (наприклад, злив стічних вод, міські та сільськогосподарські райони), вверх за течією від перешкод, які спричиняють турбулентну течію (наприклад, мости) та з зовнішнього боку вигинів річки, де менше насипів та осадів на її дні.

Там, де швидкість води та насипи гравію є низькими (наприклад, річки чи озера із повільною течією) та де рівень води не суттєво змінюється впродовж року, незахищений збір води є можливим. Проте такий вид збору води є часто непідходящим, особливо, в районах із непостійними, дуже інтенсивними опадами, що ймовірно стануть більш поширеними внаслідок змін клімату. У такому разі швидкість течії річки може періодично збільшуватися (наприклад, зливовий паводок), і рівень води може суттєво коливатися впродовж року, збільшуючи ризик пошкоджень внаслідок каміння, яке котиться, або плаваючого сміття. Додатковою проблемою є і видобуток води у періоди мінімального рівня потоку. У таких випадках швидкість течії можна вповільнити із

використанням затопленого водозливу або часткової/повноцінної дамби, яка захищає структуру, зменшує кількість наносів та стабілізує рівень води. Для зменшення довжини та витрат на устаткування в ідеалі його варто розташувати у частині річки, яка не є занадто широкою або мілководною. Греблі/дамби поєднують із захищеним збором води (який також може використовуватися без греблі), який вбудовується в берег річки з посиленими стінками, із боковою стінкою вверх за течією, великим камінням на вході та решіткою з кутової сталі для блокування великого сміття. Також можна додати піщану пастку та мулопровід. Якщо система збору встановлюється на прямій секції водойми, матеріал, який транспортується у річці, може накопичуватися з боку системи збору. Це можна зменшити шляхом розміщення напівзапруди (стін під кутом) на протилежному березі річки для відхилення її течії. Рівень води у місці збору після фільтру зазвичай буде на 0,2 метра нижчий, проте краще проєктувати зменшення рівня води до 1 метра у випадку частого проведення робіт із обслуговування. Альтернативним підходом для реагування на різні рівні води є плаваючий збір води (який також можна об'єднати з всмоктувальним чи зливним збором води), що складається із гнучкого шлангу, під'єднаного до плоту, який утримується в одному положенні із використанням швартувальних тросів. У випадку невеликого збору води пліт може просто бути пустою каністрою із виводом для труби та приєднаною знизу вагою. У випадку більшого збору води пліт може розміщуватися під понтоном (металевою чи дерев'яною основою), під'єднаним до порожніх бочок. У всіх випадках водоспуск має розміщуватися як мінімум 0,3 метра під поверхнею води для попередження потрапляння повітря у насос. Перевагою плаваючого збору є те, що вода, яка збирається близько до поверхні, має низьку каламутність, що робить очищення води більш послідовним, а систему збору можна швидко зняти для чищення. Проте плаваючі збори вразливі до пошкоджень від плаваючого сміття.

Залежно від необхідного об'єму води каламутність можна ще більше зменшити, встановивши фільтраційний збір на дні річки чи її берегах **(див. 3.6)** або використовуючи інші заходи для захисту джерела **(див. Д.3)**. Щодо всіх систем збору води, то мул та тверді стоки можна зменшити шляхом уповільнення потоку в місці збору води (менше 0,1 м/с до будь-яких фільтрів). Вид обраного насосу потрібно спроєктувати так, щоб він був стійким до відкачування твердих елементів.

Матеріали: Загалом для будівництва систем збору можна використовувати місцеві матеріали та навички, у тому числі греблі чи дамби за потреби. Вони не обов'язково мають бути з бетону чи кам'яної кладки і можуть бути зроблені з дерев'яних балок, заповнених цементом торбин з мішковини, мішків із піском чи кам'яних насипів із пластиковим покриттям.

Придатність: Збір річкової та озерної води підходить для всіх етапів надзвичайної ситуації, при цьому проєктування залежить від характеристик джерела та об'єму води, який потрібно видобути. На гострому етапі реагування навіть тимчасові греблі можна швидко зробити у річках із нешвидкою течією із використанням тих матеріалів, які доступні на місцевому рівні, включаючи мішки з піском, повалені дерева та каміння.

Експлуатація та обслуговування: Сітки, фільтри та підвідні канали до системи збору потребують регулярної перевірки для попередження чи усунення забивання та/або замулювання, водночас потрібно перевіряти і структурну цілісність системи збору. У випадку захищених бічних систем збору води із фільтрами під кутом зменшення кута фільтру (наприклад, до 30-45 градусів від горизонталі, а не 60 градусів) може спростити очищення фільтру у місцях, де очікується велика кількість грубих твердих матеріалів. Також потрібно змивати мул із більших дамб чи гребель кілька разів на рік, залежно від замуленості джерела води. Будь-які металеві частини, наприклад, фільтраційні решітки потрібно виготовляти із стійких до корозії матеріалів або регулярно очищувати. Структура подвійного збору на місці дозволяє проводити обслуговування у ході того, як система збору води залишається функціональною.

Здоров'я та безпека: При будівництві греблі потрібно враховувати ризик затоплення нижче за течією, втрати майна та втрати життя в результаті можливої поломки структури, оскільки навіть невеликі греблі можуть утримувати великі обсяги води, що може спричинити значну шкоду. Вода, яка зберігається за греблею чи невеликою дамбою, може сприяти розмноженню комарів чи інших паразитів вверх за течією, що може негативно впливати на здоров'я сімей поблизу води чи тих, які використовують воду. Якість поверхневої води, зібраної у місці збору, зазвичай є низькою та потребує подальшого очищення..

Витрати: Вартість буде залежати від виду системи збору. Прості системи збору можуть бути дуже дешевими, проте вартість буде збільшуватися відповідно до розміру та складності.

Соціальні та екологічні аспекти: У випадку дамби є ризик затоплення у районах вверх за течією або, якщо вона є частиною системи збору води, впливу на користувачів вниз за течією, та обидва варіанти можуть бути проблематичними для місцевого населення. Також може бути ризик пошкодження системи збору води людьми, які користуються річкою чи озером (наприклад, діти, які граються, можуть пошкодити плаваючі системи збору води), а також ризик затоплення. Певні системи збору води можуть бути більш схильними до поломок або поганого функціонування у результаті змін клімату.

Сильні та слабкі сторони:

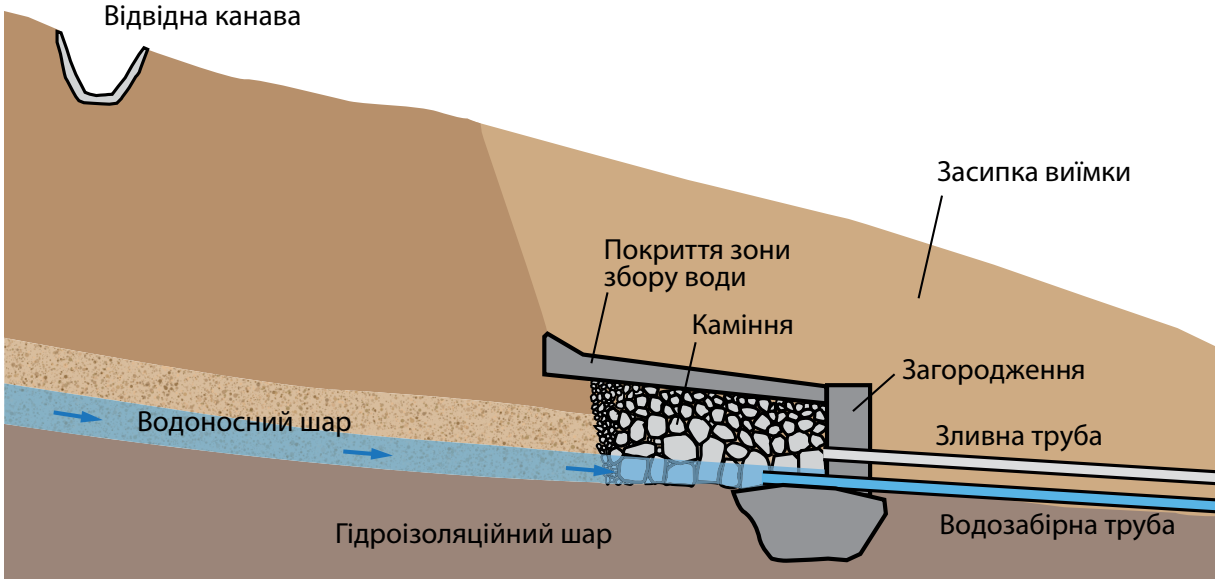
⊕ Може мати низькі матеріальні витрати
⊕ Певні види досить легко впроваджувати (наприклад, плаваючі системи збору води)

⊖ Може легко пошкоджуватися у нестабільних руслах ріки
⊖ Потребує значного обслуговування для регулярного очищення забитих фільтрів та сіток
⊖ Складно розташувати систему збору води так, щоб уникнути замулення там, де є значні коливання у рівнях води впродовж року, та системи збору води в таких районах потребують постійного спостереження за рівнем води
⊖ Поверхнева вода завжди потребуватиме подальшого очищення

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 214**

Збір джерельної води

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶ Суспільний/ державний	Природні текучі підземні води, не потрібні насоси, зазвичай гарна якість води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Збір джерельної води спроєктований для збору, зберігання та транспортування джерельної води, при цьому попереджуючи забруднення джерела. Якщо відповідні джерела води є в наявності, технологія підходить для всіх етапів реагування.

Джерела (ключи) джерельної води є результатом співпадіння гідрогеології та топографії і можуть текти завдяки гравітації чи бути артезіанськими за характером, можуть витікати із певної визначеної точки або із розсіяної площі виходу джерела і можуть бути сезонними або постійними **(див. Д.6)**. Роботи із захисту ключа джерельної води включають захист району навколо джерела від забруднення, пошук шляхів для транспортування води туди, куди потрібно, зберігання води (не завжди потрібно) та зручне постачання води. Захищені ключи джерельної води можуть розроблятися як джерело мережі водопостачання та/або використовуватися безпосередньо для збору води.

Проєктні міркування: Конструкції біля джерел джерельної води суттєво варіюються, тоді як точні роботи залежать від виду ключа, виходу, рівня точки виходу вод по відношенню до інших топографічних рис, близькості до населення, часу та матеріалів доступних для роботи. Район, де вода виходить на поверхню, потрібно захищати від забруднення, що в найпростішому варіанті передбачає нагромадження каміння, яке або закрите пласким камінням/плиткою та покрите 100 мм трамбованої глини і засипане назад (просто, дешево, швидко, легко відтворити та можна побудувати на глиняній основі), або закрите бетонною плитою із кам'яною стіною з одного боку, як продемонстровано вище (вимагає більше витрат, навичок і часу, та має бути міцний фундамент для будівництва стіни на ньому). У деяких проєктах така структура виконує подвійну функцію контейнера для зберігання, проте цей варіант потрібно уважно розглянути, оскільки деякі точки виходу води на поверхню можуть зникнути за умови надмірного втручання (наприклад, де гідроізоляційний шар викопують занадто глибко). Тому зазвичай рекомендується скеровувати/захищати джерело і тоді транспортувати воду від джерела до більшої структури для зберігання води, де можна уникнути завдання шкоди точці виходу води на поверхню.

Екранований водозлив у джерелі гарантує, що вода завжди буде текти і що не виникне зворотній залишковий тиск, що може змусити джерело текти в якесь інше місце. Ключ також має бути захищеним від забруднення огорожею та дренажним каналом щонайменше на 10 метрів вище від точки виходу води на поверхню для скеровування поверхневих стічних вод. Задля забезпечення виконання цього менш вишуканого завдання внесення його у графік на початку робіт може допомогти, оскільки ентузіазм громади затихає ближче до кінця будівництва. Тоді воду потрібно транспортувати туди, де вона буде проходити очищення (за потреби), зберігатися чи використовуватися.

На короткі відстані воду можна транспортувати із використанням пластикових труб (потрібно уникати використання металевих труб, якщо рівень pH води вищий 5) або заповненої камінням траншеї (каміння покрите глиною та засипане знову). На довші відстані знадобиться належний проєкт труб із достатньою кількістю промивних клапанів у низьких місцях та випускних повітряних клапанів у високих місцях **(див. Д.7, Т.6)**.

Може знадобитися зберігання залежно від часу очікування, що натомість залежить від швидкості потоку у засушливі сезони та попиту на воду серед населення. Проєкт «Сфера» рекомендує, щоб швидкість потоку була як мінімум 0,125 л/с в одному пункті водопостачання і не більше 250 осіб на пункт водопостачання. Якщо вимірюваний потік є меншим або на один пункт водопостачання припадає більше людей, для ефективного водопостачання знадобиться зберігання води. У таких випадках відтік із системи у пікові години буде вищим ніж притік, тому необхідний об'єм резервуару потрібно буде проєктувати відповідним чином **(див. Т.5, Т.6)**. Резервуари для зберігання води потребують промивного клапану для розмулення та екранованого відтоку. Вода зазвичай постачається біля підпірної стіни, яка має бути настільки вищою та потужнішою, чим ближче вона знаходиться до місця виходу води на поверхню. Доступ до водобою має бути безпечним, та варто розглянути можливість встановлення сходів та поручнів на слизьких доріжках.

Матеріали: У випадку збору джерельної води можна використовувати місцеві матеріали, у тому числі каміння, глину, кам'яну кладку чи бетон, разом із пластиковими трубами і резервуарами.

Придатність: Збір джерельної води підходить для всіх етапів реагування за наявності ключів джерельної води. На гострому етапі реагування покращення існуючої захисної структури джерела можна реалізувати швидко, а в короткостроковій перспективі воду із незахищеного джерела можна легко очистити та транспортувати водовозами в інше місце. Додаткове будівництво місць для зберігання і труб для транспортування (до місця збору на відстані) може зайняти більше часу. У такому випадку може знадобитися кілька тижнів для встановлення системи збору джерельної води, на додачу до часу, необхідного для того, щоб знайти джерело та провести топографічні дослідження і аналіз виходу із джерела (що потрібно робити на початку сезону дощів).

Експлуатація та обслуговування: Експлуатації та обслуговування не складні, оскільки вода тече із джерела завдяки гравітації (тобто практично відсутня потреба у викачуванні води насосами). Підвищена каламутність води після сильних дощів може вказувати на забруднення з поверхневих стічних вод. Коли так трапляється, потрібно перевірити огорожу та канал вверх по схилу від джерела. Також рекомендовано проводити щорічні мікробіологічні перевірки якості води. Якщо знижується швидкість потоку води, то це може вказувати на те, що забилося місце забору води, та може знадобитися повторне викопування місця виходу води на поверхню. У такому випадку маркери, встановлені під час будівництва, можуть в майбутньому допомогти визначити місце розташування точки виходу води на поверхню. У трубі, яка транспортує воду від джерела до місця зберігання, або в самому резервуарі для зберігання води може статися замулення, і їх обох потрібно очищувати від мулу щороку із використанням зливних отворів у трубах та чищенням резервуарів/зливанням води із резервуарів. Коли каламутність на початковому рівні є високою, замулення можна зменшити завдяки відстійнику, встановленому до того як вода потрапляє у труби.

Здоров'я та безпека: Джерельна вода зазвичай має високу якість, але її потрібно перевірити на мікробіологічне чи хімічне забруднення там, де зона збору води є забрудненою, де вода насправді не належить до підземних вод (переважно розташовані близько до поверхні стічні води) або де є швидкий вихід води крізь поверхню землі (наприклад, при карстовому рельєфі). Стежки, які ведуть до джерел і розташовані біля підніжжя пагорбу, можуть бути слизькими, та інколи потрібно встановити сходи і поручні.

Витрати: Ключи джерельної води можуть бути відносно дешевими у використанні. Витрати зазвичай варіюються у діапазоні 200 – 3 500 доларів США залежно від обсягу робіт.

Соціальні та екологічні аспекти: Зазвичай джерела добре приймаються населенням як джерело води, і ними може бути простіше управляти, оскільки громада бачить, звідки береться вода. Проте джерела часто вже можуть мати користувачів, які можуть не хотіти використовувати їх з іншою метою, та потрібне чітке розуміння доступу, власності та відповідальності. Джерела можуть висихати або змінювати своє місце розташування сезонно, і це може стати ще більш яскраво вираженим у майбутньому через зміни клімату.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Низькі матеріальні витрати
⊕ Низькі витрати/зусилля на експлуатацію та обслуговування завдяки гравітаційному потоку
⊕ Зазвичай гарна якість води

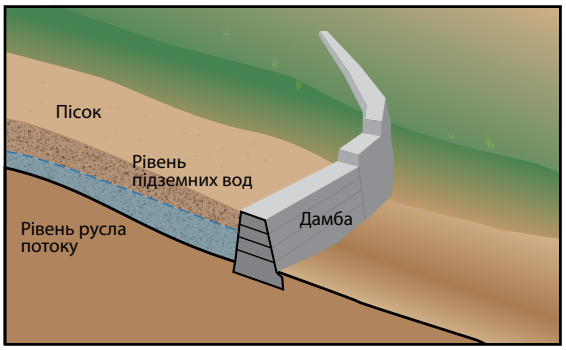
⊖ Варіативність потоку води залежно від пори року
⊖ Загальна кількість води обмежена виходом джерела (що не сильно можна збільшити завдяки проєкту) незалежно від попиту
⊖ Збір води із джерела вразливий до тимчасової чи постійної зміни потоку води після землетрусу
⊖ Ризик впливу на підземні води – залежні екосистеми вниз за течією, особливо за відсутності переливання

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 214**

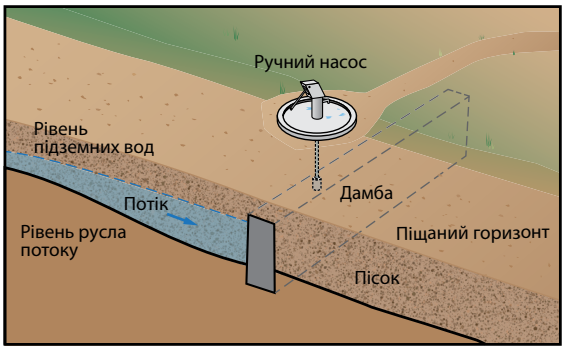
Дамба для підземних вод

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування Стабілізація ** Відновлення	Домогосподарство ** Район * Місто	Домогосподарство ** Спільний * Суспільний/ державний	Великі об'єми води, які зберігаються у посушливих районах, пом'якшення впливу засухи
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
*** Висока	*** Висока	*** Високий	

ДАМБА НА ПІСКУ



ПІДЗЕМНА ДАМБА



Дамба для підземних вод – це структура, яка уповільнює або зупиняє потік розташованих близько до поверхні підземних вод, найчастіше у сезонних руслах ріки, таким чином збільшуючи доступність розташованих близько до поверхні підземних вод вверх за течією від структури. Технологія не підходить для гострого етапу та етапу стабілізації в умовах надзвичайної ситуації, а найкраще підходить для довгострокового пом'якшення впливу засухи.

Існує два основі види дамби для підземних вод, кожен із яких підходить для різних початкових умов на об'єкті. Дамби на піску (на малюнку зверху ліворуч) будуються у руслах ріки, де обсяг піску чи іншого матеріалу з високою проникністю в існуючому руслі ріки не достатньо глибокий для зберігання великих обсягів води. Тому більша частина структури будується (поетапно) над оригінальним руслом ріки. Кожного разу як будується новий етап, пісок, який змивається вниз за течією під час зливових повеней, накопичується за стіною, що створює новий вищий рівень русла ріки вверх за течією, який утримує воду. Такі дамби зазвичай будуються на кам'янистому шарі, хоча також можуть обережно споруджуватися на непроникному глинястому шарі. Підземні дамби (на малюнку зверху праворуч) будуються у межах русла ріки там, де обсяг піску вже є достатнім для зберігання води. Після повені вода за дамбою просочується в землю, таким чином збільшуючи обсяг зберігання. Такі дамби можна будувати на кам'янистому чи непроникному глинястому шарі.

Проєктні міркування: Дамба для підземних вод – це технологія, яка не є всюди доречною та вимагає ретельного вибору місця розташування. Дамби потрібно будувати там, де річка має достатню швидкість для перенесення середньо-/велико- зернистого піску, при цьому мінімізуючи відкладення мулу. На практиці це означає місце з нахилом від 0,13% до 4%, що також ймовірно утримуватиме ширину дамби на рівні до 25 метрів, зменшуючи матеріали та працю. Точне місце розташування не повинне бути близьким до вигину річки або місця, де збоку можуть існувати старі русла річки, через які можуть витекти підземні води. Потрібно провести детальне вивчення місця розташування із метою забезпечення того, що не відбуваються втрати води через тріщини при будівництві на камінні або через глибші відкладення під водонепроникним шаром. Береги річки мають бути достатньо високими для того, щоб не дозволити воді оминути структуру (тобто висота дамби + потоку + 10%). Розташування дамби там, де русло ріки є вужчим та де порода фундаменту чи глина є більш мілководною, забезпечить дешевше та швидше спорудження.

Ретельно продуманий проєкт об'єкту також є важливими, особливо щодо дамб на піску. У випадку обох видів дамб потрібно попереджувати ерозію ґрунтів

навколо країв споруди. Щодо підземних дамб це означає під'єднання дамби до берега річки, тоді як у випадку дамб на піску це передбачає будівництво бічних стінок. Гарною будівельною технікою є початок будівництва із бічних стін і подальші роботи в напрямку центру, оскільки у разі будівництва бічної стіни останньою ентузіазм громади вже може бути набагато нижчим. Довжина бічної стіни варіюється залежно від характеристик берегу. У випадку дамб на піску варто також пам'ятати про інші критично важливі аспекти проєкту. Наприклад, висота стінки дамби, яка будується до початку кожної повені, не повинна перевищувати рівень накопичення середньо-/великозернистого піску під час повені. Висота буде варіюватися залежно від місця розташування та має бути адаптована після першої повені, хоча рідко коли вона перевищує 50 см. Якщо цього не зробити, матимуть місце запружування та замулення, що призведе до меншого конкретного виходу та вищої капілярності, що натомість зменшить рівень видобутку зі свердловин та підвищить втрати при випаровуванні. Переливання також потрібно спроєктувати для врахування пікового потоку води, і відповідно воно буде варіюватися залежно від місця розташування. Неправильне проєктування призведе до ерозії ґрунтів навколо бічних стін. По-третє, там, де відсутній поперечний скелястий поріг безпосередньо вниз за течією від дамби, ерозію ґрунтів можна попередити шляхом розміщення великих каменів у місці під переливанням, де буде падати паводкова вода. Вони мають бути достатньо великими для того, щоб витримувати водний потік. Воду можна видобувати через відповідні отвори у руслі ріки (які схильні до забруднення), через свердловини у руслі ріки **(див. 3.7)** або через свердловини на берегах річки. Певні проєкти для дамб на піску демонструють трубу, яка викачує воду з використанням гравітації через стінку дамби, проте це може бути проблематичним через заблоковані системи збору води, зламані крани та можливість послабленої стінки дамби.

Матеріали: Підземні дамби можуть виготовлятися із кам'яної кладки або навіть глини, тоді як дамби на піску зазвичай будуються з кам'яної кладки. Підземні дамби виготовлені з глини вразливі до пошкоджень, проте можуть бути функціональними, якщо верхівка дамби знаходиться на 0,3 метри нижче за оригінальне піщане русло та якщо використовується бетон у критично важливих місцях (фундамент, штукатурка вверх за течією, верхівка дамби).

Придатність: Підземні дамби зазвичай підходять для посушливих районів із високим рівнем випаровування та інтенсивними опадами. Ці райони зазвичай співпадають зі скотарськими районами, схильними до засухи, де наявність води не завжди співвідноситься належним чином із наявністю пасовищ. Дамби на піску підходять для русла ріки із недостатньою кількістю піску як засобу для зберігання води, тоді як підземні дамби підходять для районів, де є достатньо піску, проте підземні води не затримуються на довго (якщо вода затримується, то має вистачити фільтрації на березі річки **(3.6)**). Будівництво підземних дамб може зайняти багато часу, особливо, у випадку дамб на піску, тому їх не варто розглядати для гострого етапу реагування на надзвичайну ситуацію чи для етапу стабілізації.

Експлуатація та обслуговування: Якщо дамби споруджені належним чином, то експлуатація та обслуговування не складні. Дамби на піску потрібно оглядати на предмет потенційних пошкоджень після повеней і ремонтувати. Поетапне будівництво дамб протягом кількох років також може бути більш корисним для функціонування комітетів із питань дамб, оскільки громади будуть постійно залученими. Підземні дамби виготовлені з глини також потрібно оглядати після першої повені для гарантування того, що немає жодних пошкоджень. Якщо для видобутку води використовується насос, то потрібне належне обслуговування насосу.

Здоров'я та безпека: Там де земляні роботи перевищують викопування на два метри для підземних дамб, потрібно використовувати закріплення траншей разом із відповідними заходами із забезпечення безпеки під час будівництва. Потрібно контролювати якість води. Якщо доступ до води вверх за течією буде у багатьох тварин, нітрати із сечі можуть стати проблемою, так само як і забруднення фекаліями тварин. У вулканічних пісках може накопичуватися фтор у глибших частинах піщаного резервуару.

Витрати: Початкова структура дамби може бути дорогою та варіюватися залежно від проєкту відповідно до умов на об'єкті, обсягу земельних робіт, виду структури та праці. Дамби на піску можуть бути дорожчими ніж підземні дамби. Витрати варіюються від 3 500 до 30 000 доларів США. Проте витрати на кубічний метр води, що зберігається, є низькими.

Соціальні та екологічні аспекти: Користувачі зазвичай добре розуміють принцип роботи підземних дамб, оскільки вони будуються на основі того, що вони вже знають про воду, яка утримується в піску. Коли планується, що дамби будуть допомагати скотарям, на етапі планування потрібно провести повноцінне обговорення локацій по відношенню до пасовищ та прав різних груп на випас тварин. Наявна вода у підземних дамбах дуже тісно пов'язана із сезонними опадами, і вони можуть відігравати ключову роль у адаптації до змін клімату та заходів із пом'якшення впливу засухи, оскільки вони надають більше спроможностей для зберігання та/або можуть допомагати контролювати рівень підземних вод шляхом керованого поповнення запасів води у водоносному горизонті.

Сильні та слабкі сторони:

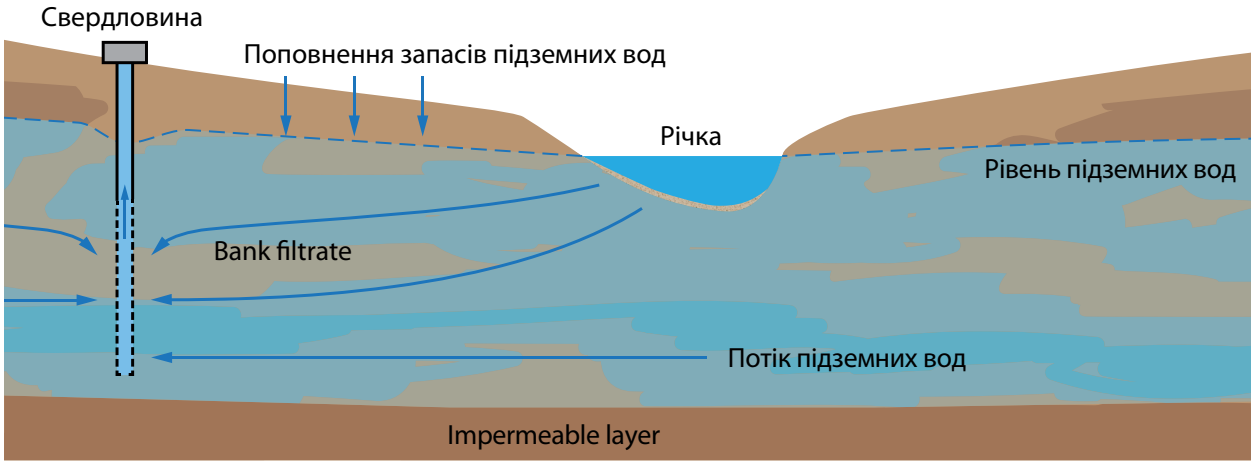
⊕ Низький рівень випаровування та якість води краща, ніж у відкритих водоймах
⊕ Забезпечує великі кількості води
⊕ Низькі вимоги щодо функціонування та обслуговування

⊖ Потребує експертних знань для розробки гарного проєкту
⊖ Є технологією, яка конкретно розробляється під певне місце
⊖ Належне будівництво дамби на піску може тривати роками, що суперечить короткостроковому фінансуванню
⊖ Можливі проблеми з якістю води (наприклад, через худобу)

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 214**

Фільтрація на березі річки

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Забір підземних вод, покращення якості води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Фільтрація на березі річки – це метод відкачування води, за якого воду відкачують із землі через береги річки (або іншої наземної водойми). Таким чином видобута вода – це поверхнева вода, яка пройшла попереднє очищення шляхом подолання невеликої відстані через відкладення та ґрунт у місце, де її видобувають. Фільтрація може бути дуже корисною як на гострому етапі реагування, коли певні види свердловин (наприклад, свердловина, споруджена гідромеханічним способом) можна швидко встановити, так і на етапах стабілізації та відновлення.

Фільтрація на березі річки характеризує процес, в якому забір води знаходиться на невеликій відстані від поверхневого джерела води (зазвичай менше 50 метрів). Невелика відстань і час, який поверхневі води проводять під землею, означає, що фільтрація ймовірно не буде суттєвою, відтак вода може бути нижчої якості порівняно з іншими джерелами підземних вод. Таким чином фільтрація на березі річки може вважатися як процес попереднього очищення води, що передує кінцевому очищенню. Система збору може бути захищеною неглибокою криницею **(3.7)** або захищеною свердловиною **(3.8)** чи може потребувати більш комплексних підходів до покращення потоку води через береги (наприклад, фільтраційна галерея).

Проєктні міркування: Основними міркуваннями щодо проєктування під час використання фільтрації на березі річки є кількість та якість води, і будь-яка система потребуватиме баланс між цими двома аспектами. Система збору має забезпечувати достатню кількість води для передбаченої мети і з прийнятною якістю. І те, і те будуть визначатися видом відкладень між поверхневим джерелом води та системою збору, а також відстанню між джерелом води та місцем видобутку.

У більшості довгострокових систем рівень видобутку буде зменшуватися через забиття прошарку між поверхнею та підземними водами. Коли берегові відкладення не є достатньо водопроникними для уможливлення видобутку необхідного обсягу із місця збору води, можна реалізувати різні вдосконалення. Вони включають створення штучного каналу водопроникних відкладень між джерелом води та місцем збору, яке потім знову засипається над каналом, або використання фільтраційної галереї, яка складається із горизонтальної здвоєної чи

перфорованої труби діаметром 75-300 мм, прокладеної під руслом річки або у берегах. Фільтраційна галерея має мати фільтр для сортованого гравію, встановлений навколо труби, що має бути як мінімум на 1 метр нижче за насичену вологою в посушливий сезон зоною та достатньо глибоко, щоб не зазнавати впливу підмиву річкою (як мінімум 1,5 метра). Із часом фільтраційні галереї все одно можуть забиватися, тому вони найкраще підходять для ділянок річки, де відсутні відкладення (тобто варто обирати русла річки із середньо- або велико-зернистим піском та уникати внутрішні частини вигинів річки, де спостерігаються відкладення). Також краще уникати дна з гравію у безпосередньому контакті із річковою водою, оскільки рівень забивання може зрости порівняно з піщаною поверхнею (адже невеликі часточки зазвичай глибше проникають у дно, попереджуючи їхній подальший повторний підйом шляхом підмиву).

Спорудження обох цих систем зазвичай є більш складним ніж у випадку інших систем збору води та потребує проведення значних земельних та осушувальних робіт. Разом із фільтрацією на березі річки можна використовувати багато інших систем збору води, наприклад, захищені свердловини чи свердловини, споруджені гідромеханічним способом, **(див. 3.8)** та захищені глибокі криниці чи криниці на березі річки **(3.7)**. Їх можна споруджувати у межах/під самим руслом річки (наприклад, свердловини, споруджені гідромеханічним способом, або свердловини у руслі річки зі зміщеним вакуумним насосом) або у берегах річки. Якість води у випадку всіх видів систем збору води із фільтрацією у березі річки також можна покращити шляхом використання методів керованого поповнення запасів води у водоносному горизонті, наприклад, ярові запруди, захисні дамби, протікаючі дамби та підземні дамби у сезонних річках **(3.5)**. Мікробіологічна, хімічна та фізична якість води у поверхневих водах значно покращиться завдяки фільтрації на березі річки із використанням поєднання процесів природного очищення, хоча кінцеве очищення все одно може бути потрібним. Альтернативами фільтрації на березі річки є очищення поверхневих вод із використанням чорнової фільтрації **(0.1)**, швидкої фільтрації **(0.2)** та повільної фільтрації **(0.9)** на берегах річки чи вдома.

Матеріали: Фільтрація на березі річки може бути гарним варіантом для використання місцевих матеріалів та навичок залежно від типу системи збору води (наприклад, ПВХ-труби, місцево доступний гравій, бетон).

Придатність: Фільтрація на березі річки є гарним варіантом для гострого етапу реагування, допоки можна швидко створити систему збору води (наприклад, свердловину, споруджену гідромеханічним способом). Інші системи збору води ймовірно будуть більше підходити для етапів стабілізації та відновлення з огляду на період часу, який займають земляні роботи та будівництво (наприклад, фільтраційна галерея чи захищена глибока криниця, **3.7**). Її основним використанням є покращення якості води із метою зменшення потреби в подальшому очищенні (наприклад, так щоб можна було проводити лише хлорування).

Експлуатація та обслуговування: Потрібно спостерігати за об'ємом води, що потрапляє в систему збору води, для виявлення ознак забиття у водопроникній зоні, що є поширеною проблемою у випадку систем фільтрації на березі річки. Вплив цієї проблеми можна найкращим чином пом'якшити завдяки ретельному проєктуванню та розташуванню, проте можливо знадобляться капітальні роботи з модернізації, якщо система збору заб'ється занадто сильно. Окрім цього фільтрація на березі річки насправді зменшує обсяги експлуатації та обслуговування, необхідні для очищення води (наприклад, попит на хімікати у процесі коагуляції), та може повністю замінити собою очищення у деяких випадках.

Здоров'я та безпека: Вода все одно може потребувати очищення або може становити ризик для здоров'я, особливо, внаслідок мікробіологічного забруднення, що ймовірніше буде проблемою у населених районах або в місцевості, де є багато тварин. Інші ризики для здоров'я пов'язані із проведенням землерийних робіт та будуть варіюватися залежно від виду системи збору води. У випадку фільтраційних галерей чи там, де канали із водопроникного матеріалу встановлюються між джерелом та системою збору води, ризик обвалу у насиченій вологою зоні разом із риттям необхідної глибокої траншеї становить ризик для здоров'я, якщо процедури будівництва/перекриття є неналежними..

Витрати: Витрати будуть варіюватися залежно від виду спорудженої системи збору води. Свердловини, споруджені гідромеханічним способом, можуть бути дешевими, оскільки вони будуються швидко та потребують небагато матеріалів (орієнтовно 150 доларів США на метр) порівняно з фільтраційними галереями, які можуть бути дорожчими, їх встановлення може зайняти більше часу та вони потребують проведення значних земельних робіт (орієнтовно 11 000 доларів США або більше для галереї довжиною 20 метрів, шириною 3 метри і глибиною 5 метрів).

Соціальні та екологічні аспекти: Фільтрація на березі річки зазвичай добре приймається людьми, оскільки процес фільтрації води через відкладення у березі річки є добре зрозумілим. Проте надмірний видобуток води може спричинити висихання поверхневої водойми чи зменшення потоку у річці, що може спричинити значні проблеми для інших користувачів.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Зменшує каламутність у економічно раціональний спосіб

⊕ Вища мікробіологічна, фізична та хімічна якість води порівняно з поверхневою водою

⊕ Деякі види систем збору води (наприклад, свердловини) можуть бути дешевшими із використанням фільтрації на березі річки порівняно із глибшими водоносними горизонтами, оскільки необхідна менша глибина та можливі різні дешевші форми (наприклад, свердловини, споруджені гідромеханічним способом)

⊖ Ймовірно заб'ється із часом, зменшуючи кількість води у довгостроковій перспективі

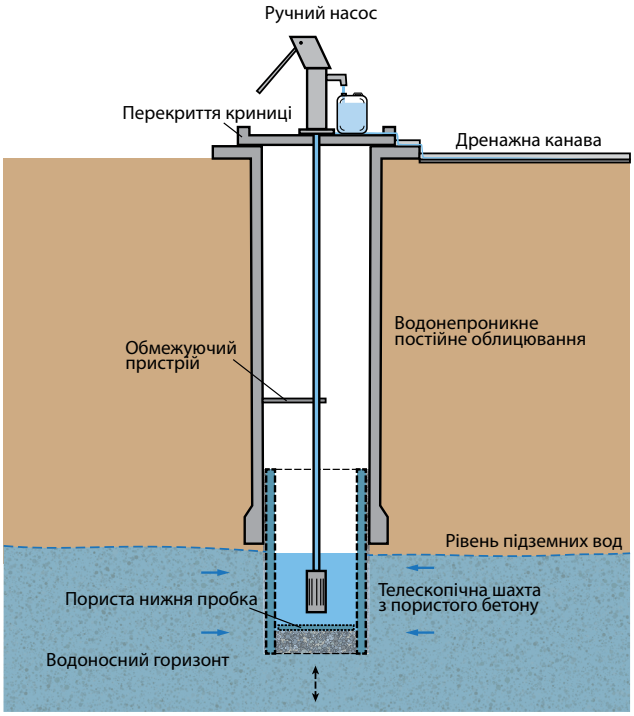
⊖ Складно достатньо глибоко споруджувати фільтраційні галереї для того, щоб постійно мати воду

⊖ Потрібні масштабні землерийні роботи для певних видів систем збору води (фільтраційні галереї) із відповідними пов'язаними витратами і ризиками для здоров'я

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 215**

Захищена глибока криниця

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний Суспільний/державний	Видобуток розташованих близько до поверхні підземних вод, вирито вручну
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	



Захищена глибока криниця – це структура з великим діаметром, вирита вручну із облицюванням та закрита зверху, що дозволяє видобувати воду з використанням насосу. Нові свердловини зазвичай не розглядаються на гострому етапі реагування, проте будь-які існуючі свердловини можна швидко модернізувати для постачання води.

Захищені глибокі криниці зазвичай мають глибину орієнтовно 20 метрів, проте деякі традиційні вириті вручну криниці є набагато глибшими. Варіації виритих криниць включають свердловини у руслі річки (закриті свердловини з облицюванням під поверхнею русла річки; вода, доступ до якої отримують за допомогою зміщеного вакуумного насосу) та інфільтраційні криниці (закриті свердловини з облицюванням у водоносному горизонті та засипані зверху).

Проєктні міркування: Шахта криниці під водоносним горизонтом (місце збору води) повинна дозволяти воді потрапляти в криницю. Найпростішим способом, як цього можна досягнути, є використання пористих бетонних блоків або кілець для облицювання, при цьому лишаючи основу відкритою або облицьованою шарами гравію та/або з пористою бетонною пробкою для попередження накопичення піску/мулу та випирання ґрунту (що може трапитися при відкачуванні води, зменшуючи тиск на матеріал на дні та спричиняючи його підняття догори). Зазвичай така пориста система збору води простягається на 1 — 4 метри під водоносним горизонтом, де досягнута глибина залежить від проникності водоносного горизонту порівняно із швидкістю зниження води. Шахта криниці над водоносним горизонтом зазвичай облицьовується лише до місця вище рівня землі (зазвичай бетоном, хоча також можуть використовуватися й інші матеріали). Таке облицювання не є пористим та має бути безперервним, так щоб будь-яка вода, яка проникає з поверхні, не могла потрапити знову до криниці (це може бути проблемою, коли прогалини між бетонними кільцями незароблені).

Захищені глибокі криниці у розташованих близько до поверхні водоносних горизонтах зазвичай зазнають впливу інфільтрації в результаті опадів швидше ніж глибші водоносні горизонти, і можливі коливання у водоносному горизонті до кількох метрів між різними сезонами. Тому спорудження мілководної криниці варто запланувати на кінець посушливого сезону. Проте це не завжди можливо на практиці, і тому рекомендується використовувати дизайн, який легко дозволяє в подальшому збільшити глибину. Для цього найкращою практикою буде включити постійне нерухоме облицювання шахти криниці над водоносним горизонтом, із телескопічним облицюванням меншого діаметру, яке потім можна опустити (затопити при

ритті) у водоносний горизонт. Це дозволяє поглиблювати з легкістю криницю в майбутньому. Додатковою стратегією у випадку криниць, які сезонно пересихають, є використання технік керованого поповнення запасів підземних вод у водоносному горизонті із метою збільшення кількості води.

На рівні землі криниця захищається перекриттям над криницею, захисним укриттям (бетонний дренажний піддон навколо криниці) та дренажною канавою (відводить воду, яка проливається, від шахти криниці). У районах схильних до затоплення шахту криниці також можна розширити над землею як верхню стінку для попередження потрапляння повеневої води у криницю. Навіть якщо мілководні криниці захищені, завжди є ризик забруднення розташованих близько до поверхні підземних вод, і зазвичай потрібно проводити аналіз ризиків. Проте в умовах надзвичайної ситуації це не буде проблемою, якщо воду хлорують, і насправді є проблемою лише, коли криницю адаптують для використання в якості ручного насосу.

Матеріали: Захищену глибоку криницю можна побудувати з використанням місцевих матеріалів. Часто використовують бетон для більшості елементів її структури, проте для облицювання також можна використовувати інші матеріали. До того ж деякі організації мають набори для викопування криниць в умовах надзвичайної ситуації, які включають вже готове облицювання. Також потрібен насос. На гострому етапі реагування на надзвичайну ситуацію ручний насос можна перетворити на герметичний насос, для чого також знадобиться електропостачання, і воду потрібно буде хлорувати.

Придатність: Захищені глибокі криниці можна спорудити в більшості видів ґрунтів (за винятком монолітної породи). Проте їх спорудження може зайняти досить багато часу, оскільки спершу потрібно вирити широку яму, а тоді облицювати її вручну, через що нові вириті криниці зазвичай не є підходящим варіантом для гострого етапу реагування. Проте часто можна модернізувати чи покращити існуючі криниці на гострому етапі реагування для оперативного забезпечення водою, зазвичай використовуючи герметичний насос та систему водопостачання. У таких випадках потрібно буде протестувати насос для визначення безпечного виходу води, перш ніж модернізувати метод видобутку води. У випадках, коли криниця дає низький вихід води, але знаходиться у піщаному водоносному горизонті, можна швидко підвищити вихід води шляхом встановлення фільтру на дно криниці задля збільшення потоку води в основну секцію споруди.

Експлуатація та обслуговування: Експлуатація та обслуговування передбачає забезпечення того, що перетікаюча та інша вода із поверхні не можуть потрапити в криницю (наприклад, попередження запружування стічних вод, перевірка плити та фундаменту на наявність тріщин), а також використання огорожі для того, щоб не пускати близько тварин, які випасаються. Часом криницю потрібно углиблювати, або може бути потрібно усунути пісок та мул, які можуть накопичуватися там із часом. Криниці також можуть потребувати дезінфекції після забруднення (наприклад, повені). У випадках, коли криниці було затоплено морською водою, додаткове викачування води насосами не допоможе, і знадобиться більше часу (до двох років) на те, щоб солона вода, яка забруднила водоносний горизонт, проникла глибше. Проте більша частина завдань із обслуговування ймовірно будуть стосуватися самого насосу.

Здоров'я та безпека: Основні ризики спостерігаються під час землерийних робіт: стіни, які обвалюються, речі, які падають в яму в процесі копання, люди, які падають, втома серед працівників, ненадійне обладнання, відсутність вентиляції, ураження струмом, роздроблені кістки від важких кілець та працюючих підйомників. Вплив ризиків можна пом'якшити шляхом: уникання потреби піднімати важкі предмети завдяки вибору техніки спорудження (використовуючи на місці постійне облицювання та бетонні блоки для телескопічного облицювання), відгородження місця розташування криниці, наявності плану порятунку на випадок падіння працівника, забезпечення того, що всі копачі носять будівельні ремені безпеки для швидкого підняття, наявності системи вентиляції під час землерийних робіт (наприклад, тимчасова ПВХ-труба діаметром 100 — 150 мм від основи ями до місця над рівнем землі, приєднана до поперечного бруса), забезпечення того, що всі насоси і генератори встановлені за вітром та ніколи не опускаються в яму, а також облаштування герметичних насосів автоматичними вимикачами.

Витрати: Порівнюючи викопану вручну криницю та пробурену криницю, де праця компенсується, орієнтовна вартість за метр викопаної криниці може бути вищою ніж у випадку пробуреної криниці, проте загальні витрати ймовірно будуть нижчими, оскільки викопана криниця буде не такою глибокою.

Соціальні та екологічні аспекти: Захищені глибокі криниці зазвичай приймаються населенням у багатьох районах, оскільки це традиційний спосіб видобутку води. Проте деякі водоносні горизонти можуть мати значні мінеральні поклади, що може впливати на смак та рівень прийняття. Неглибокі криниці також можуть пересихати і бути більш схильними до впливу посухи, особливо, ті, які розташовані у підвішеному водоносному горизонті із обмеженим поповненням запасів підземних вод, але вони також можуть бути дуже чутливими до заходів із адаптації до змін клімату, наприклад, контрольні дамби для уповільнення стікання води.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Добре працює для водоносних горизонтів із низьким виходом води (через здатність зберігати воду)
⊕ Можна збільшити глибину згодом, доступ все ще можливий, якщо ламається насос
⊕ Низька загальна вартість спорудження порівняно з механічним бурінням
⊕ Є гарним варіантом для певних видів ґрунтів, де ручне буріння є неможливим
⊕ Більша ймовірність натрапити на водоносний горизонт, який можна використовувати (порівняно з глибокими свердловинами)

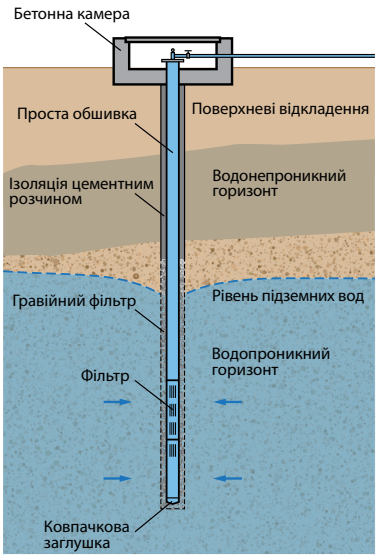
⊖ Спорудження виритої криниці займає більше часу
⊖ Обмеження максимального можливого ліміту води, оскільки є обмежена глибина, на яку можна заглибити шахту
⊖ Значні ризики для здоров'я та безпеки – не підходить для недосвідчених робітників
⊖ Більш вразливе до мікробіологічного забруднення порівняно з пробуреними свердловинами

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 215**

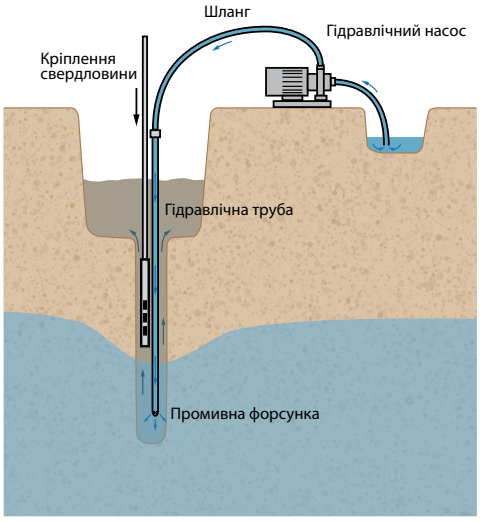
Захищена свердловина

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
* Гострий етап реагування ** Стабілізація ** Відновлення	* Домогосподарство ** Район ** Місто	* Домогосподарство ** Спільний ** Суспільний/державний	Видобуток розташованих близько до поверхні/глибоких підземних вод, пробурені свердловини
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
** Середня	*** Висока	*** Високий	

ЗАХИЩЕНА СВЕРДЛОВИНА



ГІДРОМЕХАНІЧНИЙ МЕТОД СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ



Захищена свердловина – це пробурена діра невеликого діаметру, облицьована та закрита, при цьому вода відкачується з використанням насосу. Існуючі свердловини можна швидко облаштувати для забезпечення води на гострому етапі реагування, проте нові свердловини, за винятком свердловин, споруджених гідромеханічним способом, зазвичай залишають на етап стабілізації, оскільки може знадобитися кілька місяців для їх організації та завершення.

Захищені свердловини можна пробурити із використанням різних методів як вручну (наприклад, буріння ручним буром, пробивання, шламування, гідромеханічний спосіб), так і механічно (наприклад, із використанням бурового станка з буровим розчином або використовуючи стиснене повітря для тиску на буровий станок із занурювальним пневмоударником із поверхні). Глибина буріння варіюється від кількох метрів до 500 метрів. Діаметр буріння зазвичай становить від 100 до 250 мм. Буріння свердловини – це спеціалізована діяльність, яка вимагає вибору належного місця розташування, проєктування, будівництва та тестування на належне функціонування.

Проєктні міркування: Спорудження свердловини гідромеханічним способом підходить для розташованих близько до поверхні слабко зв'язаних піщаних/мулистих водоносних горизонтів та може реалізовуватися швидко і з високим рівнем успіху. У випадку більшості свердловин пошук води у глибших водоносних горизонтах може бути складним. Навіть коли фахівці з буріння мають досвід роботи в певному районі, заздалегідь неможливо знати точну кількість води та її якість. Гідрогеологічні дослідження (у тому числі геофізичні) можуть допомогти знизити рівень невдач у певних районах, проте не гарантують успіх. Навіть якщо свердловина може забезпечувати певний вихід води у короткостроковій перспективі та водоносний горизонт може забезпечити вихід води, за відсутності поповнення запасів підземних вод, такий вихід води не буде сталим. Тому важливо (особливо коли встановлюються високопродуктивні герметичні насоси) оцінити це крізь призму підрахунків водного балансу. У прибережних районах потрапляння солоної води також може бути проблемою залежно від рівня викачування води **(див. 3.9)**.

Свердловини мають працювати протягом 20 – 50 років, і для досягнення цього надзвичайно важливим є належний проєкт, який враховує товщину/глибину/продуктивність водоносного горизонту, цільовий вихід води, ефективність у процесі використання та якість води. Усі ці елементи потрібно брати до уваги від самого початку, а тоді перевіряти під час та після процесу буріння, проте часто трапляється не так. Кріплення стабілізує стінки свердловини та попереджує забруднення із ґрунтів навколо, хоча це не завжди потрібно у стабільній кам'янистій породі із чистими розломами. Фільтр виконує подібну функцію, хоча і розміщується у водоносному горизонті та містить дірки/отвори, крізь які проходить вода. Фільтри мають отвори різної ширини (наприклад, 0,5–1,5 мм), які обираються з огляду на розмір матеріалу навколо фільтра для унеможливлення потрапляння дрібніших матеріалів у довгостроковій перспективі. Необхідна довжина фільтра залежить від виду/товщини водоносного горизонту, попиту, очікуваної продуктивності свердловини та швидкості води, що потрапляє у фільтр. Швидкість ніколи не повинна перевищувати 0,03 м/с через турбулентність та отримані в результаті втрати енергії, а також утворення твердих насипів та постійного потрапляння піщаних часток всередину із часом. Насоси ніколи не потрібно встановлювати в межах фільтрів, і обсяг викачування (рівень води під час роботи насосів) ніколи не має сягати фільтрів. Насоси можна встановити під фільтром, проте у такому разі потрібно встановити каркас, щоб забезпечити охолодження двигуна. Піщана пастка із корком встановлюється внизу фільтрів для збору піску, який потрапляє у процесі розробки свердловини та її подальшого використання. У більшості водоносних горизонтів знадобиться гравійний фільтр між фільтром та стінками свердловини, оскільки матеріал водоносного горизонту часто є меншим ніж наявні розміри отворів у фільтрі. Гравійний фільтр – це суміш просіяного великого піску (зазвичай від 1 до 6 мм), визначеного гранулометричним аналізом та підібраного за розміром так, що лише 10% часток у водоносному горизонті проходять через отвори. Його додатковою функцією є збільшення швидкості води, яка потрапляє у свердловину.

Після встановлення фільтрів надзвичайно важливою є розробка свердловини для вичищення будь-якого бруду після буріння чи піни та притягнення дрібного матеріалу із гравійного матеріалу для збільшення потоку води, що є тривалим процесом, який буде варіюватися залежно від техніки буріння (тобто проводиться, поки вода не буде чистою і вільною від будь-яких плаваючих часток). Пробне відкачування також є надзвичайно важливим для вивчення ефективності свердловини, безпечного виходу води та місця розміщення насосу і може зайняти кілька годин. Завершені свердловини захищені засипанням глиною навколо кріплення та закриттям верхніх п'яти метрів санітарною ізоляцією (наприклад, цементним розчином) та встановленням верхівки свердловини (зазвичай металева, та її видно над поверхнею землі) задля попередження забруднення свердловини та її захисту від затоплення.

Матеріали: Матеріали включають кріплення/фільтр/піщану пастку (зазвичай ПВХ або сталева), гравійний фільтр та насос для викачування води.

Придатність: На гострому етапі реагування у піщаних/мулистих алювіальних водоносних горизонтах можна швидко зробити свердловини, споруджені гідромеханічним способом, та часто можна швидко модернізувати існуючі свердловини, зазвичай використовуючи герметичний насос та систему водопостачання. Глибші свердловини можна зробити у всіх видах ґрунтів та водоносних горизонтів. Хоча інколи буріння відбувається швидко, на практиці потрібно кілька місяців для того, щоб найняти робітників із буріння для завершення свердловини, тому нові свердловини зазвичай розглядаються лише для етапів стабілізації і відновлення.

Експлуатація та обслуговування: Включають забезпечення того, що вода з поверхні ніяк не може швидко потрапити до свердловини (наприклад, попередження запруження стічних вод, перевірка захисної плити на наявність тріщин), а також використання огорожі, щоб не підпускати тварин на випасі. Фільтри потрібно чистити кожні кілька років. Більша частина завдань із функціонування та обслуговування будуть стосуватися функціонування насосу.

Здоров'я та безпека: Важка бурильна техніка із деталями, які рухаються, завжди є ризиком, тому потрібне належне управління об'єктом, особливо, контроль випадкових глядачів. Лінії електропередачі над головою є фактором ризику під час облаштування бурильних установок. Потрібно бути обережними, щоб попередити обвал під час встановлення свердловин, споруджених гідромеханічним способом, які часто починають будувати біля водоносного горизонту на дні виритої ями. У певних регіонах також можуть бути ризики для здоров'я, пов'язані із рівнями природних хімікатів (наприклад, миш'яку, фтору та нітратів). Там, де рівень pH <5, корозія металевих труб викликає занепокоєння.

Витрати: Витрати на типову пробурену свердловину варіюються від 125 до 300 доларів США за метр. Свердловини, споруджені гідромеханічним способом, зазвичай є дешевшими (до 150 доларів США за метр).

Соціальні та екологічні аспекти: Свердловини зазвичай сприймаються, якщо якість і смак води є прийнятними для користувачів. Проте деякі водоносні горизонти мають високий вміст мінералів, що може впливати на смак і прийняття та змушувати користувачів шукати альтернативні джерела. У випадку високих вимог щодо видобутку, обсяг води, взятої із водоносного горизонту, не повинен перевищувати обсяг води, що потрапляє у такий водоносний горизонт **(див. Д.5)**.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Безпечніше та швидше споруджувати ніж глибокі криниці
⊕ Гарний варіант для всіх видів ґрунтів
⊕ Менш вразливий до мікробіологічного забруднення порівняно з глибокими криницями

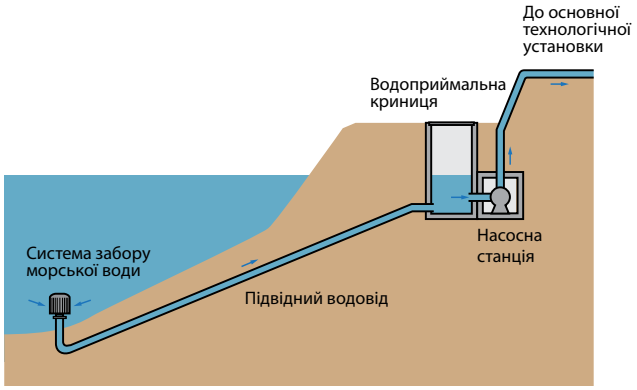
⊖ Високотехнологічний варіант із використанням спеціалізованого обладнання та необхідними експертними знаннями
⊖ Доступ до води неможливий, якщо ламається насос
⊖ Вищі загальні витрати на спорудження порівняно з глибокими криницями, проте часом із більш непевними результатами
⊖ Хімічна якість води може бути різною
⊖ Складно оцінити якість чи кількість води без існуючих свердловин як доказів

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 215**

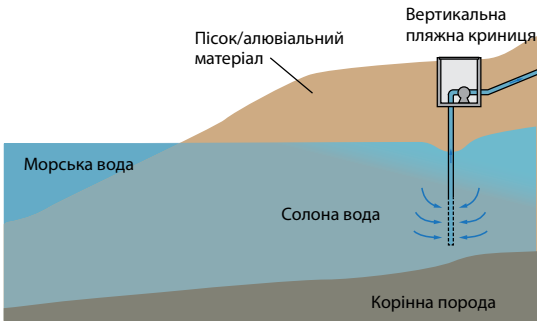
Забір морських вод

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування Стабілізація * Відновлення	Домогосподарство ** Район ** Місто	Домогосподарство * Спільний ** Суспільний/ державний	Поверхневий чи береговий фільтраційний збір морської води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
*** Висока	*** Висока	*** Високий	

ПОВЕРХНЕВИЙ ЗАБІР



ПІДЗЕМНИЙ ЗАБІР



Збір морських вод використовується для заводів з опріснення води та в інших, не для пиття цілях, наприклад, для басейнів чи охолодження. Тому вони зазвичай не розглядаються для надзвичайних ситуацій, якщо тільки роботи не полягають у відновленні пошкодженої існуючої системи збору води для заводів з опріснення із метою відновлення постачання питної води.

Системи збору морської води можна поділити на такі категорії, як поверхневі та підземні структури, і вибір однієї з них залежить від різних факторів. Вони зазвичай проєктуються для великих обсягів води і повинні споруджуватися у такий спосіб, щоб попередити шкоду та уникати екологічних проблем, при цьому продукуючи воду достатньої якості та послідовно для будь-якого подальшого процесу очищення.

Проєктні міркування: Основні занепокоєння щодо проєктування заводів з опріснення води стосуються видобутку достатньої кількості води для задоволення попиту, мінімізації впливу на навколишнє середовище та досягнення високої якості води у настільки послідовний спосіб, наскільки це можливо. Системи збору морських вод зазвичай є розробленими для конкретних локацій, а також є найскладнішим аспектом під час будівництва заводу з опріснення води та можуть поглинати до однієї п'ятої всіх капітальних інвестицій. Різноманітні фактори впливають на вибір місця та виду системи забору води, у тому числі топографія та геологія побережжя, дані про якість неочищеної води, морська біологія, джерела забруднення та навігаційні вимоги. Загалом система забору води та завод з опріснення води часто розташовані неподалік один від одного задля зменшення витрат на викачування води насосом. Це особливо важливо у випадку зворотного осмосу **(0.15)**, що продукує великі обсяги стічних вод із високим вмістом солей.

Поверхневі системи забору води зазвичай використовуються там, де необхідні великі обсяги (понад 38 000 м^3 на день), де сила моря ймовірно не пошкодить структуру або де геологія не дозволяє використовувати підземний забір води. Системи поверхневого забору води мають відкриту трубу на морському дні, яка зазвичай під'єднана до зумпфа на побережжі, де вода проходить спершу через фільтр перш ніж викачуватися далі. Проблеми, пов'язані з такою схемою, включають зіткнення, коли організми застряють у фільтрі внаслідок сили потоку води, та захоплення, коли менші організми проходять та потрапляють в очисну споруду. Рішеннями таких проблем можуть бути заходи з обох боків підвідної труби та фільтри для відлякування риби (наприклад, швидкісна кришка на кінці труби), для уникнення потрапляння більших організмів всередину (наприклад, фільтраційна сітка навколо кінця труби або сітка з дрібними отворами) та для зменшення швидкості (наприклад, пасивні фільтри). Якість води також може варіюватися у випадку поверхневих систем забору води (наприклад, після шторму), що може унеможливлювати функціонування установок з

опріснення води. Вода з відкритої системи забору води все одно завжди потребуватиме значного попереднього очищення із метою усунення будь-чого, що може забруднити мембрани під час процесу очищення.

Коли не можливо вирішити екологічні питання чи занепокоєння щодо якості води, можна розглянути підземний забір води, що має кілька переваг порівняно із поверхневим забором. Хоча такі системи зазвичай видобувають меншу кількість води, вони надають їй вищої якості із більшою послідовністю, таким чином зменшуючи потребу в попередньому очищенні. Їх також можна побудувати із використанням технік подібних до фільтрації на березі річки **(3.6)**, а також криниці «Реннея» з горизонтальними колекторами (бетонна криниця великого діаметру із променевими горизонтальними колекторами, встановленими горизонтально), та свердловин, пробурених під кутом чи горизонтально. Проте найбільш широко вживаною технікою є вертикальне буріння близько до моря із метою викачування води із глибшого шару морської води, що знаходиться під прісною водою у цій зоні. Певний вид підземного забору води також може залежати від загальної необхідної кількості води. Свердловини для видобутку морських вод, споруджені гідромеханічним способом, також ефективно використовуються для менших потреб у видобутку води, та їх перевагою є те, що їх швидко та легко встановлювати. Проте єдиною проблемою у випадку підземного забору води є ризик дестабілізації рівноваги між морем та прісною водою, що може спричинити потрапляння солоної води у місцеві криниці, які викачують воду із зони прісної води.

Матеріали: Матеріали залежать від проєкту систему забору води, що використовується, і можуть включати ПВХ-труби, місцево доступний гравій чи бетон. Ці матеріали мають бути стійкими до корозії через характерну природу морської води. Використовувані насоси, особливо, у випадку поверхневого забору води також мають бути стійкими до викачування твердих часток.

Придатність: Системи забору морської води є варіантом для етапів стабілізації та відновлення в умовах надзвичайної ситуації, коли мета полягає у відновленні пошкоджених існуючих установок з опріснення води. Проте будівництво нової установки з опріснення води вочевидь є завданням, яке реалізується поза межами контексту надзвичайної ситуації.

Експлуатація та обслуговування: Залежно від виду інфраструктури системи забору води знадобляться різні заходи з експлуатації та обслуговування. Запасна структура для забору води дозволить проводити обслуговування у процесі того, як система забору води продовжуватиме функціонувати. У випадку поверхневих систем забору води потрібно регулярно перевіряти фільтри під водою (кожні два – три місяці) для того, щоб вирішувати будь-які випадки зіткнення та біозабруднення. Це зазвичай передбачає перевірку на наявність морської трави, нафти та мастила від кораблів, стічних вод, молюсків/вусоногих рачків та цвітіння водоростей, і це все може забруднювати фільтри та мембрани. Системи підземного забору води потребують менше обслуговування. Потрібно спостерігати за кількістю води, що потрапляє до системи забору, на ознаки забиття фільтрів, які можуть повністю забитися, якщо їх не перевіряти. Роботи з обслуговування передбачатимуть періодичну чистку фільтра криниці, і повторна розробка знадобиться для підтримання виробничої ефективності. Обслуговування фільтра криниці у похилих та горизонтальних пробурених свердловинах може потребувати спеціалізованих технік обслуговування. Усі системи забору качають морську воду, яка є корозійною, тому у певний момент ймовірно потрібно буде ремонтувати чи замінювати металеві частини.

Здоров'я та безпека: Вплив на здоров'я є таким самим, що і для обраного методу будівництва. У випадку криниці ризики для здоров'я пов'язані із землерийними роботами, які варіюються залежно від виду системи забору води **(див. 3.7)**, тоді як у випадку буріння свердловини ризики включають використання важкої бурильної техніки із частинами, які рухаються, та лініями електропостачання над головою під час встановлення бурильної установки **(див. 3.8)**. До того ж робота поблизу відкритого моря є потенційно небезпечною та потребує належного захисного спорядження і проведення детального аналізу ризиків.

Витрати: Капітальні та поточні витрати варіюються залежно від виду системи забору води та того, скільки свердловин потрібно з огляду на необхідну кількість води. Загалом витрати будуть вищими ніж у випадку еквівалентних систем забору прісної води через потребу використовувати стійкі до корозії матеріали у системі. Орієнтовно капітальні інвестиції на поверхневу систему забору води варіюються від десятків тисяч доларів США до десятків мільйонів доларів США, що в середньому значно більше ніж у випадку підземних систем забору води, із коливаннями залежно від місця розташування та дизайну. До того ж потрібно включити проведення екологічної оцінки та витрати на попереднє очищення. У порівнянні з підземними системами забору води, де попереднє очищення не є обов'язковим, витрати все одно можуть бути високими (до 5 000 000 доларів США).

Соціальні та екологічні аспекти: Забір морської води може призвести до втрати рекреаційного використання у районі збору води, та деякі структури системи забору можуть мати візуальний вплив. Поверхневі системи забору води, не спроєктовані належним чином, також можуть впливати на морські організми, а підземні системи забору води можуть спричиняти потрапляння солоної води у місцеві криниці.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Можуть видобувати великі обсяги морської води
⊕ Підземні системи забору води надають воду вищої якості, і тоді не потрібне попереднє очищення
⊕ Підземні системи забору води мають менший вплив на навколишнє середовище

⊖ Поверхневі системи забору води мають ризики зіткнення та захоплення, і необхідне додаткове очищення після видобутку
⊖ Може бути складно знайти підходяще місце
⊖ Успіх підземних систем забору води залежить від місцевої геології
⊖ Підземні системи забору води можуть мати негативний вплив на розташовані поблизу джерела прісної води і можуть спричиняти проблеми в чутливих прибережних екосистемах

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 215**

Видобуток води – це процес отримання води із природних джерел, таких як річки, озера та водоносні горизонти, для використання у різних цілях, у тому числі для пиття, зрошування, рекреації та промислового виробництва. Цей розділ описує різноманітні насоси, які можна використовувати для видобутку води та які можна поділити на такі категорії: імпульсні насоси (B.1), нагнітаючі насоси (B.2 – B.7), швидкісні насоси (B.8 – B.9) та насосні станції (B.10). Такий поділ на категорії ґрунтується на методі, за допомогою якого додається енергія, і способі, у який рідина рухається через насос.

B.1 Гідравлічний плунжерний (імпульсний) насос
B.2 Поршнево-плунжерний всмоктувально-піднімний насос
B.3 Насос прямої дії
B.4 Поршневий насос для глибокої свердловини (глибококолодязний)
B.5 Шнековий насос для глибокої свердловини
B.6 Мембранний насос
B.7 Канатний насос
B.8 Динамічний лопатевий радіальний проточний насос
B.9 Динамічний осьовий насос
B.10 Насосна станція

Рішення щодо виду насосу, який буде використовуватися, має ухвалюватися під час початкового оцінювання, і на нього впливає ряд таких факторів:

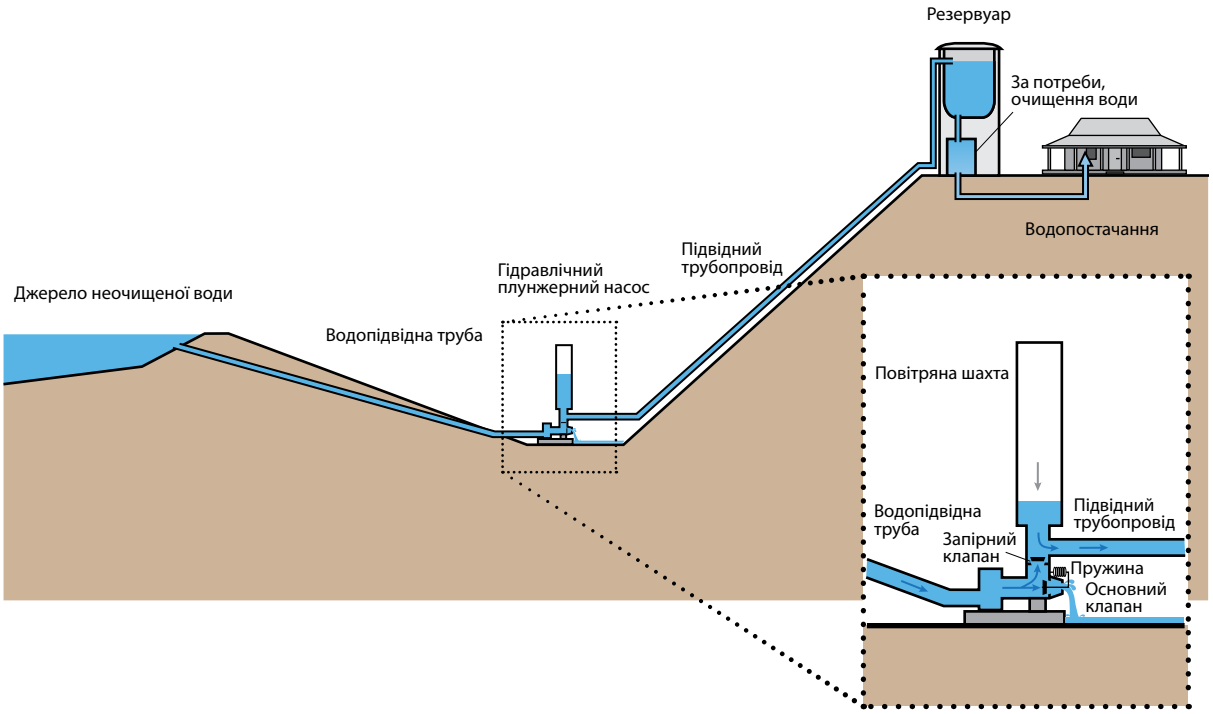
- Специфікації джерела води, у тому числі якість води, локація та проєкт системи збору води
- Необхідна кількість води
- Географічні особливості
- Наявність джерел енергії, таких як паливо, відновлювальна енергія та людська енергія
- Фінансові ресурси
- Місцева наявність технології та навичок для встановлення, експлуатації, швидкість встановлення та обслуговування

В

Видобуток

Гідравлічний плунжерний (імпульсний) насос

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶ Спільний Суспільний/ державний	Імпульсний насос, викачування та транспортування води, використання енергії від води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶ Низька	✶✶✶ Високий	



Гідравлічні плунжерні або імпульсні насоси конвертують різницю у висоті між забором води у водопідвідну трубу (наприклад, з річки неподалік або потік із водосховища на підвищенні) та самим насосом у кінетичну енергію, яка рухає воду через підвідний трубопровід. Імпульсні насоси не потребують або майже не потребують постачання енергії, окрім джерела води, яке тече, та можуть надійно надавати воду під тиском із існуючого джерела (у тому числі джерельну воду). Ця технологія переважно застосовується на етапах стабілізації і відновлення під час надзвичайної ситуації.

Гідравлічний плунжерний насос використовує серію клапанів односторонньої дії та карман повітря, що стискається, для отримання енергії (чи імпульсу) зі струмка, річки, які течуть, або зливання води з водосховища, розташованого на підвищенні порівняно із самим насосом. Вода, яка тече, стискує повітряний карман, що натомість змушує невелику кількість води пройти через трубопровід насосу під вищим тиском. Більша частина енергії від швидкості потоку на впуску передається спресованому повітряному карману, при цьому лише невелика частка потоку на впуску викачується вперед, що призводить до його швидкого руху із більшим тиском.

Проєктні міркування: Гідравлічний плунжерний насос не потребує електроенергії або палива для функціонування, натомість покладаючись на природний потік та різницю у висоті. Воду можна викачувати із глибини у 20 – 40 разів більшої ніж різниця у висоті, завдяки якій працює насос, що означає, що різниця у висоті в 1 метр у водопідвідній трубі може качати воду вверх на понад 30 метрів у підвідному трубопроводі. Проте менше 10% об'єму води, що тече через водопідвідну трубу, можна буде поставити на виході, оскільки енергія для підняття води до виходу, включаючи втрати, береться з води, яка витікає з насосу через основний клапан. Необхідна мінімальна швидкість потоку води становить 7 – 10 літрів на хвилину для невеликих насосів, та мінімальна робоча висота падіння — 1 метр.

Матеріали: Наявність готових гідравлічних плунжерних насосів залежить від регіону (легкі насоси доступні в Азії із прийнятним строком експлуатації). Хоча сама конструкція є достатньо простою для того, щоб уможливити встановлення в домашніх умовах із використанням доступних локально клапанів, термопластичних труб та арматури, домашні версії зазвичай є ненадійними. Плунжерні насоси можуть бути виготовлені з поліетилену високої щільності або інших термопластичних компонентів і стандартної арматури (варто уникати ПВХ чи інші крихкі матеріали).

Придатність: Гідравлічний плунжерний насос найбільше підходить для пагорбів чи гористих районів, де джерела води розташовані нижче, ніж місце використання. Зазвичай струмки, річки чи ключи можна використовувати як джерело для експлуатації таких насосів, проте для їх використання потрібен достатній потік/спроможність, оскільки велика частина води слугує джерелом енергії, яка після цього виходить під насосом та повертається у джерело води. Комерційні насоси є надійними, але доступними лише у розмірах, які спроможні забезпечувати воду із низькою швидкістю потоку. Вони не є широко доступними, це є комерційні продукти для використання на рівні району міста або ще в більшому масштабі. Найкращим застосуванням гідравлічних плунжерних насосів може бути галузь сільськогосподарських чи скотарських потреб неподалік від річки. Основним недоліком є низька ефективність та втрати цих насосів, разом із відносно низьким потоком. Насос може забезпечувати просту альтернативу для викачування води в сільськогосподарських цілях зі струмка чи річки неподалік без потреби в додатковій енергії.

Експлуатація та обслуговування: Гідравлічний плунжерний насос буде функціонувати 24 години на добу, 7 днів на тиждень впродовж багатьох років взагалі без потреби в зовнішній енергії. Регулярне обслуговування основного клапану та запірного клапану необхідне для забезпечення довгого строку експлуатації, і повітря у повітряному ковпаці потрібно регулярно перевіряти та поповнювати. Окрім того, необхідне мінімальне обслуговування. Хоча він і не вимагає зовнішнього джерела енергії, він потребує постійного притоку води із джерела. Рекомендується перевіряти функціонування плунжерного насосу раз на місяць. Впускні фільтри у водопідвідній трубі можливо потрібно буде перевіряти і чистити щодня чи щотижня залежно від наявної якості води.

Здоров'я та безпека: Є відносно небагато ризиків, пов'язаних із гідравлічними плунжерними насосами. Потрібно уникати ПВХ та інших крихких матеріалів, коли вони використовуються разом зі спресованими рідинами. Оскільки система працює на відновлювальній енергії, вплив на навколишнє середовище вважається дуже низьким. Коли гідравлічний плунжерний насос використовує поверхневу воду (наприклад, із річки), потрібно уважно підходити до питання належного очищення води.

Витрати: Виготовлені в домашніх умовах гідравлічні плунжерні насоси є відносно дешевими та порівнюваними із наявними трубами із поліетилену високої щільності та арматурою, необхідною для їх встановлення. Комерційні насоси, особливо з металевими компонентами будуть дорожчими, хоча вони будуть більш надійними та мають довший життєвий цикл ніж вироблені локально варіанти. Реальні витрати варіюються через такі фактори, як розмір та географія. Орієнтовна ціна коливається від 150 до 400 доларів США.

Соціальні та екологічні аспекти: Для виробництва та перевірки справності гідравлічного плунжерного насосу потрібні певні технічні можливості. Оскільки періодичне закриття основного клапану видає клікаючий звук, гідравлічний плунжерний насос може бути чути на певній відстані. Тому рекомендується розміщувати їх подалі від будинків та таких громадських будівель як школи та заклади охорони здоров'я. Гідравлічний плунжерний насос – це технологія викачування води, яка працює на відновлювальній енергії і споживає енергію, що міститься у воді, яка тече, для викачування частини цієї води на вищий рівень. Не потрібна жодна інша енергія, допоки є постійний потік води, що робить цю систему екологічно чистою.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Проста технологія
⊕ Виготовляється із використанням вже готових матеріалів із місцевого ринку
⊕ Не потребує постачання енергії

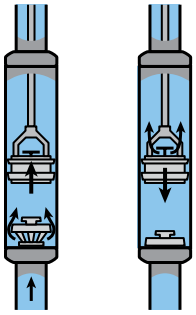
⊖ Виробляє низьку швидкість потоку
⊖ Часто не є широкодоступними у комерційних масштабах

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 215**

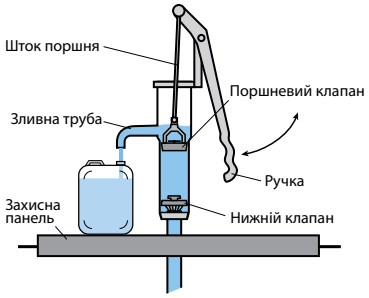
Поршнево-плунжерний всмоктувальний насос

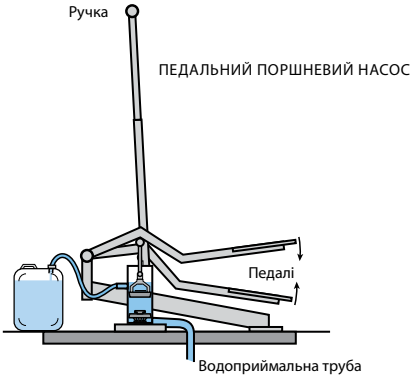
Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ✶ Стабілізація ✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний Суспільний/ державний	Поршневий насос, усі робочі частини над поверхнею земл
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶ Низька	✶✶✶ Високий	

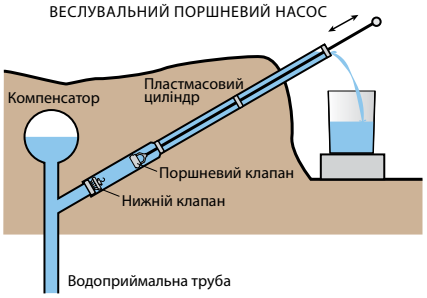
ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОРШНЕВОГО НАСОСУ



ПОРШНЕВИЙ НАСОС







Поршнево-плунжерний всмоктувально-піднімний насос – це поршневий насос, який переміщує фіксовану кількість води під час одного циклу. Усі робочі частини знаходяться над поверхнею землі. Такий вид насосу може бути досить поширеним у певних районах і може бути модернізований в умовах надзвичайної ситуації для відновлення його функціонування, хоча він може бути не підходящим для гострого етапу надзвичайної ситуації, коли потрібно будувати інфраструктуру. Натомість він більше підходить для довгострокового водопостачання у сільських районах (або для зрошування). Невсмоктувальні поршневі насоси для глибокої свердловини описані у B.4.

Поршнево-плунжерні всмоктувально-піднімні насоси можуть запускатися в роботу як вручну (за допомогою рук чи ніг), так і механічно. Вони функціонують через ковзаюче сальникове ущільнення у циліндрі, який рухається догори та донизу (зворотно-поступальний рух) для того, щоб змусити воду пройти через один із двох односторонніх клапанів, зазвичай розміщених у головці насосу. Така дія створює вакуум у водоприймальній трубі, що рухає воду догори по трубі завдяки атмосферному тиску.

Проєктні міркування: Максимальна висота, на яку може піднятися вода у водоприймальній трубі, обмежена та визначається атмосферним тиском. Теоретично це точка, в якій атмосферний тиск, що рухає воду догори по трубі, дорівнює вазі товщі води у трубі (тобто 10,34 метри). Проте в реальності неідеальні умови всмоктування та втрати від тертя у трубі означають, що на рівні моря цей максимум ймовірніше буде на рівні орієнтовно 7 метрів. На більшій висоті над рівнем моря він буде навіть нижчим (наприклад, орієнтовно 4,5 метри на висоті 2 400 метрів), оскільки там менше атмосферного тиску, який може рухати воду. Перевагою такого виду насосу є те, що можливою є вища швидкість потоку води (від 3 000 до 4 500 літрів на годину із глибини у 5 метрів) порівняно із невсмоктувальними видами (2 500 – 3 000 літрів на годину на такій самій глибині), що робить його дуже доречним для зрошування невеликих масштабів, яке потребує великої кількості води.

Існують різні доступні моделі насосу як для зрошування, так і для постачання питної води. Насоси, які використовуються для зрошування, зазвичай застосовуються для задоволення більшого попиту та зрештою

проєктуються для експлуатації із використанням сильніших частин тіла (наприклад, ніг або спини). Зокрема, веслувальні насоси можуть експлуатуватися сидячи чи стоячи із використанням веслувальної дії, яка виконується руками та спиною, тоді як педальні насоси експлуатуються із використанням поступальної дії, яка виконується ногами для активації плунжерів під кожною із ніг. Поршневі насоси зазвичай потребують підготовки для створення вакууму, що передбачає наливання невеликої кількості води у циліндр із метою створення повітронепроникної ізоляції між поршневими кільцями і циліндром. До того ж надзвичайно важливо, щоб забірна труба була повітронепроникною для сприяння ефективній підготовці та експлуатації насосу. Наявність одностороннього нижнього клапану на іншому кінці водоприймальної труби допомагає утримувати воду у трубі після того, як вона туди потрапляє. У такому випадку навіть попри те, що вона може протікати назад у свердловину з часом, потрібно менше зусиль для повернення води між інтервалами качання води.

Матеріали: Необхідні матеріали включать насосний механізм, водоприймальну трубу до джерела води, потенційно односторонній клапан на кінці труби та у випадку деяких насосів стічну трубу для постачання води на більшій висоті ніж насос. У багатьох випадках такий вид насосу виготовляється на місцевому рівні. Наявність буде залежати від особливостей країни.

Придатність: Поршнево-плунжерні всмоктувально-піднімні насоси, які експлуатуються вручну, є найбільш ефективними в умовах надзвичайної ситуації, коли вони використовуються на рівні домогосподарства. Якщо вони вже існують у громадах, які потребують реагування на надзвичайну ситуацію, то їх можна повністю модернізувати для забезпечення повноцінного функціонування замість того, щоб встановлювати наново. Залежно від проєкту вони можуть використовуватися або для постачання питної води (наприклад, чавунний поршневий насос), або для зрошування у невеликих масштабах (наприклад, педальний чи веслувальний насос). Оскільки такі насоси працюють із використанням висоти всмоктування, вони підходять лише для розташованих близько до поверхні водоносних горизонтів. Проте в такому контексті вони можуть бути корисними у ситуаціях, коли потрібен компенсаційний насос (наприклад, викачування води із русла річки насосом, встановленим на березі річки) або коли потрібні більші об'єми води (наприклад, зрошування невеликих садів).

Експлуатація та обслуговування: Вимоги щодо обслуговування поршнево-плунжерних всмоктувально-піднімних насосів є менш обтяжливими, ніж у випадку більшості інших ручних насосів, оскільки там менше робочих частин та всі робочі елементи знаходяться над поверхнею землі, що означає, що обслуговування проводити простіше. Частинами, які дійсно потрібно заміняти, є поршневі кільця та клапани. Такі насоси можуть використовувати пластик або метал як для циліндра, так і для водоприймальної труби. Із досвіду якщо використовуються металеві компоненти у поєднанні із підземними водами із рівнем pH меншим за 6,5, внаслідок корозії ймовірно потрібна буде часта заміна пошкоджених частин, особливо, насосних штоків та труб. Насоси, які використовуються для зрошення, характеризуються іншою структурою власності та часто належать фізичним особам або групам для виробничого використання (наприклад, зрошування сільськогосподарських культур), і з огляду на таку особисту зацікавленість вони можуть краще обслуговуватися порівняно з насосами, які використовуються у невиробничих цілях (тобто для питної води) та які можливо було отримано як допомогу, а не придбано.

Здоров'я та безпека: Основною проблемою щодо здоров'я та безпеки є те, що мікробіологічна якість води може наражатися на ризик, якщо для підготовки насосу використовується забруднена вода. До того ж такі насоси викачують воду із розташованих близько до поверхні водоносних горизонтів, які за природою більш схильні до забруднення, особливо в міських районах чи там, де неподалік є джерело забруднення. Хімічна якість води може бути проблемою в деяких металевих трубах, якщо рівень pH підземних вод – 6,5 чи менше, оскільки розчинність металу із труб є все більш ймовірною. Якщо для зваженого одностороннього клапану використовується свинець як частина спайки або якщо його інтегрують у бронзові фітинги, він може витікати у воду із рівнем pH 7 і нижче. Забруднення свинцем становить безпосередній ризик для здоров'я, тоді як витікання заліза із труб є більш непрямим ризиком, коли воно може спричиняти чи погіршувати вплив пов'язаних із залізом бактерій, впливаючи на смак і колір настільки, що люди можуть обирати альтернативне небезпечне джерело води.

Витрати: Витрати зазвичай коливаються у межах 100 – 200 доларів США. Поточні витрати є низькими, оскільки є менше працюючих частин. У випадку деяких насосів частини можна виготовляти на місцевому рівні.

Соціальні та екологічні аспекти: Загалом такі насоси добре приймаються. Оскільки такий насос переважно експлуатується вручну, він є екологічно чистим способом видобутку води із обмеженим ризиком надмірної експлуатації джерела води, яке використовується для її викачування.

Сильні та слабкі сторони:

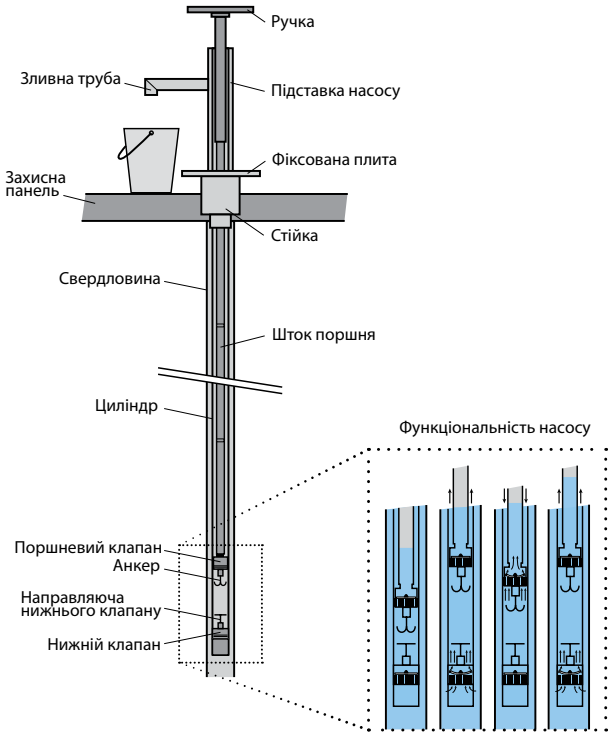
⊕ Потребує небагато функціонування та обслуговування через меншу кількість робочих частин
⊕ Простіше функціонування та обслуговування, тому що доступ до робочих частин можна отримати над поверхнею землі
⊕ Підходить для ситуацій із компенсаційним викачуванням води

⊖ Піднімає лише обмежену кількість води
⊖ Може забруднюватися у процесі підготовки

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 215**

Насос прямої дії

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ✶ Стабілізація ✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶ Суспільний/ державний	Поршневий насос, насос із середньою висотою підняття, товща води піднімається напряму
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶ Низька	✶✶✶ Високий	



Насос прямої дії – це поршневий насос, який переміщає фіксовану кількість води під час одного циклу. Вода піднімається чи переміщується безпосередньо користувачем без додаткових важелів чи підшипників. Насос є переважно непідходящим для надзвичайних ситуацій та має використовуватися для довгострокового водопостачання у сільських районах.

Насоси прямої дії експлуатуються вручну. Вони працюють, напряму піднімаючи і переміщуючи товщу води у зворотно-поступальний спосіб, через що вода рухається в голівку насосу при рухові догори та донизу через два односторонні клапани – один внизу зовнішньої труби та інший внизу внутрішньої труби. Вимоги щодо обслуговування є низькими, і підземні компоненти переважно виготовлені з пластику, тому вони є стійкими до корозії та з ними простіше впоратися.

Проєктні міркування: Насоси прямої дії зазвичай можуть піднімати воду на висоту до 15 метрів. Оскільки товща води піднімається напряму, викачування води із більшої глибини зазвичай є неможливим. Єдиний спосіб, як цього можна досягнути, – це шляхом зменшення ваги води у трубах завдяки модифікованому проєкту труб (наприклад, у випадку насосу Canzee потрібні будуть зовнішні труби діаметром 40 мм і внутрішні труби діаметром 32 мм замість звичної конфігурації 50 мм/40 мм). Швидкість потоку зазвичай становить від 2 500 до 3 000 літрів на годину на глибині 5 метрів, що є дещо меншим ніж у випадку поршневих насосів, проте все ще краще ніж у випадку насосів для глибших криниць.

Існують два основні види насосів прямої дії, які широко використовуються, – насоси Tara і Canzee, які дещо відрізняються один від одного. Вони обидва використовують два односторонні клапани, і обидва вимагають безпосереднього підняття товщі води під час руху догори (під час якого вода утримується на місці одностороннім клапаном внутрішньої труби). Проте є дві відмінності між ними. Насос Tara має внутрішню трубу, яка є порожньою та закритою, що робить її плавучою, тоді як внутрішня труба насосу Canzee заповнюється водою, яка піднімається. До того ж порожня внутрішня труба насосу Tara має в основі плунжер (з інтегрованим одностороннім клапаном), який закриває її від зовнішньої труби, над яким піднімається вода у зовнішній трубі під

час руху догори. Таким чином зовнішня труба в насосі Tara виконує роль циліндру, на відміну від насосу Canzee, який дозволяє воді потрапити як у внутрішню, так і в зовнішню труби під час змінних рухів, та там відсутній плунжер чи циліндр.

Матеріали: Необхідні матеріали включають головку насосу, зовнішню трубу з клапаном, внутрішню трубу з клапаном, з'єднання між внутрішньою трубою та ручкою (зазвичай виготовлене з металу) та ручку (виготовлену з металу, пластику чи дерева). У багатьох випадках цей вид насосу виготовляється на місцевому рівні. Наявність буде залежати від конкретної країни.

Придатність: Насоси прямої дії переважно використовується для постачання питної води. Оскільки насос працює, безпосередньо піднімаючи чи переміщуючи товщу води, глибина, на якій користувачі легко можуть працювати, обмежена водоносними горизонтами на глибині до 15 метрів, і насос потрібно встановити безпосередньо над криницею чи свердловиною. Такі насоси частіше є більш ефективними на рівні домогосподарства та в контексті сільських громад, де є менше користувачів на насос, а не в умовах надзвичайної ситуації та/або міському контексті, який є більш густонаселеним та де ручний видобуток води із єдиного спільного джерела може не задовольняти попит **(див. Д.8)**. Такий вид насосу підходить для меншої кількості користувачів (наприклад, до 150), оскільки пластикові матеріали є не настільки надійними як насоси для глибоких криниць, хоча більш інтенсивне використання є можливим, проте воно вимагатиме більшого обслуговування.

Експлуатація та обслуговування: Експлуатація та обслуговування насосів прямої дії є простішою ніж для насосів для глибоких криниць, оскільки вони піднімають воду напряму без жодних важелів чи підшипників, що призводить до виникнення порівняно меншої кількості проблем з обслуговуванням. Пластикові труби та арматура є легшими, що робить демонтаж труб простішим та менш проблемним завданням ніж у випадку металевих труб. До того ж у випадку насосу Tara нижній клапан можна зняти без демонтажу самої зовнішньої труби. Деякі частини можна виготовляти локально (наприклад, шайби клапану можна виготовляти із внутрішніх трубок для насосу Canzee), що теоретично може сприяти сталості. Іншим фактором, який зменшує потребу в обслуговуванні, є те, що штоки поршня та стояки виготовляються із пластику, внаслідок чого вони є стійкими до корозії від контакту з підземними водами із низьким рівнем pH, тобто потрібно менше ремонтних робіт та заміни деталей. Проте певні частини зрештою потрібно буде замінювати або частіше (наприклад, шайби клапану), або рідше (наприклад, ручка насосу та шток, під'єднаний до стояка). Тоді як сам проєкт передбачає просте обслуговування, в реальності навіть такі прості насоси часто не обслуговуються як потрібно. Існують різноманітні причини цього, які не стосуються технічного проєкту насосу **(див. Д.8)**.

Здоров'я та безпека: Оскільки більша частина компонентів, які знаходяться під землею, виготовлені з пластику, відсутні занепокоєння щодо розчинності металів у воді із нижчим рівнем pH, тобто також буде менш яскраво виражений вплив пов'язаних із залізом бактерій на якість води. Однією з проблем, пов'язаних із насосами прямої дії, є надмірне фізичне навантаження, оскільки воду потрібно піднімати напряму. Це може спричинити проблеми зі спиною у дорослих, і викачування води протягом тривалого часу є неможливим.

Витрати: Витрати на насоси прямої дії зазвичай коливаються у діапазоні від 150 до 500 доларів США. Поточні витрати є низькими, оскільки є менше робочих частин, та у випадку деяких насосів частини можуть виготовлятися локально.

Соціальні та екологічні аспекти: Загалом такі види насосів добре приймаються. Оскільки їх експлуатують вручну, вони є екологічно чистим способом видобутку води із обмеженим ризиком надмірної експлуатації джерела води, яке використовується для її викачування.

Сильні та слабкі сторони:

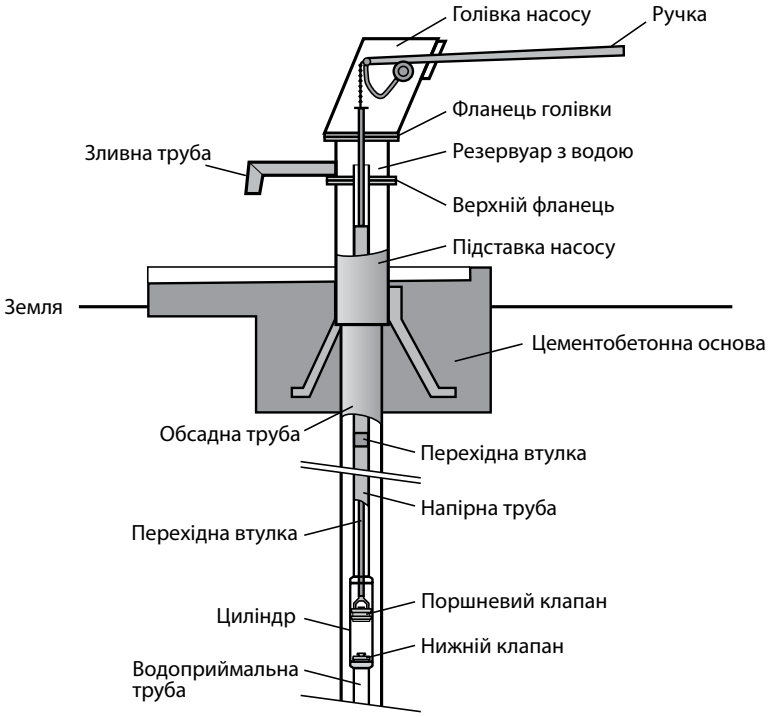
⊕ Потребує менше експлуатації та обслуговування ніж насоси для глибоких криниць через те, що менше робочих частин і є пластикові компоненти
⊕ Відносно легкий доступ до труб та клапанів під землею
⊕ Відносно дешево та просто виготовляти

⊖ Відносно обмежене підняття води
⊖ Не підходить у разі наявності багатьох користувачів
⊖ Може бути фізично важко експлуатувати, особливо для дітей чи людей похилого віку

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 216**

Поршневий насос для глибокої свердловини (глибококолодязний)

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування * Стабілізація ** Відновлення	* Домогосподарство ** Район Місто	Домогосподарство ** Спільний ** Суспільний/ державний	Поршневий насос, насос із середньою – глибокою висотою підняття, товща води піднімається із механічною допомогою
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
** Середня	* Низька	*** Високий	



Поршневий насос для глибокої свердловини (глибококолодязний) – це поршневий насос, який переміщує фіксовану кількість води під час одного циклу. Воду піднімають із глибини до 90 метрів за допомогою додаткових важелів чи приводів. Насос рідко коли підходить для гострого етапу надзвичайної ситуації та натомість краще підходить для довгострокового водопостачання у сільських районах із низькою густотою населення.

Більшість поршневих насосів для глибокої свердловини є ручними насосами з важільним принципом дії, які експлуатуються вручну, хоча також існують проєкти із маховим принципом дії. Такі насоси функціонують із використанням зворотно-поступального руху через з'єднання між важелем або приводом через шток насосу до плунжера у циліндрі, розташованому під водою. При цьому наявність одностороннього клапану забезпечує, що вода піднімається у напірній трубі.

Проєктні міркування: Викачуючи воду із глибини понад 15 метрів, вага штоків насосу та товщі води може стати занадто великою для безпосереднього підйому, тому потрібна додаткова форма механічної переваги для спрощення підняття товщі води. Це основна риса ручних насосів для глибоких свердловин. Для глибин до 45 метрів зазвичай до дизайну включаються механічні важелі (наприклад, насоси India Mark чи дизайн Afridev), тоді як для глибин до 90 метрів використовуються або приводні механізми (наприклад, насос Duba Tropic), або великі врівноважені важільні системи (наприклад, система India Mark Deepwell), обоє у поєднанні з циліндрами, спроєктованими для вищого тиску. Поршневі насоси для глибокої свердловини можуть використовуватися для розташованих близько до поверхні підземних вод, проте деякі проєкти розраховані на вагу штоку насосу (наприклад, насоси India Mark), тому можуть не так добре працювати. Швидкість потоку зазвичай варіюється від 600 до 900 літрів на годину на глибині 40 метрів для традиційних важільних насосів залежно від моделі і дещо зменшується для глибини до 95 метрів.

Такі насоси працюють із використанням поршня зі зворотно-поступальним рухом у циліндрі. Останні можуть бути більшими за напірну трубу (тому демонтаж плунжера чи нижнього клапану вимагає демонтажу всієї основної напірної труби, наприклад, у випадку India Mark 2)

або можуть мати дизайн із відкритим верхом (де можливо демонтувати плунжер/клапан без демонтажу напірної труби, наприклад, у випадку India Mark 3, Afridev чи насосу Blue Pump). В останньому випадку напірна труба має бути достатньо великого діаметру для того, щоб могли пройти плунжер і нижній клапан, що може збільшити вагу труби. Для вирішення цього почали використовувати пластикову трубу для напірної труби (наприклад, насос India Mark 3 або Afridev) та подвоювати обшивку для того, щоб вона виступала в якості напірної труби (наприклад, насос Blue Pump для нової свердловини).

Матеріали: Необхідні матеріали включають голівку насосу, важіль або приводний механізм, напірну трубу (може бути пластиковою), штоки насосу (інколи виготовляються з нержавіючої сталі), під'єднані до плунжера із одностороннім клапаном у циліндрі з нижнім клапаном. Такий вид насосу зазвичай виготовляється на кількох виробництвах лише в деяких країнах та експортується, хоча і були певні спроби виробляти його локально.

Придатність: Навіть попри те, що поршневі насоси для глибокої свердловини обслуговують більшу кількість користувачів ніж інші ручні насоси, вони все одно є більш доречними для постачання питної води у сільських громадах із меншою кількістю користувачів на насос, ніж в умовах надзвичайної ситуації та/або умовах міста із високою густотою населення, де ручний видобуток води із одного спільного джерела може не задовольняти попит **(див. Д.8)**. Також надзвичайно важливо за можливості впроваджувати моделі насосів, які вже використовуються та для яких існує ринок запчастин.

Експлуатація та обслуговування: Експлуатація та обслуговування можуть потребувати багато зусиль у випадку поршневих насосів для глибокої свердловини, оскільки вони спроєктовані для значної глибини, потребують більш надійної конструкції насосу, що додає ваги, а це, натомість, вимагає використання підйомного обладнання великої потужності. Значна глибина також означає, що потрібно демонтувати більше обладнання під час обслуговування, а це вимагає більше часу і навичок. Рухомі частини, такі як важелі чи приводи, також потребують більш регулярного обслуговування та заміни. У певних контекстах, де насоси інтенсивно використовуються, поломки можна очікувати кожні три – чотири місяці (наприклад, у випадку насосів India Mark чи Duba) або навіть щомісяця (наприклад, у випадку насосу Afridev). Проте деякі насоси спрямовані на продовження строку функціональності між поломками (12 – 36 місяців у випадку насосу Blue Pump).

Оскільки в певний момент обслуговування знадобиться для будь-якого виду насосу, певні аспекти насосу можуть сприяти проведенню такого обслуговування. Модель, який вимагає менше інструментів для процедур з обслуговування, може допомогти з цим (наприклад, насос Afridev), і процес буде простішим, якщо не потрібно буде знімати напірну трубу для того, щоб дістатися до плунжера, нижнього клапану чи циліндру (наприклад, насоси Afridev, India Mark 3 та Blue Pump). Для напірної труби може використовуватися пластик чи метал, тоді як для штоків насосу, плунжерів і циліндрів використовується метал. Там, де використовуються металеві компоненти у поєднанні із підземними водами із рівнем pH 6,5 чи нижче, корозія є ймовірною. Це означає частішу заміну пошкоджених частин, особливо, штоків насосу та труб, хоча вплив пошкодження можна пом'якшити завдяки використанню нержавіючої сталі для штоків насосу чи циліндрів (наприклад, насос Blue Pump) та за можливості пластикових напірних труб (наприклад, насоси Afridev, Blue Pump, India Mark 3), хоча це також може збільшити вартість. Частота проведення робіт з обслуговування також залежить від якості місцевих запчастин, яка може бути низькою навіть за умови стандартизації проєктів насосу. Ситуація ускладнюється ще тим, що насоси не обслуговують так, як потрібно, зазвичай із різних причин, не пов'язаних із технічними особливостями насосу **(див. Д.8)**. Одним із підходів до вирішення цієї проблеми, випробуваним у випадку насосів Blue Pump, було найняти професійних регіональних механіків із проведення ремонту, а не доручати це громадам.

Здоров'я та безпека: Однією з проблем зі здоров'ям може бути надмірне фізичне навантаження, навіть коли в насосів є механічна перевага. Хімічна якість води може стати проблемою у випадку деяких металевих насосів. Там, де рівень pH підземних вод 6,5 чи нижче, розчинність заліза з труб є високо ймовірною та може становити непрямий ризик для здоров'я, а свинець може витікати із певних швів та арматури незалежно від рівня pH **(див. В.2)**.

Витрати: Капітальні інвестиції в поршневі насоси для глибокої свердловини можуть суттєво варіюватися. У випадку глибини у 50 метрів витрати варіюються від менше ніж 1 000 до 5 000 доларів США. Поточні витрати на ремонт і обслуговування зазвичай становлять від 60 до 150 доларів США на рік на один пункт водопостачання, що є більше ніж у випадку насосів для мілководних свердловин. Витрати на насос можуть бути набагато вищими (300 – 600 доларів США) там, де обслуговування проводиться централізовано і насоси розташовані у віддалених районах.

Соціальні та екологічні аспекти: Загалом такі види насосів добре приймаються та відповідають потребам користувачів. Оскільки більшість із цих насосів мають ручний принцип роботи, вони є екологічно чистим варіантом видобутку води із обмеженим ризиком надмірної експлуатації джерела води, яке використовується для її викачування.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Цей проєкт добре себе проявив та є надійним, підходить для багатьох користувачів

⊕ Можна вручну піднімати воду з більшої глибини

⊖ Має нижчу швидкість потоку води на більшій глибині

⊖ Складніше отримувати доступ до плунжера/клапанів у випадку деяких моделей

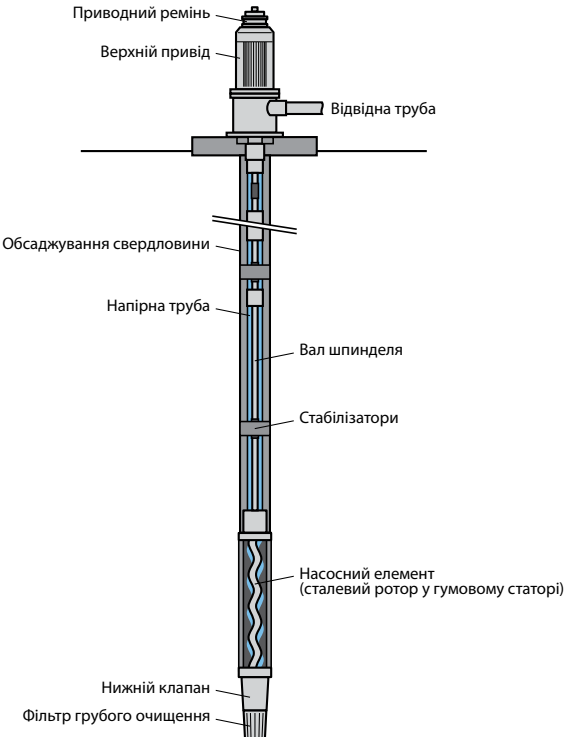
⊖ Більша потреба в обслуговуванні ніж у випадку інших видів ручних насосів

⊖ Ручні версії можуть бути важкими під час експлуатації

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 216**

Шнековий насос для глибокої свердловини

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
* Гострий етап реагування ** Стабілізація ** Відновлення	* Домогосподарство ** Район Місто	* Домогосподарство ** Спільний ** Суспільний/ державний	Поршневий насос, насос із мілководною – глибокою висотою підняття, товща води піднімається із механічною допомогою
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
** Середня	*** Висока	*** Високий	



Шнековий насос для глибокої свердловини – це поршневий насос, який переміщує фіксовану кількість води під час одного циклу. Воду піднімають із глибини до 300 метрів із використанням гвинтового ротору, а не поршня зі зворотно-поступальним рухом. Такі насоси є корисними на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Більшість шнекових насосів для глибокої свердловини є механізованими, хоча існують також і ручні їх версії. Вони функціонують із використанням ротаційного, а не зворотно-поступального руху. Існують різні механізми приводу, які можуть приводитися в дію вручну, електроенергією (мережевою чи сонячною) або дизельними/бензиновими двигунами. У минулому механізм приводу було розташовано на рівні поверхні землі та під'єднано до валу шпинделя (або через клиноподібний, або через редукторний верхній привід), проте зараз електропривід тісно з'єднаний із короткою секцією гнучкого приводного валу у свердловині. В обох випадках вал шпинделя під'єднаний до односпірального металевого ротору, який знаходиться в постійному контакті з та обертається в межах двоспірального гумового статора.

Проєктні міркування: Шнекові насоси для глибокої свердловини можуть функціонувати на різній глибині до 300 метрів зі швидкістю потоку до 50 000 літрів на годину при низькому напорі. Загалом такі насоси обирають для сильнішого напору та нижчої необхідної швидкості потоку. Вони функціонують завдяки обертанню гвинтового ротору, який має форму єдиної спіралі, розміщеної в межах стаціонарного двоспірального гумового статора. Вода займає порожнину, і коли починає обертатися ротор, ця порожнина рухається («прогресує») догори разом із водою (від чого і пішла назва насосу англійською мовою), що спричиняє підняття води в напірній трубі. Такий роторний механізм не потребує системи односторонніх клапанів, як трапляється у випадку зворотно-поступальних насосів, проте все одно зазвичай встановлюється нижній клапан під ротором для попередження відтоку води. Перевагою механізованих поршневих насосів (з-поміж яких основним видом є порожнина, яка поступально переміщується) є те, що потік води не суттєво варіюється разом із змінами у напорі.

Існує кілька різних міркувань щодо експлуатації цього виду насосу. Ці насоси можна встановити паралельно, та обидва будуть викачувати воду в трубу **(див. B.8)**.

Там, де механізм приводу знаходиться на рівні поверхні землі із вертикальним валом шпинделя у свердловині, остання також має бути вертикальною, щоб дозволити валу шпинделя звисати вертикально. Також насоси ніколи не можна експлуатувати із закритим клапаном, оскільки це може пошкодити насос та арматуру. Шнекові насоси також існують як всмоктувально-піднімні насоси (а не лише як насоси для глибоких свердловин), і в такому випадку є максимальна висота, на яку може піднятися вода у трубі залежно від атмосферного тиску, який варіюється залежно від висоти над рівнем моря **(див. B.2).** Інше проєктне міркування для моторизованих всмоктувально-піднімних насосів полягає в забезпеченні того, що утримується достатньо тиску у всмоктувальному отворі задля попередження утворення порожнини. Саме там утворюються повітряні бульбашки у воді під низьким тиском, які згодом руйнуються, спричиняючи ударну хвилю, що може спричинити суттєві пошкодження насосу. Із метою попередження цього потрібно обчислити допустимий кавітаційний запас насосу із використанням атмосферного тиску в місці розташування насосу, даних про допустимий кавітаційний запас насосу від виробника насосу, втрат на терті у підвідній трубі та тиску пари.

Матеріали: Необхідні матеріали включають напірну трубу, вал шпинделя (із нержавіючої сталі), двигун, гвинтовий ротор (зазвичай із хромованої сталі), статор (гумовий) та нижній клапан. Такий вид насосу виробляється на кількох виробничих майданчиках всього у кількох країнах та експортується.

Придатність: Шнековий насос для глибокої свердловини може бути гарним варіантом для надзвичайної ситуації, коли зазвичай неможливо заздалегідь розробити детальний проєкт (порівняно з швидкісними насосами, де зазвичай необхідний гарний дизайн). Це означає, що один вибраний вид насосу буде обслуговувати різні напори без значної варіації у швидкості потоку. Такі насоси також більше підходять для викачування води із твердими частками або абразивними частками порівняно з іншими поширеними видами насосу для свердловини (наприклад, швидкісні насоси) та використовуються як для отримання питної води, так і в інших цілях. При цьому все одно насоси для свердловини потрібно належним чином підібрати по розміру та правильно розташувати задля попередження надмірної швидкості у фільтрі (що притягує більше часток, **див. B.8**).

Експлуатація та обслуговування: Шнековий насос для глибокої свердловини має простий механічний проєкт, що робить його зазвичай більш надійним і простішим в експлуатації та обслуговуванні, ніж інші механізовані насоси. Коли механізм приводу в старіших моделях знаходився на рівні поверхні землі, все було легше доступним, тому обслуговування було простішим, проте проблеми із постійною вібрацією насосу часто призводили до поломок в ущільненні валу. Герметичні насоси тепер проєктують із близько розташованими двигунами та гнучкими шахтами без з'єднань, у результаті чого строк експлуатації частин зараз у п'ять разів довший ніж раніше, але у цьому випадку обслуговування двигуна потребує його вилучення із під землі, що передбачає також демонтаж напірних труб. Проте першими зносяться статори, і на кожні дві зміни статора також потрібно буде міняти ротор. Статори, які зберігаються, можуть швидше вийти з ладу із підвищеним рівнем тепла, вологості, сонячного світла чи озону, тому їх потрібно правильно зберігати. Якщо статори старші за п'ять років, вже буде певне погіршення навіть до їх встановлення, та операційний строк експлуатації буде меншим. Метал використовується для частини цього виду насосу; там, де такі компоненти контактують із підземними водами із рівнем pH 6,5 чи менше, ймовірно матиме місце корозія, що означає частішу заміну пошкоджених частин. У випадку такого насосу напірна труба з оцинкованої сталі більше наражається на ризик ніж інші металеві частини, виготовлені з нержавіючої сталі (наприклад, вал шпинделя, гвинтовий ротор).

Здоров'я та безпека: Лише кваліфікований персонал має працювати над механізованими насосами. Обладнання має бути недоступним для широкої громадськості, і будь-які клиноподібні ремені, які швидко рухаються, мають бути екранованими. Хімічна якість води може бути проблемою у випадку деяких металевих насосів. Там, де рівень pH підземних вод становить 6,5 чи менше, метал із труб може починати розчинятися, спричиняючи непрямий ризик для здоров'я, а свинець може витікати з певних швів та арматури незалежно від рівня pH **(див. B.2)**. За умови використання насосів, які працюють на двигунах, потрібно оцінити потенційні ризики для здоров'я від викидів із двигунів.

Витрати: Шнекові насоси для глибокої свердловини коштують орієнтовно 1 250 доларів США для глибини 50 метрів. Зазвичай статорів (170 доларів США) вистачає на 12 000 годин роботи, хоча їх потрібно замінювати кожні три роки у будь-якому випадку через граничний строк експлуатації гуми. Роторів (140 доларів США) вистачає орієнтовно на 30 000 годин.

Соціальні та екологічні аспекти: Кінцевий користувач системи водопостачання зазвичай не взаємодіє із такими насосами. Складність функціонування та обслуговування системи потрібно брати до уваги, оскільки необхідний кваліфікований та компетентний персонал. Існує ризик надмірної експлуатації джерел (підземних вод), що потрібно враховувати, обираючи такий вид насосу. У випадку насосів, які працюють від двигуна, основні екологічні міркування пов'язані з використанням розхідників (мастила, масла, хімікатів) та джерел енергії. Має бути план належного зберігання та утилізації розхідників. Насос також може працювати на сонячній енергії **(див. Д.10)** із метою обмеження впливу його функціонування на навколишнє середовище.

Сильні та слабкі сторони:

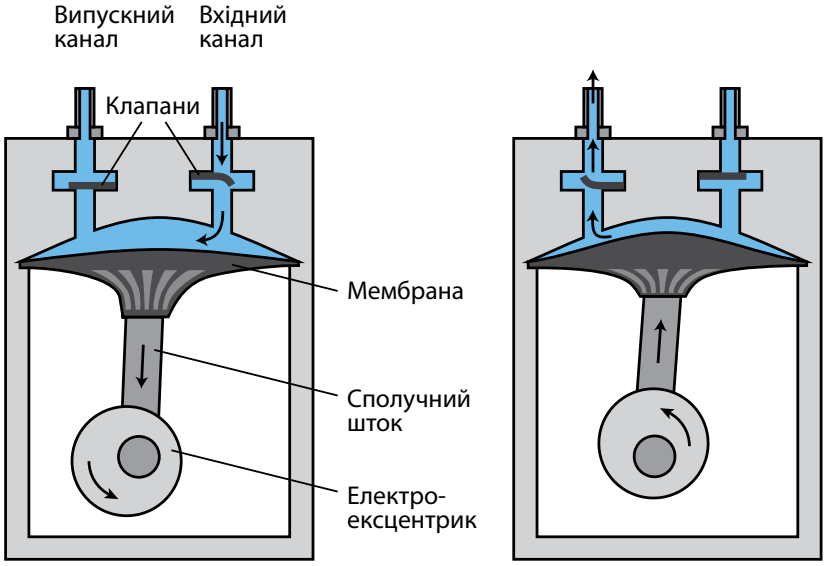
⊕ Більш стійкі до агресивних підземних вод (шляхом використання більшої кількості нержавіючої сталі)
⊕ Можуть впоратися з викачуванням твердих часток
⊕ Швидкість потоку не сильно варіюється зі збільшенням напору, тому потрібно менше проєктування

⊖ Не доступні вільно на ринку
⊖ Функціонування без води навіть протягом хвилини може зруйнувати статор
⊖ Функціонування із закритим клапаном може пошкодити насос та арматуру

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 216**

Мембранний насос

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування Стабілізація ** Відновлення	** Домогосподарство ** Район Місто	Домогосподарство ** Спільний ** Суспільний/ державний	Поршневий насос, викачування води під високим тиском та для дозування хімікатів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
** Середня	** Середня	*** Високий	



ХІД ВПУСКУ

ХІД ВИПУСКУ

Мембранний насос – це поршневий насос, який переміщує фіксовану кількість води під час одного циклу. Мембранні насоси використовують гнучку мембрану для стимулювання руху рідини через насос та переважно підходять для етапу відновлення.

Мембранні насоси доступні в таких формах, як механічна/електрична, пневматична та з гідравлічним приводом. Комерційні мембранні насоси доступні в будь-яких розмірах, з різними можливостями та з різноманітних матеріалів. Великий спектр матеріалів, різні види приводів та геометричні форми мембранних насосів дозволяють ним загалом викачувати різноманітні речовини, а не лише питну воду, у тому числі напіврідку масу різної в'язкості, з будь-яким ступенем корозійної активності, з твердими часточками та іншими характеристиками. Мембранні насоси також доступні в конфігураціях, спроєктованих спеціально для видобутку рідини з-під землі із глибокої свердловини.

Проєктні міркування: Мембранні насоси працюють завдяки розширенню і скороченню мембрани, яка використовуються для забезпечення руху рідини, наприклад, для постачання води на поверхню. Такі насоси є надійним варіантом для густих чи в'язких речовин, але часто не є підходящими, якщо потрібна велика швидкість потоку. Матеріальна сумісність із рідиною, яка викачується, має бути ретельно проаналізована. Зазвичай виробники пропонують кілька варіантів корпусу насосу та матеріалу мембрани для того, щоб вони підходили для більшості видів викачуваних рідин, і з ними потрібно проконсультуватися щодо сумісності.

Усі поршневі насоси спроможні генерувати великий тиск на напірну сторону, тому потрібно бути обережними щодо забезпечення того, що ці насоси не працюють із закритими клапанами чи блокуванням без методу захисту клапанів та арматури вниз за течією; в інакшому випадку тиск буде продовжувати наростати в системі, допоки не відбудеться перевантаження двигуна або не зламається найслабша труба вниз за течією.

Мембранні насоси також можна експлуатувати вручну, вони можуть працювати від двигуна або живитися пневматично чи гідравлічно. Гідронасос Vergnet Hydro – це один із прикладів мембранного насосу для глибокої свердловини, який експлуатується за допомогою ніг із використанням педалі, та він має максимальну

рекомендовану висоту підняття у 60 метрів. Рух плунжера передається гідравлічно через гнучкий шланг до гумової мембрани внизу в насосному елементі, та розширення і скорочення мембрани використовується для постачання води на поверхню.

Всмоктувальна сила обмежена атмосферним тиском, проєктом насосу та матеріалом і конфігурацією всмоктувальної труби. Окремо обраний насос потрібно оцінити з огляду на вимоги щодо висоти всмоктування.

Матеріали: Мембранні насоси доступні з різноманітних металевих і неметалевих матеріалів. Потрібно проконсультуватися з виробником чи фахівцем для визначення сумісності матеріалу із викачуваною рідиною та середовищем. Варіанти живлення мембранних насосів включають електричні двигуни, стиснене повітря чи гідравлічну рідину.

Придатність: Мембранні насоси не підходять для великомасштабного викачування води для громадського використання. Натомість вони є більш корисними для невеликої, контрольованої швидкості потоку, для дозування хімікатів і корозійних рідин (наприклад, хлору) або для викачування води із твердими частками (наприклад, для викачування води, яка містить високий відсоток зважених твердих часток, наприклад, при відкачуванні води чи для круговороту шламу під час буріння свердловин). Оскільки є варіанти, які не залежать від електроенергії, відкачування води з використанням мембранних насосів можна досягнути завдяки стисненому повітрю, за можливості.

Експлуатація та обслуговування: Принцип експлуатації мембранних насосів є простим, і насоси легко обслуговувати. Мембранні насоси зазвичай мають менше частин, які зношуються, ніж у випадку інших насосів із механізмами, які обертаються, та підшипниками. Мембранні насоси, які працюють від двигуна, мають деякі механічні частини, що швидко зношуються, але мембранні насоси, які працюють пневматично чи гідравлічно, не мають частин, що швидко зношуються, окрім гнучкої мембрани, яка рухається завдяки різниці в тиску між викачуваною та робочою рідиною. Багато мембранних насосів спроєктовані з вхідним та вихідним клапанами як невід'ємними частинами насосу. Потрібно проконсультуватися з виробником для визначення очікуваного строку експлуатації мембрани та частин, які швидко зношуються, з огляду на умови обслуговування, навантаження та викачувані рідини.

Здоров'я та безпека: Потрібно завжди дотримуватися кращих практик безпеки під час роботи з механічним обладнанням. Спресоване повітря та гідравлічна енергія можуть зменшувати електричні загрози, проте все одно можуть бути небезпечними чи смертельними при неналежному поводженні. При викачуванні хімікатів потрібно одягати належне особисте захисне спорядження, і потрібно дотримуватися рекомендацій виробника. При використанні насосів, які працюють від двигуна, потрібно оцінити потенційні ризики для здоров'я, пов'язані з викидами.

Витрати: Вартість невеликого мембранного насосу залежить від обраного матеріалу. У випадку невеликої швидкості потоку (до 5 літрів на секунду) ціни зазвичай варіюються від кількох сотень до кількох тисяч доларів США. Стандартні термопластичні чи алюмінієві варіанти зазвичай є менш дорогими, тоді як спеціалізовані термопластичні компоненти чи компоненти з нержавіючої сталі зазвичай є більш дорогими. Термопластичні або алюмінієві насоси можуть бути відносно доступними та стійкими порівняно з іншими варіантами комерційних насосів. Варіанти живлення насосів варто враховувати під час підрахунку витрат. Спресоване повітря, яке постачається бензиновим компресором, забезпечує гнучкість для викачування рідини без потреби в електроенергії, проте це може спричинити вищі поточні витрати порівняно з варіантами з електричним двигуном.

Соціальні та екологічні аспекти: Кінцеві користувачі системи водопостачання зазвичай не взаємодіють із цими насосами. Складність експлуатації та обслуговування системи потрібно брати до уваги, проте завжди потрібен кваліфікований та компетентний персонал. У випадку менших простих мембранних насосів, наприклад, ручного насосу Vergnet, потрібні мінімальне навчання та обслуговування. У випадку насосів, які працюють від двигуна, значні екологічні міркування пов'язані з використанням розхідників (мастила, масла, хімікатів) та джерел енергії. Має бути план належного зберігання та утилізації розхідників. У випадку менших насосних систем реально використовувати гібридні системи живлення із сонячними панелями, і вони часто мають менший вплив на навколишнє середовище та швидку окупність.

Сильні та слабкі сторони:

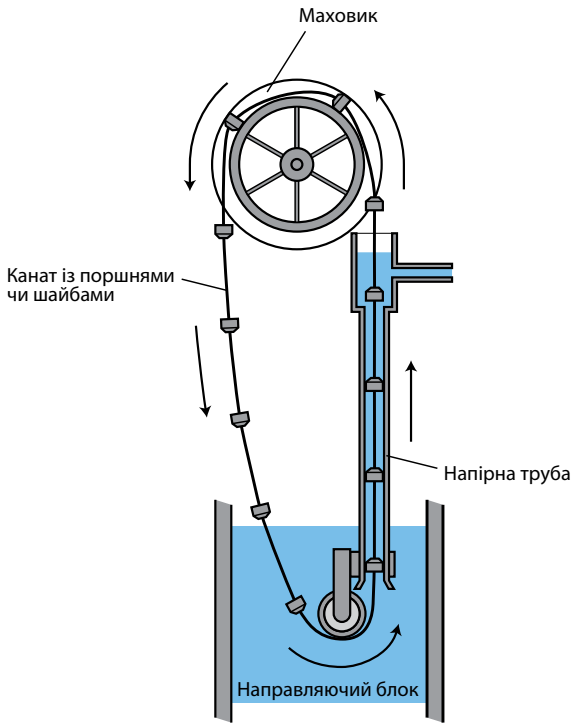
⊕ Доступні у багатьох розмірах та варіантах матеріалів
⊕ Різна швидкість потоку
⊕ Доступні з різними варіантами живлення (ручні, моторизовані, гідравлічні, пневматичні)
⊕ Можуть викачувати корозійні рідини та тверді частки за умови належного проєктування моделі
⊕ Здатні забезпечувати висоту всмоктування

⊖ Зазвичай лише низька швидкість потоку
⊖ Дещо дорогі, тому економічно раціонально встановлювати лише для муніципального чи більшого масштабу

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 216**

Канатний насос

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ★ Стабілізація ★★ Відновлення	★★ Домогосподарство ★★ Район Місто	★★ Домогосподарство ★★ Спільний ★ Суспільний/ державний	Поршневий насос, простий ручний насос із висотою викачування із розташованих близько до поверхні підземних вод
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
★★★ Висока	★ Низька	★★★ Високий	



Канатний насос (також відомий як канатно-шайбовий насос) – це поршневий насос, який переміщує фіксовану кількість води під час одного циклу. Вода піднімається напряму із використанням постійного руху маховика, який рухається в одному напрямку (а не зворотно-поступально). Компоненти, які знаходяться під поверхнею землі, зазвичай виготовлені з пластику, що робить їх стійкими до корозії та простішими в обслуговуванні. Такі насоси зазвичай не підходять для гострого етапу реагування і є більш доречними для довгострокового водопостачання у сільських районах, де вони добре підходять для модернізації відкритих свердловин та виведених з експлуатації свердловин із метою покращення доступу до води та її якості.

Канатні насоси зазвичай експлуатуються вручну, але також можуть бути з електроприводом. Вони функціонують із використанням замкнутого канату із приєднаними шайбами, який зв'язує маховик зверху із розширеною вхідною точкою та із напірною трубою внизу. Шайби вільно розміщуються всередині напірної труби, проте цього достатньо для забезпечення того, що при певній швидкості обертання більше води піднімається ніж падає завдяки гравітації навколо шайб, при цьому чистим результатом є те, що вода транспортується у голівку насосу.

Проєктні міркування: Існує кілька ключових рис канатного насосу. Маховик має дві ручки – по одній з кожного боку, що означає, що ним може керувати одна чи дві людини. Замкнутий канат з'єднує маховик над поверхнею землі із направляючим блоком під водою. Металевий маховик часто з'єднаний із двома сторонами старої шини, що допомагає утримувати канат та шайби по центру. Можна використовувати нейлонову мотузку, хоча вона зазвичай висковзує та розтягується більше ніж поліпропіленова. Шайби розташовані на мотузці з інтервалом мінімум в 1 метр (для уникнення зісковзувань на маховику) і підтримуються та обмежуються двома вузлами по обидва боки від кожної шайби. Шайби зазвичай виготовляють з формованого поліетилену високої щільності або гумових дисків, вирізаних з автомобільних шин.

У випадку захищеної глибокої криниці **(3.7)** канат заходить через місце в основі та проходить до направляючого блоку, розташованого під основною напірною трубою, хоча також є версія для свердловини, коли канат спрямовується після того, як виходить із маховика,

розташованим над поверхнею землі направляючим блоком, який притягує його ближче, так щоб він зайшов у вузьку свердловину (можливо навіть у випадку діаметру до 75 мм). Канат опускається у криницю без труби і тоді ловиться розширеною обмежувальною трубою, що є частиною структури направляючого блоку в основі напірної труби. Її функція полягає в тому, щоб спрямувати канат назад у нижню секцію напірної труби, яка також є розширеною. Наявність розширених кінців допомагає уникнути застрягання канату чи шайб наприкінці труби та її пошкодження, при цьому забезпечуючи більш плавне викачування води. Зрештою напірна труба, яка може мати діаметр від 18 до 40 мм залежно від висоти підйому, з'єднана з голівкою насосу та спускною трубою.

Ручні канатні насоси можуть використовуватися для глибини води до 50 метрів, тоді як їх також можна обладнати електроприводом для глибини до 100 метрів. Швидкість потоку варіюється залежно від висоти підйому та методу викачування води. Ручні насоси на глибині 5 метрів можуть давати орієнтовно 5 000 літрів на годину, що зменшується до 500 літрів на годину на глибині 50 метрів, тоді як насоси з електроприводом на глибині 100 метрів можуть давати 1 100 літрів на годину.

Матеріали: Канатний насос можна виготовляти, використовуючи місцеві матеріали та навички із залученням невеликих майстерень, або можна купувати у спеціалізованих виробників. Необхідні матеріали включають голівку насосу (металеву), напірну трубу (пластикову), канат із шайбами, маховик, ручки та направляючі блоки. У багатьох випадках такий вид насосу виготовляється локально, проте не у всіх країнах відбувається саме так. Наявність залежить від конкретної країни.

Придатність: Канатні насоси переважно підходять для використання на рівні домогосподарства або в контексті водопостачання для сільської громади, а не в умовах надзвичайної ситуації та/або в умовах міста із високою щільністю населення та де видобуток води вручну із єдиного спільного джерела може не задовольняти обсяг попиту (див. Д.8). Насос більше підходить для невеликої кількості користувачів (наприклад, до 50) з огляду на пластикові матеріали, які не є дуже надійними. Він переважно використовується для питної води чи зрошування та води для худоби і може бути корисним для збільшення виходу води із викопаних вручну криниць чи для забезпечення гігієнічної системи збору відходів для поверхневого джерела води в умовах надзвичайної ситуації.

Експлуатація та обслуговування: Хоча всі ручні насоси потребують комплексної стратегії обслуговування через високий рівень використання та зношування, обслуговування є простішим у випадку канатних насосів ніж інших ручних насосів завдяки простій схемі. Там менше частин, відсутні важелі чи підшипники (окрім моделей, які мають підшипники на осі маховика), в результаті чого виникає менше проблем з обслуговуванням. Також використання пластикових труб та арматури означає, що виймати труби простіше і більш зрозуміло ніж у випадку металевих труб (загальна вага – орієнтовно 15 кг, у 5 – 10 разів легші ніж інші плунжерні насоси). До того ж всі частини можна виготовляти локально, таким чином сприяючи забезпеченню сталості. Потреба в обслуговуванні компонентів, які знаходяться під водою, також зменшується, оскільки вони виготовляються з пластику і тому є стійкими до корозії з боку підземних вод із низьким рівнем pH. Хоча сам проєкт передбачає просте обслуговування, в реальності навіть ці насоси не обслуговуються так як потрібно із причин, які зазвичай не пов'язані із самим насосом **(див. Д.8)**.

Здоров'я та безпека: Оскільки більшість компонентів, які розташовані під водою, виготовлені з пластику, є менше занепокоєнь щодо розчинення металів у воді з нижчим рівнем pH, а також будь-яких пов'язаних із цим прямих і непрямих наслідків для здоров'я. Є невеликий ризик мікробіологічного забруднення у місці, де канат видно у голівці насосу, і деякі насоси пом'якшують вплив цієї проблеми шляхом закриття голівки насосу.

Витрати: Ручні канатні насоси зазвичай коштують від 50 до 170 доларів США залежно від контексту. Поточні витрати є дуже низькими (орієнтовно 20 доларів США або менше на рік на насос), оскільки частини можуть виготовлятися локально – це набагато менше ніж у випадку багатьох інших видів ручних насосів. Будь-які ремонтні роботи в металевих частинах проводити легко, якщо є місцева майстерня, де можна виконувати зварювальні роботи.

Соціальні та екологічні аспекти: Такі види насосів добре приймаються людьми там, де вони встановлюються. Оскільки цей вид насосу переважно використовується як ручна версія, він є екологічно чистим способом видобутку води із обмеженим ризиком надмірної експлуатації джерела води, яке використовується для її викачування.

Сильні та слабкі сторони:

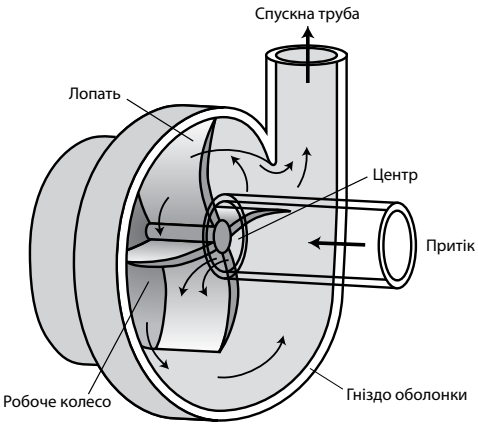
⊕ Нижчі вимоги щодо експлуатації та обслуговування ніж у випадках глибококолодязних насосів з огляду на меншу кількість робочих частин та пластикові компоненти
⊕ Відносно легкий доступ до труб та клапанів під водою
⊕ Низька вартість придбання та обслуговування
⊕ Можна виготовляти локально

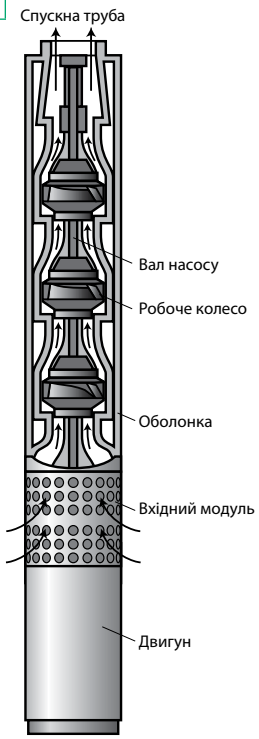
⊖ Модель насосу не підходить для занадто великої кількості користувачів
⊖ Можливий ризик забруднення через контакт із канатом
⊖ Відсутній нижній клапан, що означає, що напірну трубу потрібно заповнювати водою кожного разу, як починається викачування води

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 216**

Динамічний лопатевий радіальний проточний насос

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶ Місто	✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Швидкісний насос, насос із мілководною – глибокою висотою підняття, товща води піднімається із механічною допомогою
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	





Динамічний лопатевий радіальний проточний насос (також відомий як відцентровий насос) – це швидкісний насос, в якому робоче колесо, що обертається, переміщує різну кількість води під час одного оберту залежно від швидкості обертання, що викидає воду під правильним кутом у вал. Насос є корисним для всіх етапів надзвичайної ситуації.

Динамічний лопатевий радіальний проточний насос працює шляхом спрямовування води на зовнішній край робочого колеса, що обертається, де вода, яка випускається, уловлюється оболонкою насосу і кінетична енергія перетворюється в енергію тиску, перш ніж виходити з насосу. Коли це трапляється, у місці входу до камери насосу утворюється зона від'ємного тиску, що натомість притягує воду в насос. Такі насоси можуть працювати на електроенергії (мережевій чи сонячній) або безпосередньо на дизельних/бензинових двигунах, і вони можуть розміщуватися на рівні поверхні землі (всмоктувально-піднімні насоси) чи під водою.

Проєктні міркування: Динамічні лопатеві радіальні проточні насоси можуть працювати на різній глибині до орієнтовно 400 метрів зі швидкістю потоку до 280 000 літрів на годину при низькому напорі. Загалом вони добре підходять для потреби у вищій швидкості потоку, оскільки їх механічна ефективність збільшується разом зі швидкістю потоку. У випадку насосів для свердловин зазвичай після робочих коліс встановлюється односторонній клапан. Важливим проєктним міркуванням у випадку швидкісних насосів є те, що потік води може суттєво варіюватися залежно від відмінностей у напорі, що означає, що потрібно ретельно продумати схему для задоволення вимог щодо швидкості потоку. Це передбачає створення характеристики «розхід–напір» на основі загальної висоти, на яку потрібно транспортувати воду, плюс будь-які додаткові втрати енергії (на терті) у трубі при різних швидкостях викачування води **(див. Д.7)**. З огляду на це вибирають такий насос, де характеристика насосу «тиск–розхід» перетинається із характеристикою «розхід–напір» при бажаній швидкості потоку. Робочі режими насосу також мають бути ефективними. Насос, який працює із неефективною швидкістю потоку, може спричинити багато різних проблем, які будуть зменшувати строк експлуатації приладу (наприклад, зношування прокладок та підшипників чи утворення порожнини). Вибір насосу також має відповідати електропостачанню на об'єкті (одно- чи трифазне). Якщо такий вид насосу експлуатується з використанням сонячної енергії, потрібен привід з частотним регулюванням **(див. Д.10)**. Тому надзвичайно важливо звернутися до правильного експерта з питань насосів задля забезпечення того, що буде обрано ефективний насос.

Насоси з одним робочим колесом (одноетапні) є широкодоступними, при цьому експлуатаційний тиск насосу визначається видом і швидкістю робочого колеса. Там, де необхідне викачування води із вищим напором (наприклад, у свердловинах), можна побудувати серію з кількох робочих коліс в одному насосі (який буде називатися багатоетапним), або також можна послідовно з'єднати одноетапні насоси для того, щоб подвоїти напір у характеристиці «тиск–розхід». Насоси також можна встановлювати паралельно, при цьому два чи більше насоси викачують воду в одну трубу. У такому випадку подвоюється швидкість потоку у характеристиці «тиск–розхід», що збільшує об'єм, який буде текти залежно від того, де він пересікається із характеристикою «розхід–напір». Насоси для свердловини мають двигун, розміщений під місцем забору води, і двигун охолоджується частиною потоку, яка скеровується повз двигун. Коли це не відбувається (наприклад, під фільтрами у свердловині чи у криниці великого діаметру), потрібно використовувати екран для того, щоб спершу скеровувати воду повз двигун.

Динамічні лопатеві радіальні проточні насоси, які безпосередньо об'єднані в систему із двигуном внутрішнього згоряння, часто використовуються як насоси загального призначення в умовах надзвичайної ситуації. У випадку таких насосів є максимальна висота, на яку може підніматися вода у трубі залежно від атмосферного тиску, що варіюється залежно від висоти над рівнем моря **(див. B.2)**. Інше проєктне міркування щодо всмоктувально-піднімних насосів із двигуном полягає в тому, що потрібно забезпечити утримання достатнього тиску у всмоктувальному отворі здаля попередження раннього зношування насосу через утворення порожнини **(див. B.5)**.

Матеріали: Необхідні матеріали включають ступені насосу, двигун для насосу та напірну трубу (може бути виготовлена з різних матеріалів, проте часто використовується оцинковане залізо).

Придатність: Динамічні лопатеві радіальні проточні насоси часто використовуються в умовах надзвичайної ситуації переважно через те, що вони є широко доступними, хоча і потребують більш детального проєктування, особливо у випадку свердловин **(див. 3.8)**. Вони підходять для різних видів води залежно від моделі насосу. Деякі одноетапні насоси проєктуються для викачування твердих часток, тоді як багатоетапні насоси для свердловин зазвичай мають менше місця між робочим колесом та оболонкою, тому тверді частки можуть пошкодити насос. Вони використовуються як для викачування питної води, так і в інших цілях.

Експлуатація та обслуговування: Динамічні лопатеві радіальні проточні насоси, встановлені на рівні поверхні землі, простіше експлуатувати та обслуговувати, оскільки все є легко доступним. Проте багато насосів розміщені під водою, що означає, що для ремонту потрібно демонтувати всі труби або замінювати сам насос. Ремонт та обслуговування будуть набагато ймовірнішими там, де розмір насосу не було правильно підібрано для системи трубопроводу (наприклад, функціонує неефективно), розмір не було точно підібрано або ж насос не було правильно встановлено у свердловині (наприклад, надмірна швидкість на фільтрі притягує частки, які погіршують стан насосу, **див. 3.8**). Ремонт насосу потрібно проводити у спеціалізованій майстерні, тому стратегія щодо функціонування та обслуговування полягає в тому, щоб мати запасні насоси під рукою на випадок виникнення проблеми. Метал використовується для частини цього виду насосу; там, де компоненти контактують із підземними водами із рівнем pH 6,5 чи менше, ймовірно матиме місце корозія, що означає частішу заміну пошкоджених частин. Для цього виду насосу напірна труба з оцинкованого заліза наражається на більший ризик, ніж інші металеві частини, виготовлені з нержавіючої сталі.

В умовах надзвичайної ситуації основні експлуатаційні проблеми у випадку Динамічних лопатевих радіальних проточних насосів походять від проблем із всмоктувальним трубопроводом. Такі насоси не можуть качати повітря, тому будь-які протікання чи повітряні шлюзи можуть не давати насосу працювати. Починаючи викачування води, насоси потрібно підготувати, забезпечуючи, що всмоктувальний трубопровід під'єднаний до насосу за допомогою гумової шайби (якщо ні, то повітря потрапляє в систему) та що у всмоктувальному трубопроводі відсутні дірки.

Здоров'я та безпека: Електричні з'єднання від насосу до кабелю потрібно правильно стягувати за допомогою водонепроникного каучуку для попередження ураження електричним струмом. Це особливо важливо там, де насоси використовуються для відкачування води зі структури за наявності людини (наприклад, захищена глибока криниця під час будівництва). Хімічна якість води також може стати проблемою у випадку деяких металевих насосів. Там, де рівень pH підземних вод становить 6,5 чи менше, витікання заліза з труб може спричинити непрямий ризик для здоров'я, а свинець може витікати з певних швів та арматури незалежно від рівня pH, спричиняючи прямий ризик для здоров'я **(див. B.2)**.

Витрати: Динамічні лопатеві радіальні проточні насоси є відносно недорогими, вартість починається від 100 доларів США, і є багато брендів і моделей, які конкурують між собою. Вартість росте зі збільшенням вимог щодо швидкості потоку чи напору.

Соціальні та екологічні аспекти: Загалом ці види насосів добре приймаються людьми. Використовуючи цей вид насосу, потрібно брати до уваги ризик надмірної експлуатації джерел води (підземних вод). У випадку насосів із двигунами основні екологічні міркування пов'язані з використанням розхідників (мастила, масла, хімікатів) та джерел енергії. Має бути план належного зберігання та утилізації розхідників. Насос також може працювати на сонячній енергії **(див. Д.10)** з метою обмеження впливу його функціонування на навколишнє середовище.

Сильні та слабкі сторони:

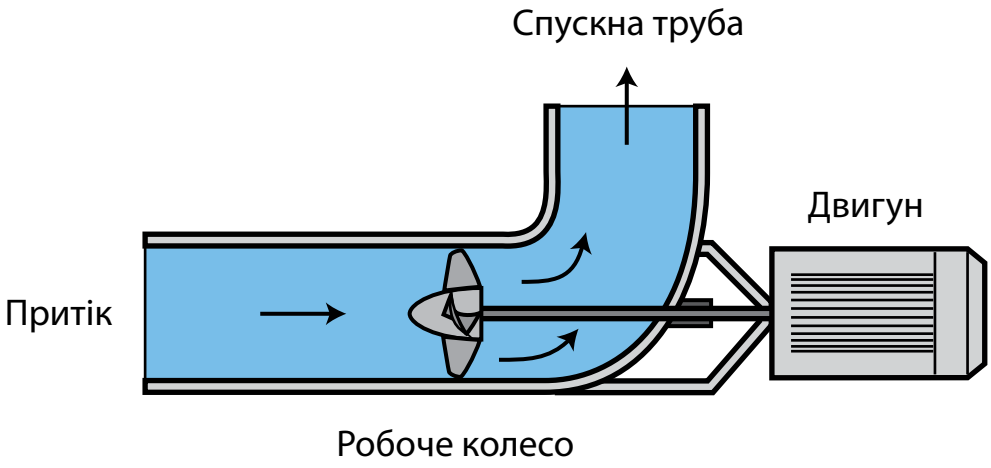
⊕ Більш стійкі до агресивних підземних вод (завдяки наявності більшої кількості нержавіючої сталі)
⊕ Деякі види насосів можуть впоратися із викачуванням твердих часток
⊕ Широко доступні у більшості країн
⊕ Можуть безпечно працювати із закритим клапаном протягом короткого періоду часу

⊖ Швидкість потоку суттєво змінюється зі збільшенням напору, тому потрібен гарний проєкт системи викачування води для забезпечення ефективного викачування і меншої потреби в обслуговуванні, проте мало хто навчений це робити

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 216**

Динамічний осьовий насос

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування * Стабілізація ** Відновлення	Домогосподарство * Район ** Місто	Домогосподарство * Спільний ** Суспільний/державний	Швидкісний насос, рухає великі об'єми води під низьким тиском
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
** Середня	*** Висока	*** Високий	



Динамічний осьовий насос – це великий насос із дизельним чи електричним двигуном, здатний рухати великі об'єми води при відносно низькому напорі. Найпоширенішим використанням динамічного осьового насосу є відкачування води із затоплених районів, підняття великої кількості води в установці з очищення води чи системі водопостачання або в сільськогосподарських цілях, проте він зазвичай не використовується на гострому етапі надзвичайної ситуації.

Динамічний осьовий насос – це швидкісний насос, який збільшує швидкість потоку або тиск у робочому колесі насосу для передачі енергії в рідину, яка викачується. Об'єм викачуваної рідини пропорційно залежить від розміру робочого колеса та швидкості обертання. У цій категорії динамічні осьові насоси вирізняються тим, що вони рухають воду в тому ж напрямку, що і вісь/вал, а не радіально під прямим кутом по відношенню до валу, як це відбувається у випадку радіального проточного насосу **(див. B.8)**. Робочі колеса динамічних осьових насосів мають форму подібну до гвинта човна та спроєктовані для виштовхування води прямо замість створення високого тиску. Вертикально розміщені динамічні осьові насоси використовуються для пересування дуже великих об'ємів води із мінімальним вертикальним підняттям (наприклад, над бермою річки). Насоси також можуть бути розміщені горизонтально та загалом забезпечувати легкий доступ до частин, які обертаються, у сухі періоди.

Проєктні міркування: Відцентрові насоси можуть виробляти потік рідини із різним тиском та швидкістю потоку. Там, де потрібні висока швидкість потоку та дуже низький напір (менше 5 – 10 метрів напору), варто розглянути динамічні осьові насоси. Загалом такі насоси встановлюються в одноетапній системі. Там, де потрібен додатковий потік, насоси встановлюються паралельно, а не послідовно. Динамічні осьові насоси не виробляють значний тиск для підняття рідини на висоту, і максимальний напір зазвичай становить 5 метрів чи менше. Динамічні осьові насоси – це усталена і добре перевірена технологія, доступна у багатьох комерційних та промислових виробників. Їх не варто використовувати у застосунках, де клапан закритий під час роботи насосу. Коли використовуються дюкери, динамічні осьові насоси потрібно ретельно проєктувати для врахування міркувань щодо підготовки. Оскільки вони зазвичай використовуються

для викачування великих об'ємів води із високою швидкістю потоку, такі насоси є фізично великими і мають особливі просторові вимоги. Вертикальні насосні станції із двигуном вимагають ортогонального редукторного приводу і додаткового простору для обслуговування двигунів, приводів і насосів. Динамічні осьові насоси зазвичай застосовуються на низькій швидкості і потребують особливої моделі двигуна. Коли це можливо, варто розглянути синхронні двигуни для зменшення впливу на електричну систему.

Матеріали: Більшість динамічних осьових насосів нормальних розмірів транспортуються вже зібраними. У випадку дуже великих систем такі насоси можливо потрібно буде монтувати на місці. Залежно від розміру можуть знадобитися додаткові матеріали та обладнання (місцеві та/чи привезені). Це можуть бути рами, клапани, покриття для будівлі чи від погоди, будівельні матеріали та обладнання. Розхідники включають загальні мастила для підшипників, такі як масло та змазка.

Придатність: Динамічні осьові насоси не спроможні забезпечувати високий тиск на виході і тому не є кориснми для постачання води у великі мережі водопостачання чи резервуари для зберігання води на підвищенні. Проте там, де потрібні висока швидкість потоку та дуже низький тиск, можна розглянути динамічні осьові насоси. Великі динамічні осьові насоси зазвичай є постійними структурами, хоча і існують динамічні осьові насоси, які транспортують за допомогою трактора, і вони менші та простіші у використанні. Вони корисні для контролю повені, але найбільш ефективні, коли спроєктовані та встановлені до початку повені. Їх геотехнічні та структурні особливості потрібно ретельно оцінити, оскільки зазвичай такі насоси дуже великі і важкі. Там, де глибина води невелика з боку всмоктування, такі насоси не дуже добре працюють, оскільки їм потрібне заглиблення на кілька метрів для попередження впливу шкідливих вихорів. В умовах надзвичайної ситуації динамічні осьові насоси переважно використовуються на етапах стабілізації і відновлення.

Експлуатація та обслуговування: Типове профілактичне обслуговування включає періодичний огляд прокладок, ущільнювачів і рівня мастила. Потрібна регулярна заміна зношених частин, та інтервали для такої заміни визначаються виробником.

Здоров'я та безпека: Потрібно дотримуватися заходів безпеки поблизу будь-якого електро-механічного обладнання. Загрози, пов'язані з насосними станціями, включають ризик ураження струмом, обладнання, яке крутиться, відкриту воду та потік під тиском. За умови використання насосів із двигуном потрібно оцінити потенційні ризики для здоров'я, пов'язані з викидами.

Витрати: Витрати на готові насосні станції є високими та тісно пов'язані зі спроможностями і будівельними матеріалами. Витрати також залежать від таких елементів, як основна рушійна сила (електропривід/двигун), а капітальні інвестиції включають резервуари для зберігання пального та будь-які великі спеціально виділені лінії електропередачі, необхідні для певних двигунів.

Соціальні та екологічні аспекти: Кінцеві користувачі системи водопостачання зазвичай не взаємодіють із такими насосами. Потрібно брати до уваги складність експлуатації та обслуговування системи, і обов'язковою вимогою є наявність компетентного та кваліфікованого персоналу. У випадку насосів із двигуном екологічні міркування стосуються використання розхідників (мастила, масла, хімікатів) та джерел енергії. Має бути план належного зберігання та утилізації розхідників. У випадку менших насосних систем реально використовувати сонячну енергію **(див. Д.10)** або гібридні системи енергії із сонячними панелями, і вони часто мають менший вплив на навколишнє середовище та швидку окупність.

Сильні та слабкі сторони:

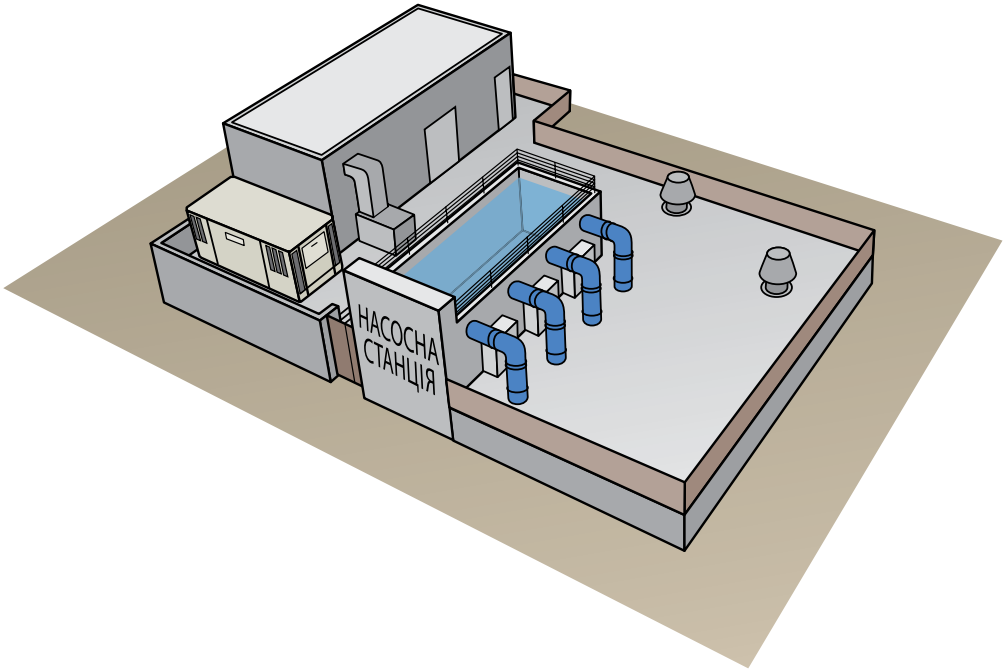
⊕ Можуть качати велику кількість води
⊕ Зазвичай працюють на нижчій швидкості, тому менше зношуються

⊖ Не можливо качати при високому тиску
⊖ Краще працюють з індивідуальними напірними колекторами, а не комбінованими напірними колекторами
⊖ Не слід використовувати із закритим випускним клапаном
⊖ Потребують великої глибини води у місці всмоктування для дотримання вимог щодо заглиблення під воду

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 217**

Насосна станція

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	Домогосподарство ✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Готові насосні системи для постачання води під тиском
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Насосна станція – це ціла система, присвячена викачуванню води та багатьох інших рідин. Насосні станції з постачання чистої води варіюються за розмірами від невеликих, заздалегідь виготовлених або блочних систем, здатних постачати воду кільком домогосподарствам, до великих, муніципальних чи промислових за масштабом постійних встановлених систем, які сягають кількох сотень кіловат за розміром і потребують детального проєкту, розробленого інженерами, після чого слідує етап складного спорудження. Існують менші системи, які можна швидко розгорнути на всіх етапах надзвичайної ситуації, тоді як великі насосні станції зазвичай є частиною добре працюючої муніципальної системи водопостачання та відтак не будуть використовуватися в умовах надзвичайної ситуації, якщо тільки це не буде випадок модернізації існуючого заводу.

Насосна станція включає всі компоненти та підсистеми, необхідні для постачання потоку під тиском, у тому числі насоси, клапани, внутрішні трубопроводи, контрольні механізми, запасне джерело енергії (за бажання) та оснащення. Насосні станції не обов'язково включають джерело постачання енергії для роботи насосів. Насосні станції з постачання чистої води доступні в кількох різних масштабах і рівнях складності і можуть бути частиною процесу очищення води, наприклад, забезпечувати дезінфекцію та проміжне зберігання.

Проєктні міркування: Найважливішими проєктними міркуваннями у випадку насосних станцій є необхідна швидкість потоку та необхідний тиск на виході. Вони визначаються шляхом проведення детального аналізу населення та географії району, який має обслуговуватися, спроможностей установки з очищення води, можливостей щодо зберігання, часу викачування та гідравліки системи. У випадку невеликих насосних станцій швидкість потоку можна швидко обчислити із використанням рекомендацій проєкту «Сфера» та тиску на виході, що обумовлено підняттям води у резервуарі для зберігання води разом із втратами енергії у зливному водопроводі **(див. B.8)**. У випадку більших, складніших систем потрібно провести детальний технічний аналіз. Інші проєктні міркування включають характеристики викачуваної рідини, тиск, умови вверх за течією від насосної станції, вплив факторів навколишнього середовища, операційну сумісність компонентів та спроможності щодо

обслуговування. За винятком невеликих тимчасових систем надзвичайно важливим є детальний технічний проєкт, особливо, у випадку постійних чи напівпостійних систем, які потрібно проєктувати разом із рештою мережі.

Матеріали: Невеликі насосні станції (блочні системи) можна виготовити заздалегідь та транспортувати до місця розташування вже готовими для роботи. В умовах гострої надзвичайної ситуації прості системи роблять або із локально доступних елементів, або зі стандартних вже готових елементів, які зберігаються основними надавачами послуг із WASH в умовах надзвичайної ситуації. Більші системи потрібно проаналізувати з огляду на кожен компонент для визначення відповідних матеріалів та видів компонентів. Зі збільшенням потужності та тиску варто розглядати різні види насосів, оскільки ефект від масштабування є більш видимим на компонентах схеми. Наприклад, сили та реакції у підшипниках насосу стають надзвичайно важливими у ході того, як використання насосу масштабують для більших потоків і вищого тиску.

Придатність: Насосні станції є частиною багатьох добре керованих мереж водопостачання у районах міст чи муніципалітетах. Для проєктування і спорудження великих насосних станцій потрібно багато часу, тому вони найкраще підходять для відновлення та в контексті після завершення надзвичайної ситуації. Невеликі блочні насосні станції можуть допомогти постачати чисту воду на етапі гострого реагування на надзвичайну ситуацію та на всіх подальших етапах реагування. Там, де доступ до електропостачання обмежений, насосні станції можуть бути обладнані додатковим джерелом енергії, наприклад, невеликим двигуном-генератором. Деякі насосні станції також можуть проєктуватися так, що вони живляться від двигунів, що безпосередньо уможливлює швидке розгортання системи в умовах стихійного лиха, коли відновлення електропостачання може зайняти від кількох тижнів до кількох місяців. Залежно від характеристик джерела води (розташування над чи під висотою, на якій розташована насосна станція, каламутність чи хімічний склад) може варіюватися вид насосу. Наприклад, якщо доступним джерелом води є водоносний горизонт, то може бути потрібен герметичний насос для підняття води на рівень поверхні землі. У такому разі такі фактори як глибина води, обсяг потоку та розмір свердловини вимагатимуть підготовки індивідуального проєкту насосу, що буде обмежуючим фактором щодо можливості використання стандартних блочних проєктів. Тому кожну насосну станцію потрібно проєктувати під її відповідні індивідуальні потреби. У випадку систем із постачання чистої води вид насосу та встановлення можна масштабувати до певного рівня. Залежно від можливостей та вимог щодо тиску можна винайняти в оренду цілу насосну станцію з огляду на її локальну наявність. Індивідуальні проєкти зазвичай передбачають 20 – 24 тижні на закупівлю і монтаж обладнання.

Експлуатація та обслуговування: Великі насосні станції потребують більш інтенсивного та кваліфікованого обслуговування. Потрібне регулярне обслуговування всіх механічних компонентів і елементів, які швидко зношуються. Функціонування великих насосних станцій може бути складним і потребувати виділених систем контролю. Потрібно виокремити достатньо часу на встановлення, функціонування та обслуговування з огляду на складність встановленої системи. Якщо проєктом не передбачено використання встановлених насосів з іншими рідинами, окрім як із чистою водою, насосні станції можуть зазнавати надмірного зношування компонентів, електричного перевантаження та забивання.

Здоров'я та безпека: Потрібно дотримуватися заходів безпеки поблизу будь-якого електромеханічного обладнання. Загрози, пов'язані з насосними станціями, включають ризик щодо ураження струмом, а також від обладнання, яке крутиться, відкритої води та потоку під тиском тощо.

Витрати: Витрати на готову насосну станцію є високими та тісно пов'язані зі спроможностями і будівельними матеріалами.

Соціальні та екологічні аспекти: Кінцеві користувачі системи водопостачання зазвичай не взаємодіють із насосною станцією. Потрібно брати до уваги складність експлуатації та обслуговування системи, хоча завжди потрібен кваліфікований і компетентний персонал. Електричні, бензинові чи дизельні двигуни широко використовуються як джерела енергії для насосних станцій. З екологічної точки зору електричний двигун є найбільш бажаним джерелом енергії через його чистоту, відносно низький рівень шуму та незначний рівень викидів. Електричний насос також може працювати на сонячній енергії.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Готова технологія, яку можна масштабувати
⊕ Багато технічних варіантів, з яких можна обирати відповідно до заданої ситуації

⊖ Можуть бути дуже дорогими
⊖ Потрібен висококваліфікований персонал

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 217**

У цьому розділі описуються різноманітні технології очищення води, які підходять для груп населення з приблизно 50 осіб (кілька домогосподарств чи невелика громада), напівцентралізованих систем з очищення води для районів міст та централізованого водопостачання у містах. Методи очищення води на рівні домогосподарства описуються у розділі Б.

Технології очищення води можна поділити на три основні групи: технології, які використовуються для попереднього очищення, основною метою якого є зменшення каламутності неочищеної води (О.1 – О.5), технології очищення, спрямовані на боротьбу з мікробіологічними забрудниками (О.6 – О.10) та технології для усунення хімічних забрудників різного походження, включаючи мінералізацію (О.11 – О.15). Деякі з цих технологій можуть функціонувати як одноетапне очищення (наприклад, О.6, О.7, О.8, О.9, О.10). Інші потрібно застосовувати як частину багатоетапної системи очищення (О.1 – О.5, О.13 – О.15). Деякі технології очищення можна використовувати для очищення від багатьох забрудників із різних груп (О.9, О.10, О.14, О.15). Інформаційні брошури про технології О.11 та О.12 зосереджують увагу на різноманітних технологіях, необхідних для усунення пріоритетних хімічних забрудників – фтору та миш'яку. Базові технології попереднього очищення, такі як осідання в резервуарах для зберігання води не є частиною розділу про очищення та натомість представлені в розділах збір (З) чи транспортування (Т).

Попереднє очищення		**Очищення (мікробіологічні забрудники)**		**Очищення (хімічні забрудники)**	
О.1	Чорнова фільтрація	О.6	Хлорування	О.11	Технології видалення фтору
О.2	Швидка фільтрація	О.7	Електрохлорування	О.12	Технології видалення миш'яку
О.3	Мікрофільтрація	О.8	Ультрафіолетове опромінення	О.13	Гранульоване активоване вугілля
О.4	Коагуляція і седиментація	О.9	Повільна піщана фільтрація	О.14	Озонування
О.5	Коагуляція і швидка фільтрація	О.10	Ультрафільтрація	О.15	Нанофільтрація/зворотний осмос

Загалом для отримання безпечної питної води потрібно дотримуватися логічної послідовності кроків з проведення очищення, при цьому етапи впровадження технологій з очищення води визначаються такими факторами:

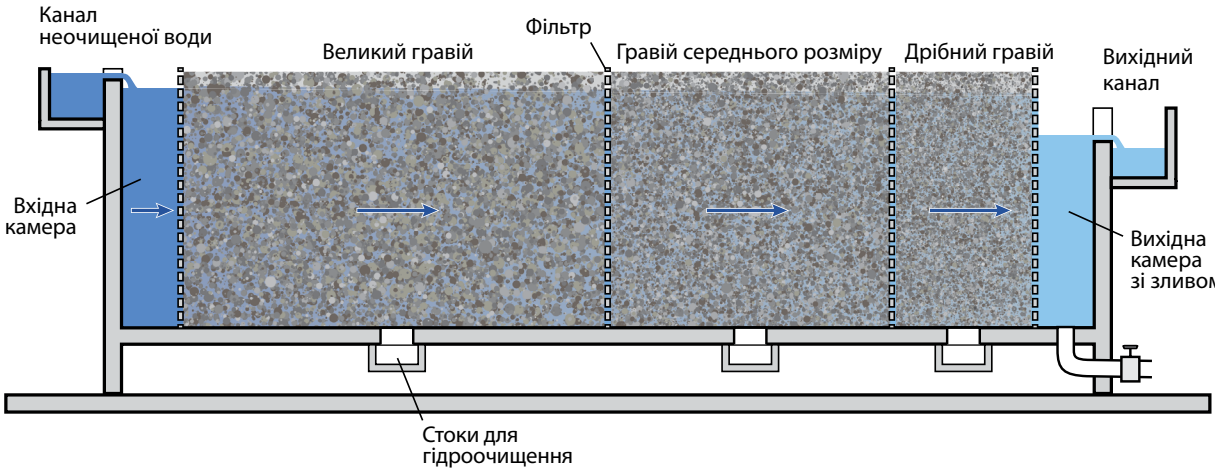
- Наявні джерела води та сезонна кількість
- Забрудники у воді та сезонні варіації у забрудненні
- Національні стандарти для питної води щодо якості і кількості води
- Численні бар'єри задля попередження забруднення, так щоб провал одного бар'єру можна було компенсувати ефективним функціонуванням решти бар'єрів
- Масштаб і швидкість запровадження
- Фінансові ресурси
- Наявність матеріалів і простору
- Наявність навичок для проєктування, управління, експлуатації та забезпечення безпеки
- Джерела енергії

0

Очищення

Гравійна фільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
* Гострий етап реагування ** Стабілізація ** Відновлення	Домогосподарство ** Район ** Місто	Домогосподарство * Спільний ** Суспільний/державний	Усунення каламутності, попереднє очищення та седиментація
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
*** Висока	** Середня	*** Високий	



Гравійна фільтрація використовується для усунення зважених твердих часток із дуже каламутної (чи мулистої) води із використанням фільтраційних засобів різного розміру від великого до дрібного гравію. Це етап попереднього очищення, який передує кінцевому процесу дезінфекції, наприклад, хлоруванню (0.6), повільній піщаній фільтрації (0.9) чи ультрафільтрації (0.10). Вона може використовуватися на етапах стабілізації та відновлення в умовах надзвичайної ситуації.

Гравійні фільтри виступають в якості менше як «фільтрів» і більше як відстійних резервуарів із розширеною площею поверхні. Відстійний резервуар загалом проєктується з огляду на час, який потрібен для того, щоб частки осіли із врахуванням глибини резервуару. У випадку гравійного фільтру необхідна відстань для процесу осідання є набагато меншою, оскільки резервуари заповнені гравієм. Ця риса разом зі збільшеною наявною площею поверхні для таких процесів, як седиментація та адсорбція, допомагає вловити частки для того, щоб зробити це більш ефективною формою седиментації.

Проєктні міркування: Гравійна фільтрація використовує фільтраційні матеріали, які зменшуються в розмірі або в тому самому резервуарі із трьома відділеними один від одного шарами, або більш поширено/ефективно як три окремі камери у горизонтальному резервуарі. Розміри матеріалів варіюються від 4 до 25 мм, матеріали більшого розміру знаходяться ближче до вхідної труби (зазвичай 12–25 мм та 8–12 мм), а матеріали меншого розміру – біля вихідної труби (зазвичай 4–8 мм). У випадку горизонтальних фільтрів загальна довжина сягає до 7 метрів, розділених на три камери, довжина яких зменшується у співвідношенні 3:2:1 із переходом від більших до дрібніших матеріалів. У випадку фільтрів, виготовлених із горизонтальних відділень, потік може бути як горизонтальним, так і догори та донизу через кожне відділення. У випадку фільтрів із трьома шарами в одному відділенні вода тече лише догори, оскільки так ефективніше проходить гідроочищення, яке використовує силу гравітації для зливу відкладень. Можуть використовуватися різні види фільтраційних матеріалів, хоча вони мають бути відносно однорідними в кожній камері/шарі та мати гарну проникність. Чорнові фільтри можуть ефективно очищувати каламутну воду із каламутністю до 500 нефелометричних

одиниць каламутності (де нефеломентричні одиниці каламутності – це одиниця вимірювання каламутності), зменшуючи таку каламутність до 90% та приводячи її до рівня, прийнятного для подальших процесів очищення. Наприклад, коли наступним етапом є повільна піщана фільтрація **(0.9)**, бажаною є каламутність у 10 нефелометричних одиниць каламутності. До того ж чорнові фільтри покращують мікробіологічну якість води, зменшуючи рівень вмісту бактерій на 60–99%.

Ключовим проєктним параметром є низька швидкість руху води через фільтр, оскільки седиментація працює найбільш ефективно при нетурбулентному потоці. Із метою досягнення цього така швидкість має бути на рівні 0,3–1,5 метри за годину (стиснення $м^3/м^2$/годину), хоча її бажано утримувати по можливості на рівні найефективнішої швидкості до 0,6 метра на годину). Вода, яка потрапляє у чи виходить із фільтра, також не має бути каламутною задля уникнення підмивання та короткого замикання. У місці забору води для цього потрібні вхідні переливні планки, які закривають всю ширину фільтру, або перегородки для розподілу енергії води, а у місці витоку – стіна на всю ширину, над якою тече вода, або обманний фільтруючий шар під низом. Чорновий фільтр має залишатися заповненим, оскільки очищення ускладнюється у разі його пересихання. Відтак контроль виходу має бути спроєктований так, щоб вода виходила з фільтру лише на певній висоті (наприклад, переливна планка чи піднята стокова труба). Гідроочищення за допомогою гравітації працює найкраще, коли дренажні компоненти підібрані по розміру для високого об'єму потоку в 60–90 метрів на годину над фільтраційним шаром.

Матеріали: Матеріали включають відділення фільтру, системи притоку та відтоку води із контрольним механізмом, дренажну систему та фільтраційні матеріали (гравій, обпалені глиняні плитки, пластик, обпалене вугілля чи кокосові волокна).

Придатність: Чорнові фільтри підходять там, де місцеві можливості та фінанси є обмеженими (наприклад, сільські чи малі або середні за розміром системи у містах і передмістях). Вони більше підходять для етапів стабілізації і відновлення після надзвичайної ситуації, оскільки для їх встановлення потрібен час. Вони можуть стати гарною заміною для коагуляції і седиментації **(0.4)** та швидкої фільтрації **(0.2)**, які є більш поширеними на етапі гострого реагування, проте потребують більше поточних ресурсів. Функціонування чорнових фільтрів залежить від кількості грубодисперсних домішок у воді. До проведення масштабування частина робіт із проєктування полягатиме в тестуванні характеристик твердих часток у воді щодо можливості їх відділення, після чого буде запущена невелика пілотна установка.

Експлуатація та обслуговування: Основне завдання щодо обслуговування полягає в усуненні накопичених твердих часток, які проникають глибоко у фільтраційний засіб, зазвичай шляхом гідроочищення, що передбачає швидке промивання фільтру. Бажаними є коротші інтервали між сеансами гідроочищення (наприклад, кожні кілька тижнів) задля мінімізації накопичення твердих часток, проте очищення вручну зазвичай потрібне кожні один – п'ять років залежно від якості неочищеної води. Це передбачає усунення вручну фільтраційного матеріалу, його промивання окремо та заміну. Наявність двох чи більше фільтрів дозволяє не припиняти потік води під час процесу обслуговування, який займає багато часу. Інші завдання щодо обслуговування включають застосування протикорозійних агентів у металевих частинах (клапанах, валах та трубах) та змащування мастилом різних клапанів.

Здоров'я та безпека: Чорнова фільтрація – це попереднє очищення, та її не потрібно використовувати як одноетапний процес очищення для питної води. В умовах надзвичайної ситуації завжди рекомендується хлорування **(0.6)** як мінімальний етап після очищення. Стоки, отримані в процесі фільтрації, легко утилізуються та не спричиняють занепокоєнь щодо здоров'я.

Витрати: Чорнові фільтри коштують щонайменше 150 – 200 доларів США на $м^3$ встановленого фільтраційного об'єму. Поточні витрати є низькими з огляду на відсутність необхідних хімікатів та простоту схеми. Для позначення необхідних витрат на обслуговування на прикладі фільтру, який очищує 240 $м^3$ на день, на рік потрібно буде лише 30 робочих годин (включаючи гідроочищення кожен місяць чи кожні два місяці залежно від пори року та очищення вручну кожні 5 років). Для порівняння повільний піщаний фільтр **(0.9)** потребує на 300% більше часу.

Соціальні та екологічні аспекти: Чорнові фільтри зазвичай добре приймаються користувачами та установами там, де ця технологія відома. Запровадження її як нової технології потребує навчання, розвитку спроможностей щодо експлуатації та обслуговування, а також готовність і бажання місцевого персоналу.

Сильні та слабкі сторони:

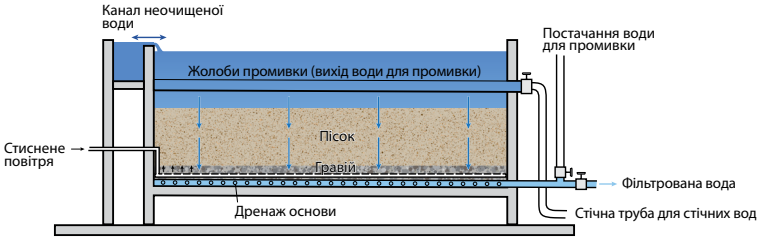
⊕ Не потребує хімікатів чи механічного обладнання
⊕ Може споруджуватися із використанням місцевих ресурсів
⊕ Має низькі вимоги щодо обслуговування та низькі експлуатаційні витрати

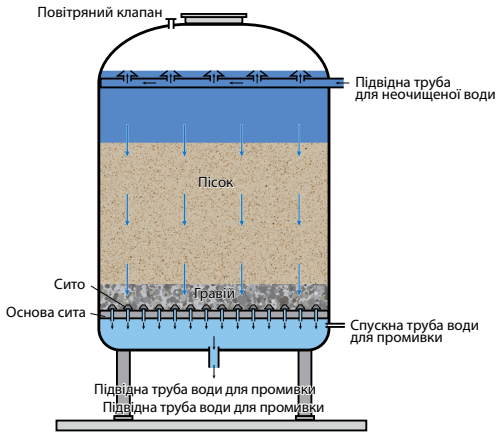
⊖ Варіюється щодо ефективності експлуатації залежно від проєкту фільтру, обслуговування та характеристик неочищеної води
⊖ Не підходить для очищення стабільних суспензій із високою концентрацією грубодисперсних домішок
⊖ Відносно низька ефективність щодо усунення кольору порівняно з іншими методами попереднього очищення
⊖ Потребує більше часу та ресурсів для встановлення, ніж коагуляція і седиментація

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 217**

Швидка фільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	Домогосподарство ✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Усунення каламутності, попереднє очищення та фільтрація крупнозернистим піском
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶✶ Висока	✶✶✶ Високий	





Швидкі фільтри використовують крупнозернистий пісок як фільтраційний матеріал для усунення дрібних зважених твердих часток із води із різним ступенем каламутності (або замуленості). Це етап попереднього очищення, який передує кінцевому процесу дезінфекції, наприклад, хлоруванню (0.6), та може використовуватися на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Швидкі фільтри складаються з резервуару чи басейну, що містить фільтраційні матеріали із підтримкою у вигляді гравію в основі, системи дренажу в основі для збору фільтрованої води та впуску води для промивки, а також жолоби вздовж верхньої частини фільтру (0,5 метрів над нерозширеним фільтраційним шаром) для збору води для промивки. Швидкі фільтри переважно усувають частки із води із використанням фізичних процесів, найважливішим з яких є адсорбція, хоча седиментація та проціджування також відіграють певну роль. Швидкі фільтри потребують промивки. Швидкі фільтри під тиском часто є частиною компактних установок з очищення води, спроєктованих для надзвичайних ситуацій.

Проєктні міркування: Швидкі фільтри можуть використовуватися безпосередньо чи у поєднанні з іншими процесами попереднього очищення залежно від каламутності неочищеної води. Вони добре працюють там, де якість неочищеної води становить орієнтовно 25 нефелометричних одиниць каламутності (де нефелометричні одиниці каламутності – це одиниця вимірювання каламутності). У випадку більшої каламутності (до 100 нефелометричних одиниць каламутності) швидку фільтрацію можна поєднати із гібридною формою чорнової фільтрації з висхідним потоком **(0.1)** із використанням вищої ніж зазвичай швидкості потоку. У випадку води із рівнем каламутності у понад 100 нефелометричних одиниць каламутності можна використовувати стандартний чорновий фільтр **(0.1)** або традиційну коагуляцію і седиментацію **(0.4)**. Швидкі фільтри зменшують каламутність на щонайменше 90%, маючи на меті досягнення підходящої каламутності для подальшого процесу очищення (тобто менше 5 нефелометричних одиниць каламутності для хлорування **(0.6)** або приблизно 10 нефелометричних одиниць каламутності для повільної піщаної фільтрації **(0.9)**). Вони також можуть зменшувати вміст бактерій на 60 – 90% залежно від умов і дещо зменшувати колір, смак та важкі метали. У випадку підземних вод із високим вмістом заліза та магнію вони часто використовуються після аерації задля фільтрування отриманих осадів.

Пісок – це найбільш часто вживаний фільтраційний матеріал, і він має бути відносно однорідним за розміром у діапазоні 0,4 – 1,2 мм. Інколи поверх піску додають більш крупнозернистий шар (наприклад, антрацит чи кокосову стружку) задля зменшення рівня блокування. Напрямок потоку може бути або вверх, або вниз, при цьому вода рухається завдяки роботі насосів чи гравітації. У випадку децентралізованого застосування переважно встановлюються фільтри гравітаційного потоку донизу задля спрощення огляду та обслуговування. Фільтри, які працюють під тиском (або закриті фільтри), уможливлюють довшу роботу фільтрів та використовуються у промисловому контексті та в наборах для очищення води в умовах надзвичайної ситуації. Вони можуть працювати при потоці у 15 – 30 метрів на годину (стиснення м3/м2/годину). Гравітаційні фільтри (або відкриті фільтри) які є відкритими до атмосферного тиску, працюють при 5 – 15 метрах на годину. Навіть із запровадженими змінами (контролювання потоку за допомогою клапанів) потік зменшиться через кілька днів, в момент чого відбувається промивка у режимі висхідного потоку із використанням насосів або гравітації. За умови використання гравітації потрібен резервуар для чистої води, встановлений достатньо високо над жолобами для води для промивки, задля забезпечення бажаної швидкості промивки (різниця у висоті у 4 – 6 метрів зазвичай є достатньою). У випадку фільтрів, які працюють під тиском, падіння тиску (приблизно 0,5 бар при стабільній швидкості потоку) є ознакою забивання. При проєктуванні важливо зважати на те, що фільтр із чистим піском розширюється до 30% під час промивки.

Матеріали: Матеріали включають відділення фільтру, системи притоку та відтоку води із контрольним механізмом, дренажну систему, фільтраційні матеріали, насоси (чи піднятий резервуар для води) та (факультативно) систему подачі стисненого повітря для промивки.

Придатність: Швидкі фільтри потребують достатніх місцевих спроможностей та фінансових ресурсів (наприклад, великий міський чи промисловий об'єкт). В якості фільтрів, які працюють під тиском, вони можуть використовуватися на етапах гострого реагування та стабілізації під час надзвичайної ситуації. Більші за масштабом установки можна використовувати на етапі відновлення (тестові характеристики води, після чого впроваджується невелика пілотна установка).

Експлуатація та обслуговування: Вимоги щодо експлуатації та обслуговування є суттєвими, основні завдання пов'язані з контролем потоку та промивкою. Промивка відбувається часто, кожні 0,5 – 2 дні десь протягом 30 хвилин; там, де неочищена вода каламутна та інтервали між промивкою є меншими за 6 годин, потрібно розглянути можливість запровадження змін у проєкті. Оператор має переконатися в тому, що швидкість потоку є достатньо високою для розширення фільтраційного шару, проте достатньо низькою для того, щоб фільтраційні матеріали не вимивалися із жолобів для промивки (щонайменше 0,5 метрів над нерозширеним фільтраційним шаром). Швидкість промивки варіюється у межах 12 – 90 метрів за годину залежно від розміру піску та температури середовища (нижча швидкість є можливою за нижчої температури). Спресоване повітря також може використовуватися в деяких фільтрах для промивки. Шари гравію під крупнозернистим піском підтримують матеріал та попереджують забивання дренажу піском. Гравій не має зрушуватися з місця під час процедури промивки. Також потрібне буде загальне обслуговування установки (наприклад, використання антикорозійних агентів у металевих частинах, змащування клапанів мастилом).

Здоров'я та безпека: Швидка фільтрація – це метод попереднього очищення, і його не потрібно використовувати як одноетапний процес очищення для питної води. Мул, зрушений з місця під час промивки, має утилізуватися у безпечний спосіб, коли коагуляція використовувалася як частина системи для попередження потрапляння у систему водопостачання таких металів, як алюміній.

Витрати: Капітальні інвестиції у фільтр можуть варіюватися у діапазоні 100 доларів США за $м^3$ за день. Поточні витрати на обслуговування становлять орієнтовно 13 доларів США на $м^3$ за день, що вище ніж у випадку повільних піщаних фільтрів **(0.9)** через потребу в частішому огляді та використанні насосів для промивки. Лише для промивки на рік потрібно до 180 робочих годин. Витрати можна зменшити шляхом проєктування менших насосів для викачування у підвищений резервуар для води замість використання більших насосів для промивки.

Соціальні та екологічні аспекти: Швидкі фільтри добре приймаються користувачами/установами, оскільки вони візуально покращують ситуацію з каламутністю. Їх запровадження як нової технології потребує навчання, розвитку можливостей щодо експлуатації та обслуговування, а також готовності і бажання місцевого персоналу. Мул, отриманий в процесі промивки фільтру, потрібно очистити (зневоднити) та безпечно утилізувати. Утилізація неочищеного мулу у навколишнє середовище може призвести до виникнення ризиків для здоров'я та екологічних проблем.

Сильні та слабкі сторони:

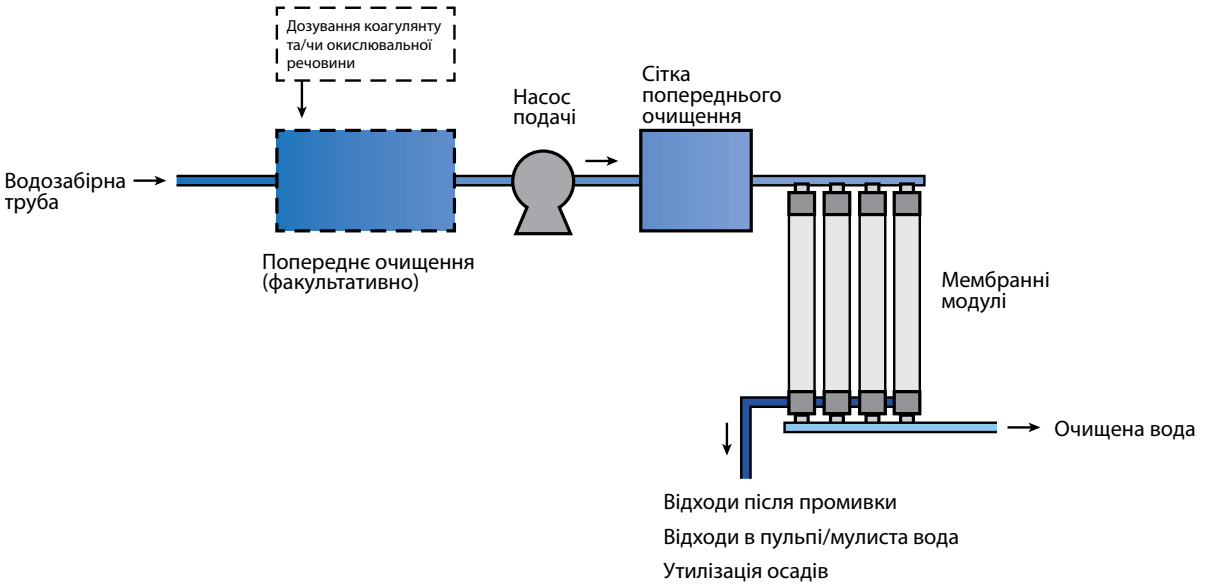
⊕ Може споруджуватися з використанням місцевих ресурсів
⊕ Очищує стабільні суспензії із високою концентрацією грубодисперсних домішок за умови поєднання з коагуляцією

⊖ Використовує фільтровану воду для промивки
⊖ Має високі вимоги щодо обслуговування
⊖ Має високі операційні витрати
⊖ Потребує більше часу та ресурсів для встановлення, ніж коагуляція та седиментація

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 217**

Мікрофільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Усунення каламутності, попереднє очищення та часткове усунення патогенів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶ Низька	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Мікрофільтраційні мембрани забезпечують відмінну фільтрацію із низькою в результаті каламутністю води (зазвичай менше 0,1 нефелометричних одиниць каламутності) та високий рівень усунення патогенних цист/ооцист найпростіших, лямблій, криптоспоридій та бактерій. В якості кінцевого етапу очищення можна використовувати хлорування (O.6) або ультрафільтрацію (O.10), а також нанофільтрацію/зворотний осмос (O.15). Мікрофільтрація застосовна на всіх етапах надзвичайної ситуації та у різних масштабах (див. Б.4 для рівня домогосподарства).

Мікрофільтрація використовує мембрани для фільтрації води. Неочищена вода рухається через мембрани завдяки різниці в тиску, і компоненти води утримуються з огляду на розмір отворів у мембрані. Чим менші отвори, тим більший тиск знадобиться. Мікрофільтраційні мембрани, що використовуються для очищення води, мають пори розміром 0,1 – 0,5 мкм. Ці мембрани усувають частки та найпростіші організми і можуть усувати 4-log (99,9%) або вищу кількість лямблій/криптоспоридій та бактерій, хоча зазвичай усувають до 1-log вірусів. Подальше очищення зазвичай включає дезінфекцію, наприклад, хлорування **(O.6)**. Мікрофільтраційні установки зазвичай виготовляються заздалегідь на заводах та є блочними, хоча також в наявності є одномембранні модулі. Більшість мікрофільтраційних мембранних модулів у блочних системах монтуються у циліндричних (трубоподібних) посудинах чи резервуарах через надзвичайно високу щільність монтажу (2 000 – 15 000 м^2 на м^3) залежно від виду системи.

Проєктні міркування: Мембранні фільтри мають дві фундаментальні відмінності у проєктуванні порівняно із немембранною фільтрацією: тупикове фронтальне фільтрування (потік проходить повністю через мембрану) та перехресне фільтрування (потік протікає над мембраною, не весь потік фільтрується). Типові мікрофільтраційні мембрани працюють як тупикові фронтальні фільтри. Попереднє очищення завжди включає захисну сітку попереднього очищення (зазвичай автопромивочний вид на рівні приблизно 300 мікрон). Додаткове попереднє очищення (наприклад, коагуляція і седиментація, **O.4**) може посилити усунення розчинених матеріалів чи зменшити забруднювальний потенціал води із високим вмістом органічної речовини. Автоматично включена коагуляція, після якої відразу слідує мікрофільтрація, використовується для води з високим забруднювальним потенціалом із метою зменшення забивання мембрани. Зазвичай перевагу віддають підходящим для мембран коагулянтам, наприклад, хлориду поліалюмінію та/або хлоргідрату алюмінію. Заздалегідь виготовлені та блочні мікрофільтраційні системи переважно включать систему

контролю для регулювання експлуатаційних умов під час циклів, включаючи фільтрацію з використанням насосів, частоту промивки, хімічне очищення (зазвичай раз на місяць) та перевірки цілісності (задля гарантування того, що мембрани не пошкоджені).

Зазвичай системи промиваються автоматично фільтрованою водою кожні 20 – 30 хвилин залежно від якості необробленої води. Мікрофільтраційна установка не виробляє фільтрат під час приблизно 3-хвилинного періоду автоматичного промивання, тому для зберігання фільтрату потрібен запасний резервуар. Приблизно 85 – 95% очищуваної води стає фільтратом, який можна використовувати, а решта зливається як використана вода для промивки або стоки після хімічного очищення. Основним проєктним параметром є потік, який позначає потік фільтрату через площу мембрани. Якщо потік розміщений занадто високо для застосування, то це може призвести до забруднення мембрани. Відворотне забруднення може збільшити робочий тиск, хоча із цим можна впоратися за допомогою регулярного промивання та хімічного очищення (зазвичай 1 день на місяць). Невідворотне забруднення потребуватиме складнішого хімічного очищення та може назавжди пошкодити мембрану. Експлуатація деяких мікрофільтраційних мембран насухо може також спричинити постійні пошкодження. Існують мікрофільтраційні системи, які працюють із постійним потоком та/або при постійному тиску. У випадку більшості проєктів проводять пілотування на місці перш ніж проєктувати, хоча, якщо це неможливо, рекомендується проводити практичне експериментування.

Матеріали: Зазвичай вся мікрофільтраційна система купується разом, оскільки додаткове обладнання, у тому числі опорні рами, насоси, клапани, сітки попереднього очищення, повітряний компресор та комп'ютерна система (для промивки і моніторингу якості води) є настільки ж важливими як і мембрани. Розхідники включають елементи мембрани (5–10-річний строк експлуатації за умови правильного використання), набори для ремонту мембран, електропостачання та хімікати (наприклад, лимонна кислота та натрій гіпохлорит для очищення та дезінфекції; їдкий натрій (гідроксид натрію та бісульфід натрію) для нейтралізації).

Придатність: Порівняно з ультрафільтрацією **(O.10)** мікрофільтрація частіше використовується як попереднє очищення для нанофільтрації/зворотного осмосу **(O.15)** або для зменшення каламутності з метою проведення подальшої дезінфекції із використанням інших методів. У таких випадках мікрофільтрація зазвичай використовується, коли потрібна ефективна та економічно раціональна автоматизація. Такі системи можна встановити дуже швидко (автоматизовані блочні системи). Мікрофільтрацію можна застосовувати у віддалених локаціях та міських районах, оскільки вона легко масштабується та може використовуватися на всіх етапах надзвичайної ситуації, включаючи етап гострого реагування.

Експлуатація та обслуговування: Рекомендується найняти кваліфікованих операторів для забезпечення довгого, надійного строку експлуатації. Попри те, що системи зазвичай автоматизовані чи напівавтоматизовані, операційні помилки можуть спричинити суттєве пошкодження елементів мембрани (зламані волокна, забруднення). Регулярні завдання включають щоденну перевірку інструментальної точності та перевірку цілісності, щоденну перевірку рівня хімікатів, щотижневе калібрування насосу подачі хімікатів та очищення інструменту, а також щотижневий аналіз даних, який передбачає можливий перегляд будь-яких операційних параметрів, таких як потік, частота проведення хімічного очищення та перевірку напруги в електричних двигунах.

Здоров'я та безпека: Мембрани утримують велику кількість бактерій та найпростіших (також цисти) на рівні до 99,9 – 99,9999% (показники логарифмічного зменшення від 3-log до 6-log), тоді як усунення вірусів зазвичай менше 1-log. Потрібно ретельно розглянути питання утилізації концентрату, оскільки він містить забрудники із очищуваної води. Залежно від складників та місцевого регулятивного середовища концентрат можна повернути назад у джерело води, наприклад, річку, утилізувати в муніципальній каналізації, розбавити та використати для зрошування чи очистити на місці перед утилізацією. Рекомендуються очищення перед утилізацією та повторне використання, коли утилізація в муніципальну каналізацію неможлива. Агенти для хімічного очищення можуть бути корозійними та потребувати кваліфікованих операторів і особистого захисного спорядження.

Витрати: Початкові витрати на придбання є відносно суттєвими через високу вартість мембранних модулів та потребу в високотехнологічному додатковому обладнанні. Тоді як сама мікрофільтраційна мембрана є відносно дешевою (10 – 20 доларів США за м^2 мембрани), витрати на модулі загалом варіюються від 70 до 120 доларів США за м^2. Дбаючи про систему шляхом проведення частого та належного очищення, фільтр матиме строк експлуатації (залежно від виробника) до 10 років, що призводить до відносно низьких витрат на користувача у довгостроковій перспективі.

Соціальні та екологічні аспекти: Мікрофільтраційні фільтри добре приймаються користувачами та установами, оскільки візуально покращується ситуація із каламутністю води. Їх запровадження як нової технології потребує навчання, розвитку можливостей щодо експлуатації та обслуговування, а також готовності і бажання місцевого персоналу. Вимоги щодо енергії для експлуатації мікрофільтраційних систем є порівнюваними з традиційними системами очищення води.

Сильні та слабкі сторони:

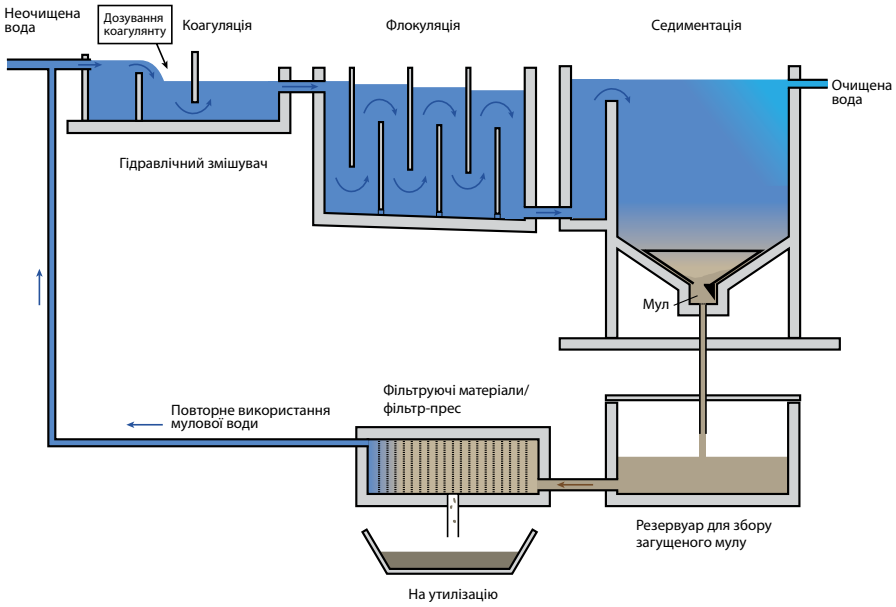
⊕ Продукує відмінну якість фільтрату з точки зору каламутності та усунення патогенів
⊕ Зазвичай є повністю автоматизованою і може експлуатуватися без нагляду чи вручну
⊕ Потрібно мало місця для цих дуже компактних систем

⊖ Обмежений потік з огляду на оптимальний потік у мембрані
⊖ Використовує спеціальні компоненти, наприклад, самі мембрани ймовірно доступні лише у певних районах
⊖ Рідко коли є взаємозамінними, тобто мембрани одного виробника не можна встановити у систему іншого виробника
⊖ Потрібен кваліфікований оператор

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 217**

Коагуляція і седиментація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Усунення каламутності, попереднє очищення, коагуляція та седиментація
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Седиментація – це етап попереднього очищення, який використовується для усунення зважених твердих часток із води із різним ступенем каламутності (або «замулення») і може передбачати додавання хімікатів для пришвидшення процесу. Її можна використовувати до кінцевого етапу очищення, наприклад, мікрофільтрації (0.3), хлорування (0.6) чи нанофільтрації/зворотного осмосу (0.15). Седиментацію можна використовувати на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Седиментація – це процес, за якого фізичні частки у воді осідають із часом. Може бути достатньо лише гравітації для цього процесу, хоча у випадку неочищеної води із дрібними грубодисперсними домішками, які осідають повільно або взагалі не осідають, може бути потрібно додати хімікати із метою пришвидшення процесу. Цей процес називають «коагуляцією і седиментацією» (оскільки пришвидшується природний процес седиментації) або «коагуляцією та флокуляцією». У такому разі хімічний коагулянт, який додається до води, дестабілізує електростатичні заряди колоїдних речовин, через що вони об'єднуються у більші частки (флокуляція) у процесі механічного змішування. Такі важчі частки осідають після цього швидше (седиментація). Коагуляцію і седиментацію можна проводити у всіх масштабах – від великих заводів з очищення води до рівня домогосподарства.

Проєктні міркування: Седиментація як попереднє очищення спрямована на зменшення каламутності до рівня, підходящого для подальших процесів очищення. У більшості випадків це хлорування **(0.6)**, тому потрібна каламутність менше 5 нефелометричних одиниць каламутності. Під час седиментації дещо зменшується концентрація патогенів (оскільки вони зазвичай пов'язані з твердими частками у воді), і спостерігається значне покращення кольору, смаку, запаху та рівня вмісту таких металів, як залізо, марганець, фтор та миш'як. Перший етап полягає в ухваленні рішення щодо того, чи потрібен коагулянт, що можна визначити, провівши тест на осідання у мірній посудині. Загальним правилом є те, що воду лишають осідати на годину (чи на будь-який інший період, запропонований для резервуару для седиментації), а тоді перевіряють, чи осіли частки. Якщо верхні 80% мірного циліндру містять воду, достатньо очищену для наступного процесу очищення, то буде достатньо природної седиментації.

Там, де природна седиментація є занадто повільною, процес можна пришвидшити шляхом додавання хімічного коагулянту. Коагулянти на основі алюмінію (наприклад, сульфат алюмінію) є ефективними для досить вузького діапазону pH на рівні приблизно від 6 до 8. За межами цього діапазону потрібно додавати більше коагулянту, що збільшує витрати та концентрацію алюмінію в очищеній воді, спричиняючи загрозу для здоров'я. Тому спершу

може бути потрібно адаптувати рівень pH неочищеної води задля зменшення необхідної кількості коагулянту. Як альтернативний варіант, коагулянти на основі заліза є ефективними для ширшого діапазону рівнів pH, проте вони менш доступні та можуть спричиняти зміну кольору. Обидва види коагулянтів зменшують рівень pH очищеної води, і коли він падає до менше 6,5, може знадобитися адаптування рівня pH після проведення очищення, щоб зменшити ризик корозії, якщо згодом використовуються металеві труби та резервуари. Також існують органічні коагулянти (наприклад, насіння моринги), які є ефективними для широкого діапазону рівнів pH та використовуються як на рівні домогосподарства **(див. Б.8),** так і у більшому масштабі. Дійсне оптимальне дозування для будь-якої неочищеної води не можна обчислити теоретично, тому натомість його визначають експериментально, провівши тест у мірній посудині із використанням кількох лабораторних склянок із все більшою дозою коагулянту. Тести у мірній посудині потрібно проводити повторно, коли змінюється каламутність при зміні пори року.

Метод видобутку може допомогти забезпечити відносно стабільну каламутність, викачуючи воду з одного й того самого місця та близько до поверхні (наприклад, із використанням плаваючого забору, **див. 3.3**). Коагулянти потрібно дозувати у момент турбулентного потоку через швидку хімічну реакцію та зі швидкістю, пропорційною до швидкості потоку води. В умовах надзвичайної ситуації дозування часто виконується із використанням ротаметру, клапану та трійника зі всмоктувального боку насосу, хоча також існують й інші методи (наприклад, електронасос для дозування). Флокуляція потребує повільного помішування (до 1 метра на секунду для попередження розпаду пластівців), хоча в умовах надзвичайної ситуації часто це роблять шляхом випускання викачаної води у резервуар під кутом для стимулювання повільного кругового потоку.

Розмір більших басейнів для седиментації визначається з огляду на рекомендації щодо проєктування стосовно часу утримання та швидкості завантаження поверхні. Коли доступна лише земельна ділянка невеликої площі, у межах басейну для седиментації можна встановити нахилені пластини чи труби, щоб зменшити необхідну площу на понад 75%. В умовах надзвичайної ситуації седиментація за допомоги часто відбувається в тому ж резервуарі, що і флокуляція. У такому разі може бути складно досягнути ідеальних результатів, тому гарним варіантом буде качати воду через швидкі фільтри для вловлювання пластівців, які лишилися **(див. О.5)** до проведення кінцевого очищення. Іншим варіантом, який заощаджує простір та обладнання в умовах надзвичайної ситуації, є використання очисника з висхідним потоком, для якого потрібен всього один резервуар. За такого дизайну пластівці збираються як плівка на поверхні резервуару.

Матеріали: Матеріали будуть варіюватися залежно від того, чи потрібні хімікати. Окрім резервуару для седиментації матеріали можуть включати насос, механізм дозування коагулянту, резервуар для флокуляції, механізм утилізації мулу, а також хімікати для коагуляції та, можливо, зміни рівня pH (кислоти або луги).

Придатність: Такий процес очищення підходить для всіх етапів надзвичайної ситуації. На етапі гострого реагування його можна швидко започаткувати для масштабного очищення води. На рівні домогосподарства в умовах надзвичайної ситуації саше із флокулянтом-дезінфікуючою речовиною **(див. Б.8)** можуть виявитися гарним варіантом для невідкладного розповсюдження серед населення, де масштабне очищення води може бути неможливим. У довгостроковій перспективі можна розповісти громадам про переваги 3-етапної домашньої системи для максимізації природної седиментації. Більш масштабні установки для седиментації можна використовувати на етапі відновлення, коли є час для належного проєктування і пілотування. Проте також потрібно розглянути можливі альтернативні варіанти попереднього очищення, наприклад, чорнову фільтрацію **(О.1)**, для зменшення витрат, поточної залежності від хімікатів і питань утилізації мулу.

Експлуатація та обслуговування: Вимоги щодо експлуатації та обслуговування є значними, і для цього потрібні висококваліфіковані оператори. Завдання включають моніторинг каламутності до та після очищення, регулярні тести в мірній посудині, зміну дозування, дренаж та чищення резервуарів, утилізацію мулу, а також зберігання та змішування хімікатів. Також потрібні будуть роботи із загального обслуговування установки (наприклад, насосів, змішувачів, клапанів).

Здоров'я та безпека: Як процес попереднього очищення у випадку цього методу завжди потрібна подальша дезінфекція. Мул потрібно утилізувати безпечно (наприклад, на полігонах, в каналізації чи разом із мулом у системі водовідведення), хоча це може бути складно зробити в умовах надзвичайної ситуації. Коли сульфат алюмінію використовується в якості коагулянту, концентрація алюмінію в очищеній воді не може перевищувати 0,2 мг на літр з огляду на безпеку для здоров'я. Якщо це проблематично, її можна зменшити шляхом зміни рівня pH неочищеної води або проведення фільтрації через швидкий фільтр **(О.2)**. З хімікатами потрібно поводитися обережно, оскільки вони є корозійними.

Витрати: Капітальні та поточні витрати дуже сильно варіюються залежно від конкретної очисної системи, необхідної швидкості потоку та розташування країни, хоча загалом збільшення розміру установки зменшує витрати на м^3 отриманої води.

Соціальні та екологічні міркування: Коагуляція і седиментація загалом добре приймається споживачами та установами, оскільки візуально покращується ситуація з каламутністю води. Мул, отриманий у результаті коагуляції, може спричиняти екологічні ризики, якщо його утилізують поблизу джерел підземних вод.

Сильні та слабкі сторони:

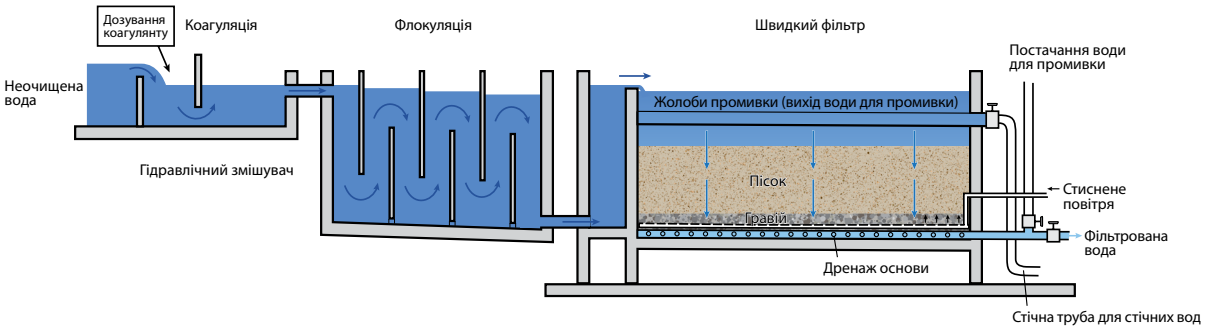
⊕ Гарний метод очищення дуже каламутної води із високою концентрацією грубодисперсних домішок
⊕ Можна використовувати для швидкого започаткування масштабного очищення в умовах надзвичайної ситуації
⊕ Необхідні матеріали є широкодоступними

⊖ Потрібна земельна ділянка великої площі
⊖ Потрібні кваліфіковані оператори для дозування/роботи з хімікатами
⊖ Потрібне постійне постачання коагулянту та енергії

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 217**

Коагуляція і швидка фільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Усунення каламутності, попереднє очищення, коагуляція та безпосередньо фільтрація
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶✶ Висока	✶✶✶ Високий	



Коагуляція і швидка фільтрація – це етап попереднього очищення, який використовується для усунення зважених твердих часток із води із різним рівнем каламутності (або замуленості) із метою її підготовки до кінцевого етапу дезінфекції, наприклад, хлорування (0.6). Вона може використовуватися на всіх етапах надзвичайниой ситуації.

У випадку неочищеної води, яка містить дрібні грубодисперсні домішки, які лише повільно осідають або взагалі не осідають, необхідно додати хімікати для пришвидшення процесу. Цей процес називають «коагуляцією і седиментацією» (оскільки пришвидшується природний процес седиментації) або «коагуляцією та флокуляцією». У такому разі хімічний коагулянт, який додається до води, дестабілізує електростатичні заряди колоїдних речовин, через що вони об'єднуються у більші частки (флокуляція) у процесі механічного змішування. Під час стандартного процесу очищення такі частки осідають із використанням седиментації **(0.4)**, хоча цей крок можна пропустити, напряму фільтруючи пластівці із використанням швидких фільтрів **(0.2)** у межах процесу, також відомого як «пряма фільтрація». Порівняно з традиційною установкою із такою самою швидкістю потоку та якістю неочищеної води коагуляція і швидка фільтрація може забезпечувати краще усунення каламутності за нижчу вартість. Це процес, який зазвичай проводиться у більшому масштабі, хоча готові установки, які використовуються в умовах надзвичайної ситуації, часто включають коагуляцію із використанням гідравлічного змішувача, після чого слідує швидкий фільтр під тиском. Коагуляція та флокуляція, після яких слідує мікрофільтрація **(0.3)** чи ультрафільтрація **(0.10)**, також можуть використовуватися, хоча це називають мембранною фільтрацією із вбудованою коагуляцією.

Проєктні міркування: Метою прямої фільтрації є зменшення каламутності до рівня, підходящого для подальших етапів очищення. Це зазвичай хлорування **(0.6)**, тому потрібна каламутність на рівні менше 5 нефелометричних одиниць каламутності. Під час цього виду попереднього очищення також зменшується концентрація бактерій, і спостерігається суттєве покращення кольору, смаку, запаху та рівнів таких металів, як залізо, марганець, фтор та миш'як. Пряма фільтрація добре працює там, де якість неочищеної води є відносно сталою та середня каламутність становить орієнтовно 25 нефелометричних одиниць каламутності (із максимальним значенням у 100 нефелометричних одиниць каламутності). Там, де каламутність є вищою або більш мінливою, може знадобитися більша

кількість коагулянту, який формуватиме багато шматків, що може швидше забити фільтр. Альтернативним варіантом для води із вищою каламутністю на рівні приблизно 100 нефелометричних одиниць каламутності (із максимальним значенням у 200 нефелометричних одиниць каламутності) є поєднання швидкої фільтрації **(0.2)** із гібридною формою чорнового фільтру **(0.1)** із висхідним потоком води із вищою швидкістю потоку ніж зазвичай. У випадку води із ще вищою каламутністю можна використовувати стандартні чорнові фільтри **(0.1)** чи традиційну коагуляцію і седиментацію **(0.4)**.

Коагуляція і седиментація та швидка фільтрація подібні до традиційних процесів очищення **(див. 0.2 та 0.4)** із певними відмінностями. Для етапу коагуляції необхідні менші кількості коагулянту, що зменшує витрати, також іноді додається полімер. Етап флокуляції подібний, проте його можна пропустити. Основна відмінність від швидкої фільтрації полягає у тому, що оскільки відсутній басейн для седиментації і натомість шматки зберігаються у фільтраційному шарі, потрібні більші потужності щодо зберігання. Це досягають шляхом поглиблення фільтраційного шару та включення ще одного фільтраційного матеріалу більшого розміру як верхнього шару (наприклад, антрациту), що робить фільтр більш ефективним порівняно зі стандартними швидкими фільтрами, оскільки шматки проникають глибше в основу, таким чином використовуючи всю глибину (замість того щоб вловлювати їх лише у верхніх шарах). Верхній шар більшого розміру зроблений із чогось із нижчою питомою вагою (співвідношення щільності матеріалу до щільності води), так щоб два шари утримували свої відносні позиції після промивки.

Рівень фільтрації із використанням фільтрів із подвійним матеріалом зазвичай є вищим ніж традиційні швидкі фільтри, що означає, що потрібна менша фільтраційна площа, хоча більша швидкість потоку призводить до коротших експлуатаційних циклів, через що потрібно частіше проводити промивку, що використовує трохи більше води (орієнтовно 6% фільтрованої води). Нижній шар піску у фільтрі з подвійним матеріалом має ефективний розмір піску (тобто 90% піску, що використовується, більші за розміром) від 0,45 до 0,8 мм (трохи менший ніж у традиційних швидких фільтрах), тоді як верхній шар зазвичай має розмір від 1,0 до 1,6 мм. Обидва шари відносно однорідні.

Матеріали: Матеріали можуть включати насос, механізм дозування коагулянту, резервуар для флокуляції (факультативно), механізм утилізації мулу, хімікати для коагуляції та можливої зміни рівня pH, а також для швидкої фільтрації **(0.2)**, системи притоку і відтоку води із механізмом контролю, систему підтримки фільтруючого середовища, насоси (для піднятого резервуару для води), фільтраційні матеріали (пісок плюс грубший матеріал) та (інколи) систему подачі стисненого повітря для промивки.

Придатність: Цей процес очищення підходить для всіх етапів надзвичайної ситуації. Він може бути дуже корисним під час гострого реагування, оскільки його можна швидко започаткувати для масштабного очищення води та там, де обладнання і процеси ще не ідеальні (наприклад, де один резервуар використовується для флокуляції та седиментації). Наявність прямої фільтрації на ранньому етапі в умовах надзвичайної ситуації дає певні додаткові можливості щодо швидкого забезпечення чистою водою попри можливі невеликі помилки. Масштабні установки можна використовувати на етапі відновлення, коли вже є час для належного проєктування і пілотування, проте також потрібно зважати на можливі альтернативні варіанти попереднього очищення, наприклад, чорнову фільтрацію **(0.1)**, із метою зменшення витрат, поточної залежності від хімікатів і питань утилізації мулу.

Експлуатація та обслуговування: Вимоги щодо експлуатації та обслуговування є значними і подібними до вимог для традиційних процесів очищення. Такі питання включають перевірку каламутності та рівня pH до та після очищення, регулярні тести у мірній посудині, зміну дозування, спускання та чищення резервуарів, утилізацію мулу, зберігання і змішування хімікатів, контроль потоку та промивання твердих часток. Також потрібне буде загальне обслуговування установки (наприклад, насосів, змішувачів, клапанів, застосування антикорозійних агентів у металевих частинах, змащування мастилом клапанів).

Здоров'я та безпека: Занепокоєння щодо здоров'я та безпеки подібні на ті, які виникають щодо стандартних процесів очищення, включаючи потребу в подальшій дезінфекції та безпечній утилізації мулу (наприклад, на полігоні, утилізація в каналізації чи координування із мулом з системи водовідводу). Там, де використовується сульфат алюмінію як коагулянт, рівень алюмінію в очищеній воді не може перевищувати 0,2 мг на літр із огляду на безпеку для здоров'я. Коли він високий, необхідну дозу можна зменшити шляхом адаптування рівня pH неочищеної води або шляхом проведення фільтрації із використанням швидкого фільтру **(0.2)**. З хімікатами потрібно поводитися обережно, оскільки вони можуть бути корозійними.

Витрати: Пряма фільтрація є дешевшою ніж стандартні процеси очищення, оскільки використовується менше хімікатів та потрібно споруджувати менші установки. Це може заощадити до 30%.

Соціальні та екологічні аспекти: Загалом цей процес очищення добре приймається споживачами та установами, оскільки візуально покращується ситуація із каламутністю води. Мул, який виробляється у процесі коагуляції, може спричиняти екологічні ризики у разі його утилізації поблизу джерел підземних вод.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Менші витрати ніж у випадку подібних процесів, які включають седиментацію

⊕ Забезпечує швидкий початок масштабного очищення води в умовах надзвичайної ситуації, коли важко досягнути ідеальних умов для флокуляції та седиментації

⊕ Має вищий рівень фільтрації із використанням фільтрів із подвійним матеріалом, ніж традиційний швидкий фільтр

⊖ Обмежується очищенням води із низьким рівнем каламутності

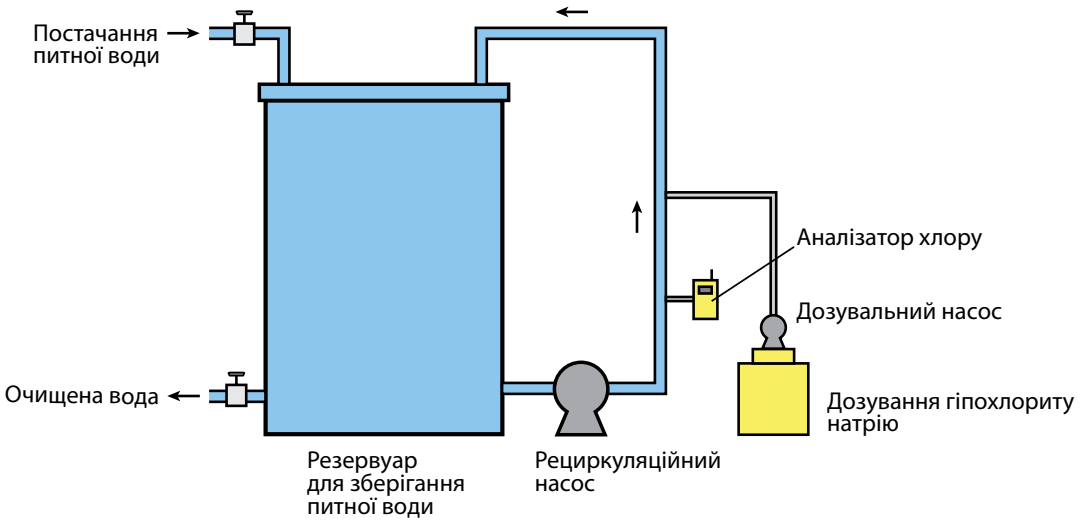
⊖ Потрібен кваліфікований оператор для дозування та роботи з хімікатами (дуже залежить від неочищеної води)

⊖ Потрібне постійне постачання енергії та коагулянту, що може бути недоступним на місцевому рівні

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 217**

Хлорування

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Дезінфекція із захистом залишків
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Хлорування – це кінцевий етап очищення питної води, оскільки він інактивує патогени, такі як бактерії та віруси. Воно також використовується в інших цілях, таких як дезінфекція інфраструктури (наприклад, криниці, труби чи свердловини) та обладнання (наприклад, у центрах лікування холери, Б.14). Воно використовується на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Хлорування застосовується у всіх масштабах очищення від рівня домогосподарства до централізованого очищення. Хлор забезпечує постійний захист від повторного забруднення, що робить його унікальним порівняно з іншими дезінфекційними процесами, такими як ультрафіолетове опромінення **(О.8)** чи озонування **(О.14)**. Його наполегливо рекомендують для питної води в умовах надзвичайної ситуації, коли умови гігієни часто не дотримуються та люди більш схильні до хвороб.

Проєктні міркування: Для того, щоб хлорування було ефективним, каламутність води має бути менше 5 нефелометричних одиниць каламутності, хоча в умовах надзвичайної ситуації до 20 нефелометричних одиниць каламутності може бути прийнятним показником для короткого періоду часу, поки запроваджується попереднє очищення. Хлорування каламутної води (понад 5 нефелометричних одиниць каламутності) марнує хлор, що призводить до гіршої дезінфекції (зважені тверді частки можуть захищати патогени), посилює запах і смак хлору (внаслідок чого користувачі відмовляються від води) і може генерувати потенційно шкідливі побічні продукти (наприклад, тригалометани, які є канцерогенними у довгостроковій перспективі). Для забезпечення належної дезінфекції хлоруванням такі фактори, як температура і рівень pH (має бути менше 8) відіграють ключову роль.

Хлор існує в різних формах із різним відсотком активного хлору. В умовах надзвичайної ситуації найбільш вживаним продуктом для масштабного очищення є гіпохлорит кальцію (також відомий як гіпохлорит кальцію гранульований із концентрацією активної речовини хлору на рівні 65 – 70%). Іншими продуктами є гіпохлорит натрію (жавелева вода, 2 – 15%), порошок хлорного вапна (30%) та газоподібний хлор (100% елементарний хлор). Хлор можна дозувати в джерелі (наприклад, свердловині) як останній етап очищення води в установці з очищення води, у точках наповнення **(Б.7)** чи у

побутових умовах **(Б.6)**. Види дозування включають партійне дозування, коли хлор додають у фіксовану кількість (наприклад, водовіз), постійний рівень дозування, коли хлор додають на фіксованому рівні (наприклад, вода тече зі стабільною швидкістю), та пропорційне дозування, коли хлор додають на змінному рівні (наприклад, у випадку роботи насосів на сонячній енергії, коли швидкість потоку води змінюється). Під час спалахів холери **(див. X.14)** партійне дозування в окремих контейнерах для води у місці постачання/збору (відоме як «хлорування у відрі», **Б.7**) є корисним як тимчасовий захід у районах, визначених як такі, що мають високий ризик (з огляду на місце походження пацієнтів).

У випадку питної води дози хлору варіюються від 1 – 6 мг на літр (0,5 – 2 мг на літр для некаламутної води) для стандартного 30-хвилинного періоду контактування. Кількість, яку було використано, називають «хлорпоглинанням», а кількість, яка лишається, називають «залишковим вільним хлором», що має бути на рівні 0,2 – 0,5 мг на літр. Дійсну оптимальну дозу для будь-якої води не можна обчислити теоретично, і вона визначається експериментальним шляхом через тест у мірній посудині з використанням ряду контейнерів із збільшуваною дозою 1% хлору. Залишковий хлор розпадається із часом, хоча і зникатиме швидше за наявності більшого забруднення із труб та контейнерів, де температура вища і де є більше турбулентності та змішування з повітрям (наприклад, викачування у довгих трубопроводах). Залишковий хлор все одно має бути присутнім на рівні 0,2 мг на літр чи більше, коли остання чашка споживається у домогосподарстві, тому в резервуарах і кранах може знадобитися вищий рівень залишкового вільного хлору залежно від місцевих умов.

Матеріали: Матеріали включають хлорний продукт, місце для його безпечного зберігання, механізм змішування, механізм дозування (електричний чи механічний) та обладнання для моніторингу залишкового хлору.

Придатність: Хлорування можна проводити у всіх масштабах та на всіх етапах надзвичайної ситуації, особливо, на гострому етапі, оскільки його залишкова присутність може забезпечувати безпеку води протягом певного періоду часу в резервуарах для зберігання та розподільчій мережі і під час транспортування та зберігання вдома. Це метод дезінфекції, який часто є обов'язковим для реагування на надзвичайну ситуацію.

Експлуатація та обслуговування: Основні завдання з експлуатації та обслуговування включають щоденне змішування хлору, а також дозування і моніторинг залишкового хлору у мережі. Моніторинг в неепідемічних умовах потрібно проводити щодня в резервуарах та установках з очищення води. Рекомендується брати певну кількість зразків із мережі водопостачання раз на місяць відповідно до кількості населення, і за хлором потрібно постійно спостерігати на рівні домогосподарства шляхом проведення випадкових перевірок. Хлор ніколи не можна зберігати у металевих контейнерах чи поблизу таких контейнерів, а також не можна зберігати на сонці, на складах із високою температурою і з високою вологістю або у закритих приміщеннях без вентиляції.

Здоров'я та безпека: Хлор – це газ, який має вищу щільність ніж повітря, є високо корозійним, може спричиняти опіки шкіри, сліпоту і пошкодження внутрішніх органів, призводячи до смерті. Хлор завжди потрібно зберігати у місцях із гарною вентиляцією і подалі від пального, добрив чи сухих порошкових вогнегасників. Різні види хлору ніколи не можна змішувати (ризик вибуху). Для всього персоналу, який контактує із хлором, потрібно провести відповідне навчання та забезпечити захисним спорядженням (захисними окулярами, рукавицями, масками). Потенційно канцерогенні тригалометани можуть вироблятися при хлоруванні каламутної води чи води із високим вмістом органічних речовин. Хоча хлор може зменшити вміст бактерій та вірусів на 3- – 6-log, це неефективний метод дезінфекції від криптоспоридій, лямблій та деяких бактеріальних спор за нормальних умов дозування.

Витрати: Хлорування зазвичай не є дорогим, оскільки не потрібно багато всього для дозування хлору у воду (наприклад, зазвичай до 35 кг Гіпохлориту кальцію гранульованого буде достатньо для очищення води для 20 000 осіб протягом місяця). Більшість витрат пов'язані з постійним моніторингом, для чого потрібен персонал.

Соціальні та екологічні аспекти: Прийняття варіюється залежно від контексту і того, чи в людей був попередній подібний досвід. Існують хибні уявлення, пов'язані з хлором (наприклад, хлорування плутають із холерою), тому залучення громади є ключовим елементом ефективного впровадження. Оскільки хлор змінює смак води, це також може призвести до її неприйняття. Протікання концентрованого хлору у навколишнє середовище через неналежні умови зберігання, транспортування чи очищення становить серйозну загрозу для екології та здоров'я. Зливання хлорованої води у водойми може нанести шкоду навколишньому середовищу.

Сильні та слабкі сторони:

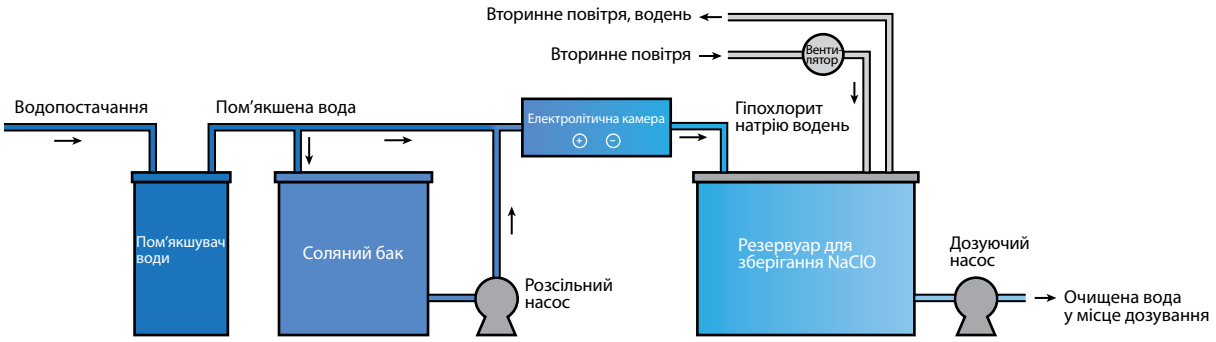
⊕ Забезпечує дезінфекцію залишків
⊕ Дешево в експлуатації
⊕ Зазвичай доступно на місцевому рівні
⊕ Надійний метод, якщо вода не каламутна

⊖ Потрібне належне зберігання/транспортування
⊖ Може бути обмежена наявність у зоні конфлікту
⊖ Прийняття людьми може бути обмеженим через сильний вплив на смак
⊖ Ефективність залежить від різноманітних факторів, таких як температура, санітарні умови, рівень pH та рівень турбулентності
⊖ Неефективно у каламутній воді або проти певних організмів (наприклад, криптоспоридій)

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 218**

Електрохлорування

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Дезінфекція із захистом залишків
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶✶ Середня	✶ Низький	



Електрохлорування (електролітичне генерування гіпохлориту натрію) виробляє хлор для дезінфекції шляхом електролізу водного розчину хлориду натрію (звичайна сіль або NaCl). Його можна виробляти партіями, конвертуючи соляний розчин у гіпохлорит натрію із концентрацією 6 – 12 г на літр в одному буферному резервуарі або у проточній системі, яка постійно виробляє гіпохлорит.

Електроліз використовує прямий електричний струм для живлення інакше неспонтанних хімічних реакцій. Реакції відбуваються на двох електродах: аноді та катоді. На аноді хлор-іон конвертується у молекулярний хлор (газоподібний хлор), тоді як реакція на катоді виробляє газоподібний водень і збільшує рівень pH. Газоподібний хлор вступає у безпосередню реакцію з гідроксид-іоном і формує гіпохлорит-іон. Розчин гіпохлорит натрію може використовуватися безпосередньо для дезінфекції та/або попереднього очищення при постійному функціонуванні чи може зберігатися у буферному резервуарі для використання в подальшому при функціонуванні в пакетному режимі.

Проєктні міркування: Якість неочищеної води є важливим параметром для безперервних систем. Загалом жорсткість або концентрація марганцю, заліза, фтору, вільного хлору та ціанідів мають бути низькими, або знадобиться масштабне попереднє очищення для захисту електродів. У випадку жорсткої води безперервні системи зазвичай проєктуються із потужністю більшою на 20 – 30% із метою продовження строку експлуатації обладнання. Як альтернативний варіант сіль, отримана шляхом випаровування під сонцем (тобто сіль, отримана в результаті випаровування соляного розчину, на противагу солі, отриманої в результаті видобування) із мінімальним вмістом NaCl у 99,8% є більш підходящою, оскільки вона має нижчу концентрацію кальцію та марганцю (менше 0,14%), а також інших забрудників, які засмічують електроди. Пакетні системи мають більшу гнучкість щодо якості неочищеної води, оскільки електроди зазвичай є більш доступними для очищення і для цього може використовуватися будь-який вид солі. Виробничі цикли можуть займати від 3 до 12 годин залежно від масштабу та виробника. Концентрація гіпохлорит натрію може варіюватися, і потрібно проводити її моніторинг після кожного циклу. Отриманий розчин не є стабільним

і має відразу ж використовуватися або стабілізуватися шляхом додавання каустичної соди.

Матеріали: Невеликі електролітичні камери наявні у кількох виробників як частина набору, який включає обладнання для тестування та сонячну панель чи адаптор живлення. Кілька міжнародних компаній пропонують великі безперебійні системи, іноді за посередництва місцевих дистриб'юторів як повністю спроєктовані системи, адаптовані до місцевих вимог та контексту.

Придатність: Невеликі пакетні системи є досить компактними для того, щоб їх можна було переносити у багажі для дуже швидкого виробництва гіпохлориту на гострому етапі під час надзвичайної ситуації, коли в наявності є електропостачання (сонячна панель). Наприклад, типова невелика система на ринку може виробляти 2 літри хлору із концентрацією 6 г на літр за 2,5 години, чого достатньо для очищення орієнтовно 8 000 літрів води. Більші системи можуть виробляти 30 – 60 літрів хлору за 4 – 5 годин і підходять для таборів або для установок з очищення питної води, коли інакше неможливо забезпечити постачання рідкого гіпохлориту. Системи можна запровадити із використанням наявних резервуарів, і отриманий гіпохлорит можна дозувати із використанням існуючих систем дозування. Коли пакетні системи встановлюють з нуля, місцеві оператори мають пройти навчання, що є більш реалістичним на етапі відновлення після надзвичайної ситуації або пізніше. Великомасштабні безперебійні системи можна розглядати під час затягнутих криз у містах для заміни систем, які залежать від газоподібного хлору чи рідкого гіпохлориту, особливо, коли постачання не можливо гарантувати у довгостроковій перспективі через безпекові занепокоєння, ембарго чи обмежені виробничі спроможності у країні.

Експлуатація та обслуговування: Пакетні системи відносно прості в експлуатації. Вони потребують електропостачання, а також обладнання для вимірювання концентрації солі (соляного розчину), жорсткості води та кінцевої концентрації гіпохлориту. Більшість постачальників надають обладнання для тестування як частину системи. Виробництво має реалізовуватися у приміщеннях із гарною вентиляцією. Великомасштабні безперебійні системи потребують підтримки кваліфікованого інженера під час встановлення та запуску, після чого обладнання буде повністю автоматизованим. Соляні баки повинні підтримувати потужності для задоволення попиту на 15 – 30 днів, і рівень має підтримуватися на рівні близькому до рекомендованих спроможностей щодо зберігання для уникнення автоматичного вимкнення. Надзвичайно важливим є контроль протікань, так само як і ретельний моніторинг робочої напруги, струму та відношення між використанням солі і експлуатаційним часом. Під час регулярних оглядів потрібно проводити перевірки на предмет ознак забруднення електродів та поплавкових перемикачів, що може потребувати чищення електродів. Більшість систем постачаються із вбудованою системою кислотного очищення, яка може бути або повністю автоматизованою, або запускатися в роботу вручну.

Здоров'я та безпека: Електрохлорування зменшує потребу в поводженні, транспортуванні та зберіганні небезпечних матеріалів, таким чином покращуючи загальну безпеку на об'єкті. Невелике виробництво партіями потрібно реалізовувати у приміщеннях із гарною вентиляцією. У випадку більших систем є потреба в гарній вентиляційній системі для усунення водню, і потрібно уникати вловлювання водню у трубах.

Витрати: Невеликі пакетні системи (які виробляють 0,5 – 2 літри гіпохлориту протягом періоду до 3 годин) без сонячних панелей можна придбати, починаючи від 150 – 300 доларів США, тоді як більші пакетні системи (які виробляють 30 літрів гіпохлориту за 4 – 5 годин) коштують від 1 000 доларів США. Напівпакетні системи потребують більший ступінь автоматизації та є дорожчими. Вартість великомасштабних безперебійних систем варіюється залежно від контексту, хоча вони зазвичай мають вищі капітальні інвестиції, але нижчі операційні витрати порівняно з великомасштабними системами газоподібного хлору. Коли для заміни традиційної системи газоподібного хлору обирають електрохлорування, задля зменшення витрат можна переобладнати частину наявного обладнання.

Соціальні та екологічні аспекти: Як і у випадку інших технік хлорування прийняття людьми у районах, де воно не відоме, може виявитися проблематичним. Тому важливо спілкуватися із лідерами та громадою від самого початку, щоб уникнути непорозумінь. Заперечення щодо смаку і запаху можуть змусити користувачів відмовитися від води, і це ймовірніше, коли вода, яку очищують, є каламутною або якщо дозу хлору було перевищено. Витікання концентрованого хлору в навколишнє середовище є серйозною загрозою для екології та здоров'я.

Сильні та слабкі сторони:

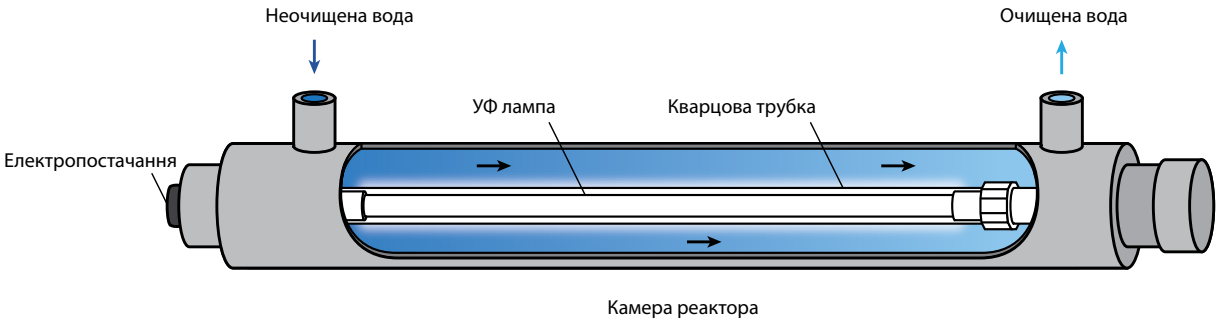
⊕ Менша залежність від постачання хімікатів, у тому числі їх доступності, транспортування та вартості
⊕ Невеликі пакетні системи є компактними та переносними
⊕ Безперебійні системи є високою мірою автоматизованими та потребують менше трудовитрат
⊕ Зменшують ризик від роботи з та зберігання небезпечних матеріалів
⊕ Нижчі операційні витрати порівняно з системами, які використовують газоподібний хлор, рідкий чи твердий хлор

⊖ Потрібні кваліфіковані оператори із питань експлуатації та обслуговування для безперебійних установок чи навчання для партійних установок
⊖ Потрібне надійне джерело електропостачання
⊖ Потрібна гарна початкова якість води для зменшення забруднення електродів

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 218**

Ультрафіолетове (УФ) опромінення

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
★ Гострий етап реагування ★★ Стабілізація ★★ Відновлення	★★ Домогосподарство ★★ Район ★★ Місто	★★ Домогосподарство ★★ Спільний ★★ Суспільний/державний	Дезінфекція
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
★★ Середня	★★ Середня	★★★ Високий	



За умови наявності належного проєктування та умов експлуатації ультрафіолетове (УФ) опромінення може мати антибактеріальні та антивірусні властивості та може вбивати патогенні організми у некаламутній воді.

УФ опромінення може спричиняти неповоротну шкоду клітинам патогенних організмів, і його ефективність залежить від часу використання світла, інтенсивності УФ світла, довжини хвиль УФ світла та якості неочищеної води. УФ забезпечує 3-log інактивацію вегетативних бактерій та одноклітинних паразитів, включаючи криптозодій та лямблій, при низькій інтенсивності (1 – 10 мДж на $см^2$). Для інактивації ентеровірусів та бактеріальних спор потрібна вища інтенсивність (30 – 150 мДж на $см^2$). Час дії залежить від проєкту та швидкості потоку. УФ є більш ефективним у випадку деяких патогенів (наприклад, криптоспоридії), які стійкі до найбільш широко використовуваних хімічних дезінфікуючих речовин (хлору) та, на відміну від хлору, УФ не формує шкідливі побічні продукти дезінфекції. Проте УФ дезінфекція не забезпечує захист залишків від мікробіологічного забруднення та повторного виникнення.

Проєктні міркування: Типова система УФ дезінфекції включає серію УФ трубок. УФ лампи встановлюються всередині трубки у закритому каналі, забезпечуючи близьке розташування води до джерела УФ. Якщо лампу не встановлюють безпосередньо в потік, потрібна буде впаяна кварцова трубка для уможливлення УФ випромінення. Трубка зазвичай виготовляється із пластику чи нержавіючої сталі із світловідбивною внутрішньою поверхнею. Із метою уникнення небажаної турбулентності водопідвідна труба не має мати жодних розширень вверх за потоком на щонайменше 10 діаметрів труб, та всі клапани у трубопроводі мають бути повністю відкритими під час експлуатації УФ. Необхідна доза УФ для дезінфекції води зазвичай становить або перевищує 40 мДж на $см^2$, та потрібно використовувати лише сертифіковані УФ системи, які забезпечують принаймні таку дозу при звичному режимі потоку.

Каламутність та зважені тверді частки зменшують ефективність дезінфекції. Для забезпечення ефективності каламутність має бути менше 1 нефелометричної одиниці каламутності, тверді зважені частки мають бути менше 10 мг на літр, має бути відсутній колір, залізо має

бути менше 0,3 мг на літр, а марганець має бути на рівні менше 0,05 мг на літр; інакше потрібне попереднє очищення. Традиційні процеси очищення, такі як швидка фільтрація **(О.2)**, мікрофільтрація **(О.3)** чи озонування **(О.14)** можуть використовуватися залежно від складу неочищеної води та контексту. Децентралізоване очищення питної води найчастіше використовує низький тиск, ртутні лампи низької інтенсивності, які випромінюють єдиний пік УФ випромінювання на рівні 254 нм. У випадку великомасштабних систем зазвичай використовуються лампи середнього тиску, які випромінюють УФ радіацію у межах дуже широкого спектру (185 – 400 нм). Світлодіоди, які випромінюють УФ, також стають все популярнішими.

Матеріали: Реактори для дезінфекції УФ можуть бути блочними та транспортуватися на об'єкт. Перевірка може проводитися за межами об'єкту, до відправки. УФ потребує надійного електропостачання, отож багато установок включають запасні генератори та спеціалізовані розхідники, наприклад, матеріали для чищення, хімікати та серветки, а також періодичну заміну ламп. УФ лампи можуть не бути в наявності у деяких локаціях, їх може бути потрібно імпортувати чи привозити.

Придатність: УФ системи потенційно можуть використовуватися на всіх етапах надзвичайної ситуації та швидко впроваджуватися, коли в наявності є матеріали, запчастини та кваліфіковані оператори. Ці системи потребують надійного джерела енергії **(див. Д9 – Д.12)** та попереднього очищення води до мінімальної каламутності (до 1 нефелометричної одиниці каламутності). УФ не забезпечує захист залишків, тому потрібне додаткове хлорування **(О.6)**.

Експлуатація та обслуговування: УФ системи потрібно експлуатувати обережно, для цього потрібні обізнані та висококваліфіковані оператори і моніторинг із метою забезпечення ефективності. Потрібні точні вимірювання швидкості потоку, інтенсивності УФ, передачі УФ та статусу лампи. Великомасштабні УФ системи спроєктовані для безперебійної експлуатації та мають вимикатися лише, якщо потреба в очищенні відсутня протягом кількох днів. Лампи потрібно попередньо прогрівати протягом кількох хвилин до початку експлуатації. У випадку громадських та дрібномасштабних систем повсякденна експлуатація включає вмикання та вимикання лампи залежно від швидкості потоку, що зазвичай є повністю автоматизованим процесом.

Коли встановлена інтенсивність дії лампи занадто відрізняється від вимірюваної дози УФ (-70% чи менше від встановленого/початкового показника), потрібно розглянути кілька причин: 1) речовина, яка поглинає УФ (розчинена чи зважена), може ставати перепоною на шляху світла, та реактор потрібно спустити. Потрібно перевірити воду вверх за течією на каламутність і, за потреби, потрібно покращити попереднє очищення. 2) УФ сенсор чи лампа можуть бути брудними. У такому разі потрібно відкрити реактор і протерти сенсор, лампу та внутрішню поверхню реактора м'якою ганчіркою для уникнення подряпин. У багатьох системах вбудований сенсор відслідковує інтенсивність УФ світла в кожній очищувальній трубі. Деякі системи мають автоматизований механізм очищення, який протирає кварцові трубки навколо ламп, коли сенсор вказує на зменшення інтенсивності нижче певного встановленого порогового значення. Коли забруднення камер лампи відбувається занадто швидко, потрібно перевірити очищення вверх за течією на предмет належної експлуатації. 3) Якщо не підходить ні 1), ні 2), потрібно замінити УФ лампу. Номінальний строк експлуатації варіюється від 8 000 до 12 000 робочих годин (близько 1 року безперервного функціонування) у випадку ртутних ламп. У випадку світлодіодних ламп строк експлуатації варіюється залежно від специфікацій та виробника. Під час заміни лампи потрібно оглянути та почистити внутрішню поверхню реактора.

Здоров'я та безпека: УФ не забезпечує захист залишків від мікробіологічного повторного забруднення вниз за течією під час транспортування чи зберігання в побутових умовах. Тому вода, очищена за допомогою УФ, має постачатися і зберігатися безпечно (постійний надмірний тиск у мережі водопостачання та/або додавання залишкового хлору). Якщо лампа ламається, в навколишнє середовище може потрапити токсична ртуть, потенційно спричиняючи ризик для здоров'я оператора і завдаючи шкоди навколишньому середовищу. Лампи низького тиску становлять меншу загрозу для операторів у разі поломки, та світлодіодні лампи зазвичай є безпечними. Операційний моніторинг УФ дезінфекції є менш складним ніж у випадку систем дозування хлору, оскільки це можна робити, спостерігаючи за технічними операційними параметрами УФ лампи або тестуючи мікробіологічну якість води.

Витрати: Капітальні витрати варіюються залежно від виду системи. Системи низького тиску коштуватимуть у діапазоні 50 доларів США за м^3 за день. Операційні витрати залежать від контексту та варіюються у діапазоні 2,7 – 4 долари США за м^3 за день і включають споживання електроенергії, періодичну заміну ламп та інших спеціалізованих компонентів.

Соціальні та екологічні аспекти: УФ очищення зазвичай добре приймається споживачами, оскільки не впливає на смак води. УФ лампи потрібно утилізувати безпечно та відповідно до національних регламентів із метою попередження шкоди для навколишнього середовища.

Сильні та слабкі сторони:

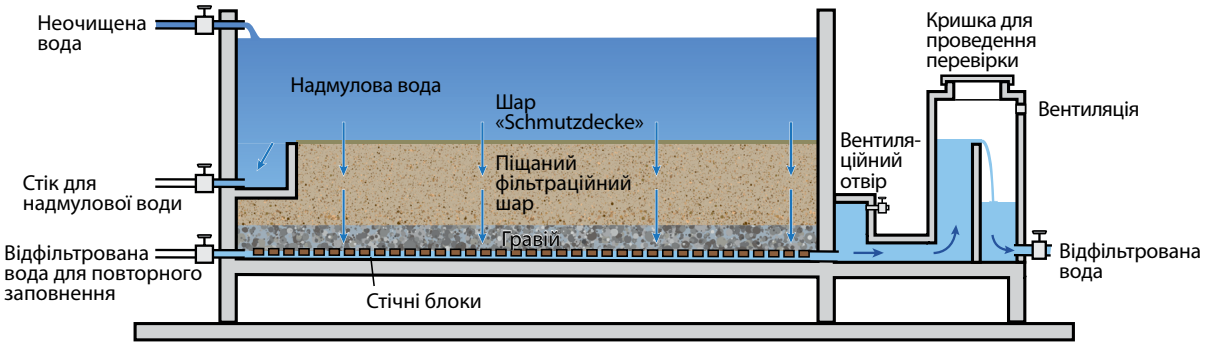
⊕ Не потрібні хімікати та не формуються похідні продукти дезінфекції
⊕ Не змінюються смак та запах
⊕ Ефективно дезінфікує мікроорганізми, у тому числі дуже стійкі до дії хлору

⊖ Потрібне надійне електропостачання
⊖ Відсутня дезінфекція залишків (потрібно гарантувати безпечне транспортування та зберігання)
⊖ Потрібне попереднє очищення для каламутної води із метою зменшення каламутності та загального вмісту органічної речовини
⊖ Запчастини можуть бути недоступні на місцевому рівні

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 218**

Повільна піщана фільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ★ Стабілізація ★★ Відновлення	★★ Домогосподарство ★★ Район ★★ Місто	Домогосподарство ★ Спільний ★★ Суспільний/ державний	Усунення патогенів, фільтрація дрібним піском як частина кінцевого процесу очищення
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
★★★ Висока	★★★ Висока	★★★ Високий	



Повільні піщані фільтри усувають зважені тверді частки та патогени з води з різним рівнем каламутності (або замуленості) із використанням дрібного піску як фільтраційного матеріалу. Вони використовуються як останній етап очищення і є найбільш доречними на етапах стабілізації та відновлення після надзвичайної ситуації.

Повільні піщані фільтри складаються із резервуару з фільтраційним матеріалом із допоміжним шаром гравію в основі, дренажним блоком в основі для збору відфільтрованої води, блоком контролю потоку та дренажною системою фільтру. Вони є унікальними у своїй здатності суттєво зменшувати кількість патогенів у воді, використовуючи комбінацію природних фізичних та мікробіологічних процесів у межах фільтраційного шару (включаючи седиментацію, витягування, адсорбцію, адгезію, конкуренцію за їжу та хижацтво). Відтак повільні піщані фільтри можуть бути одним із найефективніших методів одноетапного очищення, які існують, та можуть застосовуватися в різних масштабах – від великих установок з очищення води до рівня домогосподарства.

Проєктні міркування: Для повільних піщаних фільтрів рекомендована каламутність неочищеної води – до 10 нефелометричних одиниць каламутності, із часом дозволеними піковими показниками до 50 нефелометричних одиниць каламутності. У разі вищої каламутності потрібне попереднє очищення, наприклад, чорнова фільтрація **(0.1)** чи коагуляція і седиментація **(0.4)**. Повільні піщані фільтри можуть зменшити каламутність до менше 1 нефелометричної одиниці каламутності, а також можуть суттєво зменшити кількість патогенних організмів (зменшення кількості бактерій і вірусів на понад 95% та зменшення кількості криптоспоридій і лямблій на понад 99%). Вони покращують колір і смак, при цьому зменшуючи кількість інших органічних та неорганічних токсинів на щонайменше 50% (наприклад, ціанобактеріальні токсини, ртуть, поліароматичні вуглеводні, залізо, марганець, хром, кадмій та миш'як). Ефективність цих фільтрів залежить від розміру піску, глибини піщаного шару, температури і жорсткості води (більше каламутності усувається у жорсткішій воді). Розмір піску є надзвичайно важливим проєктним параметром, ефективний розмір гранул піску коливається у діапазоні 0,15 – 0,35 мм (вища ефективність, коли гранули менші), а коефіцієнт однорідності становить від 1,5 до 3 (тобто і не занадто однорідний, і не занадто різний за розміром). Коли розмір піску є правильним, то тверді частки зціджуються лише в межах

кількох верхніх сантиметрів, а коли пісок крупніший, то тверді частки проникають глибше, так що процедури з обслуговування не відновлять потік належним чином.

Повільні піщані фільтри мають підтримуватися в насиченому стані, оскільки вони є середовищем існування організмів, відповідальних за процес біологічної фільтрації. Таке різноманітне мікробіологічне середовище (також відоме як шар «Schmutzdecke» – «забруднений шар») формується в період від перших кількох тижнів до кількох місяців експлуатації залежно від якості неочищеної води. У випадку фільтрів більшого масштабу, в яких вода тече 24 години на добу, щоб забезпечити біологічний шар киснем та їжею, глибина піску варіюється від 0,6 до 1,2 метрів, тоді як висота води над фільтраційним шаром зазвичай становить 1,0 – 1,5 метри (біологічна повільна піщана фільтрація **(Б.5)** має інший рівень води). Швидкість фільтрації має бути повільною – від 0,1 до 0,4 метри за годину (стиснення $м^3/м^2$/годину) для підтримки біологічної активності і забезпечення достатнього контакту для інших фізичних процесів. Дренажна система в основі дозволяє чистій воді витікати, над якою кілька ранжованих шарів гравію не дають піску витекти з фільтру, при цьому покращуючи швидкість потоку. Потік завжди направлений вниз та рухається завдяки гравітації, і з часом він зменшується у ході забивання фільтру. У випадку більших фільтрів постійний потік досягають зазвичай шляхом контролювання води, яка витікає з фільтру, за допомогою клапанів чи плаваючих контролерів із метою врахування збільшення опору у фільтраційному шарі. Фільтр має бути спроєктований так, щоб прибуваюча вода не порушувала шар «Schmutzdecke». Після того як потік стає менше необхідного рівня, потрібно провести очищення.

Матеріали: Матеріали включають відділення фільтру, системи притоку і відтоку води із механізмом контролю, дренажну систему в основі, фільтраційні матеріали та обладнання для промивання і зберігання піску.

Придатність: Повільні піщані фільтри не підходять для гострого етапу реагування, оскільки потрібен час для дозрівання біологічної активності у фільтрі. Їх можна розглядати для етапів стабілізації і відновлення як частину ширшого процесу очищення, коли є час для проєктування та спорудження установки. Біологічні повільні піщані фільтри **(Б.5)** також можна розглядати на етапі відновлення (спершу як пілотний проєкт, щоб переконатися у прийнятті) для поточного сталого очищення води для населення, яке не проживає компактно. У холодному кліматі можуть знадобитися спеціальні заходи для попередження замерзання. Ефективність біологічних процесів також знижується в холодному кліматі. У гарячому кліматі деякі види водоростей можуть розростатися на поверхні відкритих фільтрів, що призводить до забивання. Інколи це означає, що фільтри потрібно закривати, хоча деякі види водоростей разом із поєднанням дії УФ світла у відкритих фільтрах можуть сприяти біологічним процесам.

Експлуатація та обслуговування: Основні завдання щодо експлуатації та обслуговування пов'язані з загальним обслуговуванням установки, контролем потоку та ручним чищенням. Чищення проводиться шляхом спускання води із фільтру так, щоб рівень води був десь на 10 см нижче поверхні піску, перш ніж вручну зішкрібати верхній шар. Чим швидшим буде процес чищення, тим коротшим буде період повторного дозрівання (було виявлено, що розміщення геотекстильного полотна пришвидшує процес чищення). Шкребки можна після цього промити та зберігати. Додатковий пісок додають лише коли фільтраційний шар сягає мінімальної глибини (0,6 м), що трапляється кожні кілька років. Оскільки потрібно хоча б кілька днів для відновлення мікроорганізмів (і навіть довше після заміни піску), нормально встановити кілька фільтраційних одиниць паралельно, щоб все одно воду можна було очищувати у процесі проведення робіт з обслуговування.

Здоров'я та безпека: Повільна піщана фільтрація вважається кінцевим етапом очищення і може використовуватися як процес одноетапного очищення для питної води залежно від якості неочищеної води. Ефективність усування патогенів залежить від моделі фільтру та умов експлуатації. Проте під час гострих надзвичайних ситуацій стандартним протоколом є завжди проводити дезінфекцію води з використанням хлорування **(О.6)** із метою забезпечення захисту залишків.

Витрати: Капітальні інвестиції у фільтр варіюються на рівні приблизно 100 доларів США на $м^3$ на день (подібні до швидких фільтрів, **О.2**). Поточні витрати на експлуатацію та обслуговування становлять приблизно 3 долари США на $м^3$ на день, що нижче ніж у випадку швидких фільтрів, оскільки інтервали між проведенням робіт з обслуговування є більшими. Повільні піщані фільтри потребують великої площі, часто у майже 10 разів більшої ніж швидкі фільтри та у понад 50 разів більшої ніж мембранні системи, наприклад, мікрофільтрація **(О.3)** чи ультрафільтрація **(О.10)**. Ціна та наявність землі суттєво вплине на капітальні інвестиції.

Соціальні та екологічні аспекти: Повільні піщані фільтри дуже добре приймаються. Оскільки відомо, що чисту воду можна отримати із ям, викопаних біля брудної річки, концепція повільної фільтрації є добре зрозумілою. Повільні піщані фільтри не змінюють і не покращують смак води.

Сильні та слабкі сторони:

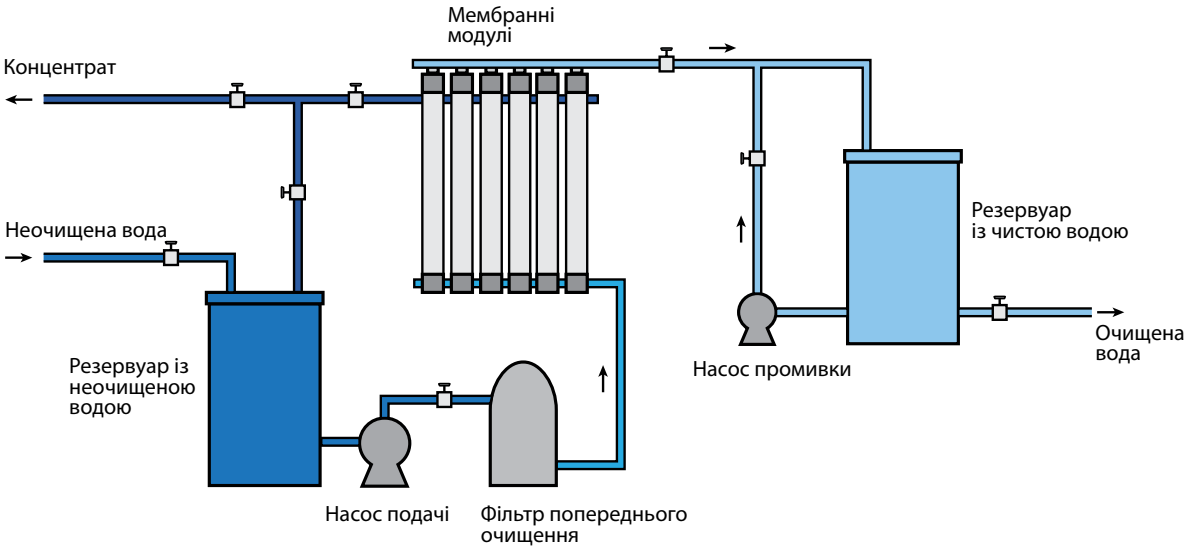
- ⊕ Не потрібно використовувати хімікати та не потрібна додаткова вода для промивання
- ⊕ Можна споруджувати з використанням місцевих ресурсів
- ⊕ Не потрібен насос чи електропостачання
- ⊕ Низькі витрати протягом строку експлуатації (особливо низькі операційні витрати)

- ⊖ Потрібен належний проєкт, експлуатація та моніторинг для найкращого рівня усування патогенів
- ⊖ Менша ефективність очищення від вірусів та при низьких температурах
- ⊖ Потрібен час для відновлення після чищення
- ⊖ Порівняно низька швидкість потоку

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 218**

Ультрафільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
** Гострий етап реагування ** Стабілізація ** Відновлення	** Домогосподарство ** Район ** Місто	** Домогосподарство ** Спільний ** Суспільний/ державний	Усунення патогенів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
* Низька	** Середня	*** Високий	



Ультрафільтрація – це частина групи мембранних фільтраційних систем під тиском, які можуть очищувати воду від нерозчинених та більшості розчинених речовин. Ультрафільтрація використовується як кінцевий етап очищення і може застосовуватися на етапі гострого реагування, а також на етапах стабілізації і відновлення в умовах надзвичайної ситуації.

Ультрафільтрація використовує мембрани для фільтрування води під тиском та функціонує так само, як мікрофільтрація **(O.3)**. Ультрафільтраційні установки можуть бути виготовленими заздалегідь і блочними або бути доступними як одномембранні модулі. Більшість ультрафільтраційних мембранних модулів у блочних системах виготовлені з невеликих ниткоподібних пустотілих волокон (полімерних матеріалів), встановлених у циліндричних (трубоподібних) посудинах чи резервуарах через високу щільність розміщення компонентів (2 000 – 15 000 м^2 на м^3 залежно від виду системи). Основною відмінністю між мікрофільтрацією та ультрафільтрацією є розмір виключення, що становить 0,1 – 0,01 мкм у випадку ультрафільтрації та 0,5 – 0,1 мкм у випадку мікрофільтрації. Це призводить до подібних результатів фільтрації для часток, одноклітинних організмів, бактерій (від 3-log до 6-log) і до набагато кращого усунення вірусів (від 1-log до 5-log) при використанні ультрафільтраційних мембран. Додаткові протеїни та полісахариди усуваються на приблизно 80%, а гумусові речовини – на 40 –60%. Етап після очищення зазвичай передбачає дезінфекцію, наприклад, хлорування **(O.6)**, для забезпечення захисту залишків.

Проєктні міркування: Мембранні фільтри можуть використовуватися як тупикові фільтри (коли потік повністю проходить через мембрану) або як фільтри з перехресним потоком (коли потік проходить над мембраною, не весь потік фільтрується). Типові ультрафільтраційні мембрани працюють як тупикові фільтри. Залежно від якості води, яка надходить, особливо, каламутності (понад 500 нефелометричних одиниць каламутності), потрібно розглянути можливість попередньої фільтрації **(O.2 чи O.3)** або попереднього очищення **(O.5)**, щоб уникнути забивання мембрани. Попереднє очищення завжди передбачає використання захисного фільтру попереднього очищення (зазвичай автопромивочний тип на рівні приблизно 300 мікрон). Додаткове попереднє очищення, наприклад, коагуляція і седиментація **(O.4)**, може покращити

усунення розчинених матеріалів і зменшити забруднюючий потенціал води. Автоматично вбудована коагуляція, за якою слідує мікрофільтрація, також використовується у випадку води із високим забруднюючим потенціалом. Регулярне промивання усуває частки, які накопичуються на поверхні мембрани. Заздалегідь виготовлені і блочні ультрафільтраційні системи зазвичай включають систему контролю для регулювання операційних умов, включаючи фільтрацію, яка працює від насосу, частоту промивання, хімічне чищення (зазвичай раз на місяць) та перевірки цілісності (для забезпечення того, що мембрани не пошкоджені). Зазвичай системи самі себе промивають відфільтрованою водою кожні 20 – 30 хвилин залежно від якості неочищеної води. Протягом 2 – 3 хвилин промивки установка не виробляє фільтрат, який можна використовувати, і решта зливається як використана промивочна вода чи відходи після хімічного чищення. Зазвичай ультрафільтраційні системи, які використовують принцип тупикової фільтрації, працюють у режимі безперервного потоку з трансмембранним тиском на рівні 0,5 – 1 бар. Деякі системи спроєктовані для роботи із гравітацією **(Д.7)**, тому перебувають під постійним тиском і мають змінний потік. Задля уникнення відворотного чи невідворотного забруднення потрібно проводити регулярне хімічне чищення. Щоб уникнути пошкоджень, ультрафільтраційні мембрани ніколи не повинні працювати насухо. Можливо зберігати деякі ультрафільтраційні мембрани після процесу консервації, і відсутня потреба в етапі зливання стоків із фільтру після промивки.

Матеріали: Зазвичай в умовах надзвичайної ситуації ультрафільтраційну систему купують як цілу установку, а не лише мембранні елементи. Додаткове обладнання, включаючи опорні рами, насоси, клапани, фільтри попереднього очищення та комп'ютерну систему контролю (для промивки та моніторингу якості води), є настільки ж важливими як і самі мембрани. Розхідники включають мембранні елементи (8–10-річний строк експлуатації за умови правильної експлуатації), набори для ремонту мембран, електроенергію та хімікати (наприклад, лимонна кислота та натрій гіпохлорит для очищення та дезінфекції; їдкий натрій (гідроксид натрію та бісульфід натрію) для нейтралізації).

Придатність: Ультрафільтраційна технологія може використовуватися у різноманітних контекстах через її модульну функціональність, що забезпечує гнучку діяльність фільтру. Це може бути одноетапне очищення, оскільки вона забезпечує відмінну фільтрацію, але вона також може використовуватися як етап попереднього очищення із метою зменшення каламутності для зворотного осмосу **(O.15)**. В наявності є автоматизовані дрібномасштабні блочні системи, які можуть встановлюватися за кілька годин. Ультрафільтрація часом застосовується у віддалених локаціях, проте зазвичай її використовують у селах чи містах. Фільтрацію з використанням ультрафільтраційних мембран можна використовувати на етапі гострого реагування (менші установки) та на етапах стабілізації і відновлення після надзвичайної ситуації. Ультрафільтраційні мембранні елементи є модульними, хоча адаптувати кількість модулів у блочній системі непросто через обмеження додаткового обладнання (насосів, систем контролю).

Експлуатація та обслуговування: Для забезпечення довгого надійного строку експлуатації потрібні висококваліфіковані оператори. Хоча системи зазвичай є автоматизованими чи напівавтоматизованими, помилки під час експлуатації можуть спричиняти значні пошкодження мембранних елементів (зламані волокна, забруднення). Регулярні завдання з обслуговування включають щоденні перевірки інструментальної точності та перевірку цілісності, щоденні перевірки рівнів хімікатів, щотижневе калібрування насосів подачі хімікатів, чищення інструментів, щотижневий аналіз даних і розгляд можливості перегляду операційних параметрів, таких як потік, щомісячне (або інколи більш часте) хімічне очищення та перевірку напруги електродвигунів. Системи, які працюють на гравітації, зазвичай потребують регулярну ручну промивку (щодня чи щотижня) та моніторинг потоку.

Здоров'я та безпека: Потрібно обережно підходити до питання утилізації концентрату, оскільки він містить забрудники із води, яка проходила очищення. Залежно від складу та місцевих регулятивних положень концентрат можна злити назад у джерело, утилізувати в муніципальній каналізації, розбавити та використати для зрошування або очистити на місці до утилізації. Рекомендовано очистити його до утилізації та повторно використати, коли утилізація в муніципальній каналізації не можлива. Хімікати, які використовуються для чищення, можуть бути корозійними та потребують кваліфікованих операторів і особисте захисне спорядження.

Витрати: Початкові інвестиційні витрати є досить високими через вартість мембранних модулів і потребу у високотехнологічному додатковому обладнанні. Тоді як самі ультрафільтраційні мембрани є відносно дешевими (10 – 20 доларів США за м^2 мембрани), вартість цілого модулю варіюється у діапазоні від 70 до 120 доларів США за м^2 мембрани залежно від виробника і виду мембрани. Регулярне обслуговування забезпечить строк експлуатації до 10 років (залежно від виробника), у результаті чого отримуються відносно низькі витрати на користувача із часом. Необхідні постійні інвестиції у засоби чищення, ремонт та кваліфікований персонал, і вони варіюються залежно від країни та регіону.

Соціальна та екологічні аспекти: Рівень прийняття населенням є високим, оскільки отримана вода є безпечною і чистою, колір частково усувається, а смак не змінюється.

Сильні та слабкі сторони:

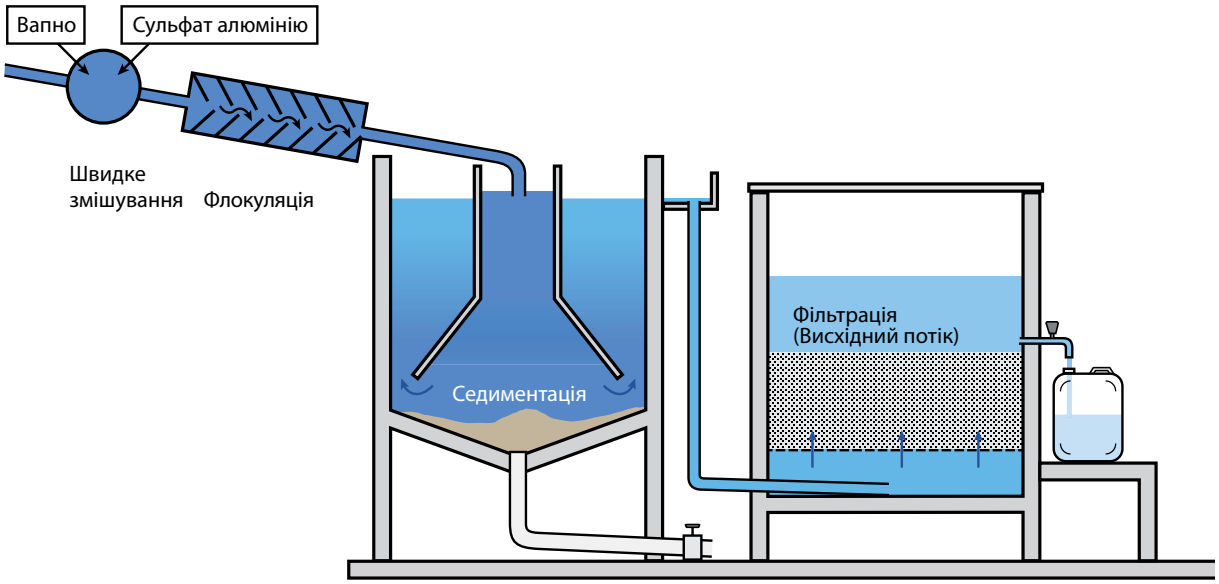
⊕ Висока ефективність усунення мікробів
⊕ Може використовуватися як одноетапне очищення
⊕ Дуже компактні і легкі в транспортуванні системи

⊖ Потрібен високоякісний стандарт для матеріалів і обладнання для експлуатації ультрафільтраційної установки
⊖ Потрібне регулярне чищення для забезпечення роботи системи
⊖ Потрібен кваліфікований та компетентний персонал для проведення обслуговування

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 218**

Технології видалення фтору

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування	* Домогосподарство	* Домогосподарство	Видалення фтору
** Стабілізація	** Район	** Спільний	
** Відновлення	** Місто	** Суспільний/ державний	
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
** Середня	** Середня	*** Високий	



Фтор – це забрудник підземних вод, отриманий із мінералів, присутніх у кам'янистій породі та ґрунтах (зазвичай відкладення вулканічного походження). На рівні понад 1,5 мг на літр він може безпосередньо впливати на здоров'я людей, тому його потрібно усувати задля гарантування безпечного водопостачання. Проте, оскільки негативний вплив на здоров'я має місце лише після довготривалої дії та потрібен час на запровадження процесів усунення фтору, вони більше підходять для етапів стабілізації та відновлення.

Вплив споживання фтору з різних джерел на здоров'я, включаючи питну воду, протягом тривалого часу включає флюороз зубів (у дитинстві), біль у суглобах, за чим слідують деформації скелету, а також проблеми не пов'язані зі скелетом (наприклад, сонливість, погіршення когнітивних здібностей). Його можна усунути шляхом абсорбції/іонного обміну кальцієво-фосфатних чи алюмінієво-оксидних фільтраційних матеріалів, або завдяки процесам очищення з використанням утворення осаду та коагуляції. Усунення фтору є можливим у різних обсягах – від масштабного постачання питної води та до рівня домогосподарств з використанням фільтрів для усунення фтору **(Б.13)**.

Проєктні міркування: Жодна технологія усунення фтору не підходить абсолютно для всіх умов, тому вибір технології залежить від місцевої ситуації. Фактори, які особливо впливають на це рішення, включають наявне фінансування, концентрацію фтору і рівень pH неочищеної води, вимоги щодо експлуатації та обслуговування, наявність сировини та прийняття технології населенням. Хоча існують різноманітні сучасні технології видалення фтору (наприклад, зворотний осмос **(0.15)**, електродіаліз та дистиляція), у країнах з низьким рівнем доходу зазвичай використовують процеси коагуляції/утворення осаду чи адсорбції/іонного обміну. У випадку коагуляції та утворення осаду додані хімікати, такі як солі кальцію та алюмінію, здійснюють утворення осадів, які зв'язують фтор і тоді можуть усуватися із використанням традиційної седиментації та фільтрації. Найбільш широко застосовуваним на рівні громади методом є техніка Нальгонда, що використовує доданий сульфат алюмінію та гідроксид кальцію (вапно). Доза хімікату варіюється залежно від концентрації фтору в підземних водах, і її потрібно обчислити задля уникнення надмірного чи недостатнього дозування. Основними перевагами коагуляції/утворення осаду є помірні витрати на очищення та місцева наявність хімікатів, але водночас потрібне щоденне постачання хімікатів, також необхідно належним чином утилізувати мул.

Адсорбція/іонний обмін пропускає воду через шар пористого матеріалу (контактний шар) для усунення фтору шляхом адсорбції до матеріалу контактного шару. Належні матеріали контактного шару включають активований оксид алюмінію або кальцієво-фосфатні матеріали, наприклад, синтетичний гідроксиапатит чи кістяне вугілля. Важливою перевагою адсорбції/іонного обміну є те, що багато фільтраційних матеріалів підлягають відновленню після досягнення максимального поглинання. У такому разі фтор усувають шляхом пропускання лужного розчину над фільтраційним шаром, після чого слідує повторна активація кислим розчином до повторного використання, але спроможності фільтраційного матеріалу усувати фтор зменшуються із кожним циклом відновлення. Недоліками адсорбції/іонного обміну є те, що активований оксид алюмінію зазвичай не завжди є локально доступним або може бути занадто дорогим, тоді як якість кістяного вугілля може настільки сильно варіюватися, що потрібно постійно здійснювати моніторинг якості, а також знадобляться навички для його виробництва. Синтетичний гідроксиапатит, який за хімічним складом є подібним до кістяного вугілля, зазвичай має вищу поглинаючу здатність із меншою варіативністю у якості. Іншими техніками видалення фтору є електрокоагуляція (поєднання електрохімії, коагуляції та утворення осаду) та техніка Накуру (поєднання утворення осаду та адсорбції). Більшість технік може усувати понад 90% фтору, хоча вищий рівень pH/лужність можуть зробити деякі техніки менш ефективними (наприклад, при таких високих рівнях активований оксид алюмінію та коагуляція/утворення осаду є менш ефективними).

Матеріали: Матеріали залежать від виду обраного процесу видалення фтору та можуть включати фізичну інфраструктуру з очищення води, фільтраційні матеріали та різноманітні хімікати для очищення чи відновлення матеріалу. Деякі з них можуть бути недоступні локально.

Придатність: Видалення фтору є більш підходящим для етапів стабілізації та відновлення, оскільки негативний вплив фтору на здоров'я є результатом лише тривалого використання забрудненого джерела води. Потрібно реагувати на вищі рівні фтору, проте на гострому етапі в умовах надзвичайної ситуації увагу перш за все зосереджують на забезпеченні достатньої кількості води, яку можна пити. Коли в умовах надзвичайної ситуації використовують коагуляцію **(O.4, O.5)**, рівень фтору буде зменшуватися у будь-якому випадку.

Експлуатація та обслуговування: Різні заходи з експлуатації та обслуговування потрібні для кожної із систем, проте більшість із них пов'язана з суттєвими вимогами щодо експлуатації та обслуговування. У випадку коагуляції/утворення осаду експлуатація та обслуговування передбачають щоденне дозування хімікатів та видалення мулу, і часто потрібне електропостачання для установки. У випадку адсорбції/іонного обміну експлуатація та обслуговування є менш частими, проте за потреби передбачають відновлення фільтраційного шару із використанням лужних матеріалів і кислот. Такі хімікати потрібно зберігати і використовувати з обережністю, тому це зазвичай простіше робити на централізованому рівні.

Здоров'я та безпека: Коагуляція/утворення осаду продукують мул щодня, а адсорбція/іонний обмін насичують фільтраційний матеріал із часом. Обидва методи можуть становити загрозу для навколишнього середовища, і відходи потрібно утилізувати безпечно (наприклад, полігон, розташований далеко від джерел питної води). Відновлення матеріалів контактного шару із використанням лужних матеріалів та кислот може бути небезпечним і потребує проведення належного навчання для операторів, а також забезпечення особистим захисним спорядженням (окулярами, спецодягом, рукавицями, взуттям).

Витрати: Деякі процеси є дорожчими за інші. Витрати пов'язані із матеріалами, які використовуються чи повторно використовуються (наприклад, хімікати чи фільтраційні матеріали), інфраструктурою (наприклад, установка з очищення води, змішувач чи сушильня) та працею, необхідною для виробництва чи відновлення матеріалів (наприклад, досить багато роботи потрібно для виготовлення кістяного вугілля). У випадку більшості процесів витрати зазвичай є занадто високими для їх використання на рівні домогосподарства чи громади без якогось зовнішнього/урядового фінансування, особливо, у випадках коли рівні фтору є вищими і цикли відновлення потрібно реалізовувати частіше.

Соціальні та екологічні аспекти: У деяких районах кістяне вугілля може бути неприйнятним для населення з огляду на релігійні чи культурні міркування. У випадку коагуляції/утворення осаду вищий рівень сульфатів в очищеній воді може зробити її неприйнятною для користувачів. Запровадження очищення від фтору на рівні громади вимагає участі та залучення всіх зацікавлених сторін від самого початку. У разі низького рівня обізнаності знадобляться інтервенції із метою поширення інформації та стимулювання змін у поведінці **(див. X.16)**. Довгостроковий вплив отруєння фтором є неочевидним, і користувачі можуть неохоче приймати таке очищення, якщо це призведе до більших витрат. Розчини для проведення відновлення чи насичені фільтраційні матеріали становлять загрозу для навколишнього середовища, тому їх потрібно утилізувати у безпечний спосіб подалі від джерел питної води чи земельних ділянок, які використовуються у процесі ведення сільського господарства.

Сильні та слабкі сторони:

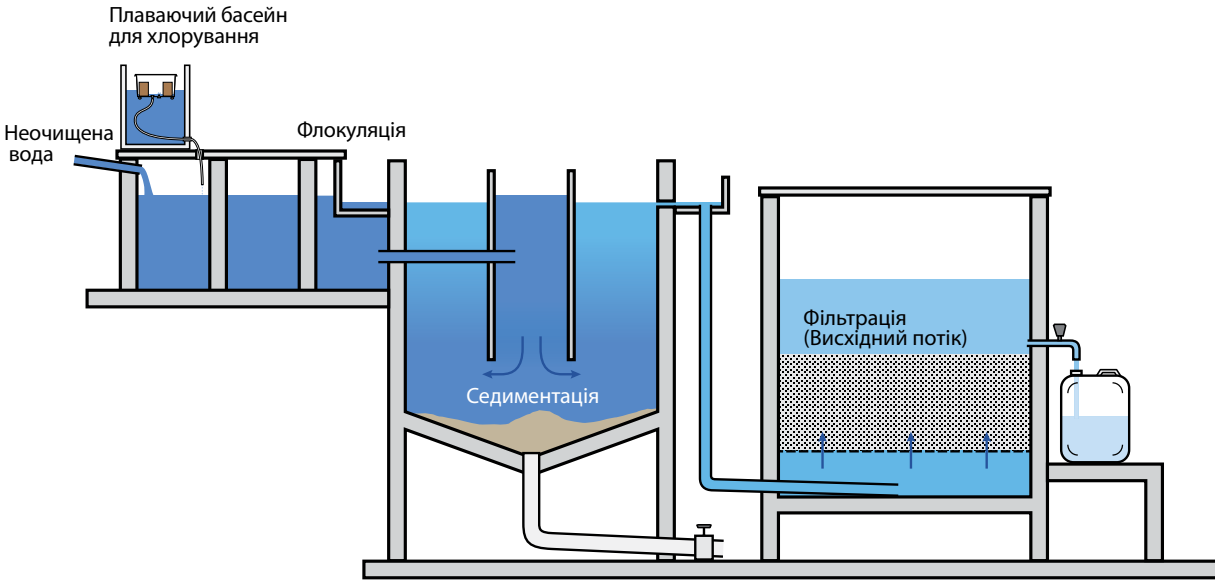
⊕ Хімікати є широкодоступними та недорогими (техніка Нальгонда)
⊕ Має високу здатність до поглинання фтору у випадку деяких процесів (наприклад, активований оксид алюмінію)
⊕ У випадку деяких процесів можна відновлювати фільтраційні матеріали
⊕ Потрібно небагато часу у контакті у випадку деяких процесів (наприклад, кістяне вугілля)

⊖ Деякі процеси є менш ефективними залежно від рівня pH (активований оксид алюмінію)
⊖ Виробляє мул, який потрібно утилізувати у безпечний/керований спосіб (техніка Нальгонда)
⊖ Потрібні кваліфіковані оператори для відновлення фільтраційних матеріалів
⊖ Для виробництва кістяного вугілля потрібні відповідні навички (наприклад, сушильня із правильною температурою), оскільки інакше якість може бути різною

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 218**

Технології видалення миш'яку

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Видалення миш'яку
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶✶✶ Висока	✶✶✶ Високий	



Миш'як – це забрудник підземних вод, який утворюється із природних мінералів, присутніх у кам'янистій породі та ґрунтах (зазвичай у молодих алювіальних відкладеннях), а також в результаті промислової діяльності (наприклад, шахтовидобувної діяльності). Коли миш'як присутній на рівні 10 мкг на літр, то він може безпосередньо впливати на здоров'я, і проблему його наявності потрібно вирішувати якомога швидше на будь-якому етапі надзвичайної ситуації. Миш'як можна усунути з підземних вод шляхом утворення осаду, адсорбції, іонного обміну чи зворотного осмосу (О.15).

Вплив споживання миш'яку протягом тривалого періоду часу на здоров'я включає зміни у пігментації шкіри, пошкодження внутрішніх органів, анемію, розлади метаболізму, підвищений ризик різних видів раку та шкірних захворювань, а також інші симптоми (наприклад, бронхіт, судинні захворювання, депресію). Короткостроковий вплив може проявлятися як підвищений ризик інфаркту, діарея та нудота. Такий вплив на здоров'я може спостерігатися навіть після видалення миш'яку з води. Розчинний миш'як, який можна виявити у природній воді, зазвичай зустрічається у вигляді тривалентного арсеніту, As(III) (присутній в анаеробних умовах і при нижчому рівні pH) або п'ятивалентного арсенату, As(V) (присутній в аеробних умовах і при рівні pH вищому за 7). Його можна усунути шляхом утворення осаду, адсорбції чи іонного обміну різних обсягів – від масштабного постачання питної води до рівня домогосподарства **(див. Б.14)**.

Проєктні міркування: As(III) є поширеною формою миш'яку, яку можна знайти в анаеробних умовах підземних вод та яку важче усунути ніж As(V), який легко поглинається різними твердими частками, наприклад, (гідр-) оксидом заліза. Тоді як певні процеси очищення можуть частково видалити As(III), для досягнення достатнього рівня видалення потрібно спершу конвертувати As(III) в As(V) із використанням етапу попереднього окислення, за яким слідує другий процес видалення As(V). Попереднє окислення можна ефективно провести шляхом додавання хімікатів (наприклад, хлору чи перманганату калію) або фільтрування води через шар оксиду марганцю (IV). Після окислення до As(V) існують різні процеси, які можуть його усунути, наприклад, коагуляція та одночасне утворення осаду, адсорбція та іонний обмін. У випадку коагуляції та одночасного утворення осаду додаються такі хімікати як солі алюмінію та заліза для утворення осадів (гідр-)оксиду заліза та алюмінію, які адсорбують As(V). Після осідання ці частки можна видалити із використанням таких кроків, як традиційні седиментація та фільтрація. Задля забезпечення ефективності вид коагулянту має підходити для рівня pH неочищеної води,

а умови для дозування/змішування мають бути оптимальними **(див. 0.4, 0.5).** Одночасне утворення осаду також може відбуватися без коагулянту, коли є достатньо природного заліза у воді. У такому разі аерування води створює нерозчинний (гідр-)оксид заліза, який натомість поглинає миш'як. Це добре працює у певних районах, разом із біологічними повільними піщаними фільтрами **(Б.5)**. Ефективність залежить від природної концентрації заліза у воді та наявності конкуруючих іонів.

As(V) також можна усувати шляхом адсорбції та іонного обміну, під час яких вода проходить через шар порожнинного матеріалу (контактний шар), який усуває миш'як завдяки обміну іонами, що уможливлює його проникнення у матеріал контактного шару. Належними матеріалами контактного шару є синтетичні іонообмінні смоли, активований оксид алюмінію, активоване вугілля та тверді частки на основі заліза (гранульований гідроксид заліза або вкритий залізом пісок). Ефективність контактного матеріалу може бути різною, при цьому на деякі матеріали рівень pH чи концентрація миш'яку не впливають (наприклад, іонообмінні смоли, тверді частки на основі заліза), тоді як на інші це впливає (наприклад, активований оксид алюмінію). Деякі матеріали також краще поглинають конкуруючі іони замість миш'яку (наприклад, сульфат з іонообмінними смолами). До того ж деякі матеріали легко відновлюються при використанні менш небезпечних хімікатів (наприклад, іонообмінні смоли), тоді як інші можуть потребувати використання сильних кислот та лугів (наприклад, активований оксид алюмінію), а деякі взагалі неможливо відновити (наприклад, тверді частки на основі заліза). Проте за наявності правильних умов ці техніки можуть усувати понад 90% миш'яку. Існують інші техніки, які є більш (наприклад, електрокоагуляція) чи менш (наприклад, методи на основі використання мембран, такі як нанофільтрація/зворотний осмос, **0.15**) ефективними.

Матеріали: Необхідні матеріали залежать від обраного процесу видалення миш'яку та можуть включати фізичну інфраструктуру з очищення води, фільтраційні матеріали та різні хімікати. Деякі з них можуть бути недоступні локально.

Придатність: Миш'як становить більшу загрозу для здоров'я ніж фтор, і деякі наслідки для здоров'я проявляються навіть після короткострокового споживання. Тому рекомендовано починати видалення миш'яку якомога раніше в умовах надзвичайної ситуації. Незалежно від цього, коли в умовах надзвичайної ситуації використовується коагуляція, також буде зменшуватися і рівень миш'яку.

Експлуатація та обслуговування: Для кожної з систем потрібні різні заходи з експлуатації та обслуговування, проте більшість має суттєві вимоги щодо експлуатації та обслуговування. У випадку процесів коагуляції/утворення осаду експлуатація та обслуговування передбачають щоденне дозування хімікатів та усунення мулу, і часто для установки потрібне електропостачання. У випадку іонообмінних смол експлуатація та обслуговування є не такими частими і досить простими процесами, які передбачають відновлення контактного шару, що зазвичай робиться із використанням концентрованого сольового розчину (NaCl). У випадку активованого оксиду алюмінію відновлення контактного шару проводиться із використання сильних лугів, після чого використовується сильна кислота.

Здоров'я та безпека: Виявлення миш'яку у джерелі води може виявитися складним. Може бути корисно переглянути дані про стан здоров'я та з центрів охорони здоров'я щодо кількості випадків арсенікозу. Платформа оцінювання підземних вод (GAP) надає інформацію про райони з високим рівнем ризику. Рекомендовано здійснювати моніторинг якості води із використанням наборів для виявлення миш'яку, якщо GAP або медична інформація вказують на наявність підвищеного ризику. Більшість процесів видалення миш'яку продукують відходи із високим вмістом миш'яку, які потрібно належним чином утилізувати (наприклад, полігон подалі від джерел питної води). Відновлення контактного шару із використанням лугів та кислот може бути небезпечним, і для цього потрібно провести відповідне навчання для операторів, а також забезпечити їх особистим захисним спорядженням (окулярами, спецодягом, рукавицями, взуттям) і місцями для зберігання таких речовин.

Витрати: Орієнтовні витрати на літр для масштабного очищення варіюються від приблизно 8 до 120 доларів США на м^3, при цьому найдешевшим варіантом є коагуляція та одночасне утворення осаду. Витрати залежать від виду процесу та масштабу і пов'язані з тим, які матеріали використовуються, чи можна вживати їх повторно (наприклад, хімікати чи фільтраційні матеріали), а також інфраструктурою (наприклад, установка з очищення, змішувач чи сушильня) та працею, необхідною для виробництва чи відновлення матеріалів.

Соціальні та екологічні аспекти: У випадку коагуляції/утворення осадів висока концентрація сульфатів в очищеній воді може робити її неприйнятною для користувачів. Запровадження очищення від миш'яку на рівні громади має передбачати залучення та участь всіх зацікавлених сторін від самого початку. У районах, де це не так, знадобляться інтервенції з поширення інформації та стимулювання поведінкових змін **(див. X.16)** із метою збільшення рівня обізнаності серед населення. Довгостроковий вплив отруєння миш'яком є неочевидним, і користувачі можуть неохоче погоджуватися на очищення, якщо це спричиняє більші витрати. Розчини для відновлення чи насичені фільтраційні матеріали становлять загрозу для навколишнього середовища, їх потрібно утилізувати безпечно і подалі від джерел питної води чи земельних ділянок, які використовуються в сільському господарстві.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Використовує широкодоступні та недорогі хімікати (коагуляція та одночасне утворення осаду)

⊕ Висока здатність поглинання миш'яку у випадку більшості процесів

⊕ Фільтраційні матеріали можна відновлювати у випадку деяких процесів (іонообмінні смоли, активований оксид алюмінію)

⊖ У випадку більшості процесів потрібне попереднє окислення

⊖ Може бути менш ефективним залежно від рівня pH (активований оксид алюмінію) або конкуруючих іонів у воді (іонний обмін)

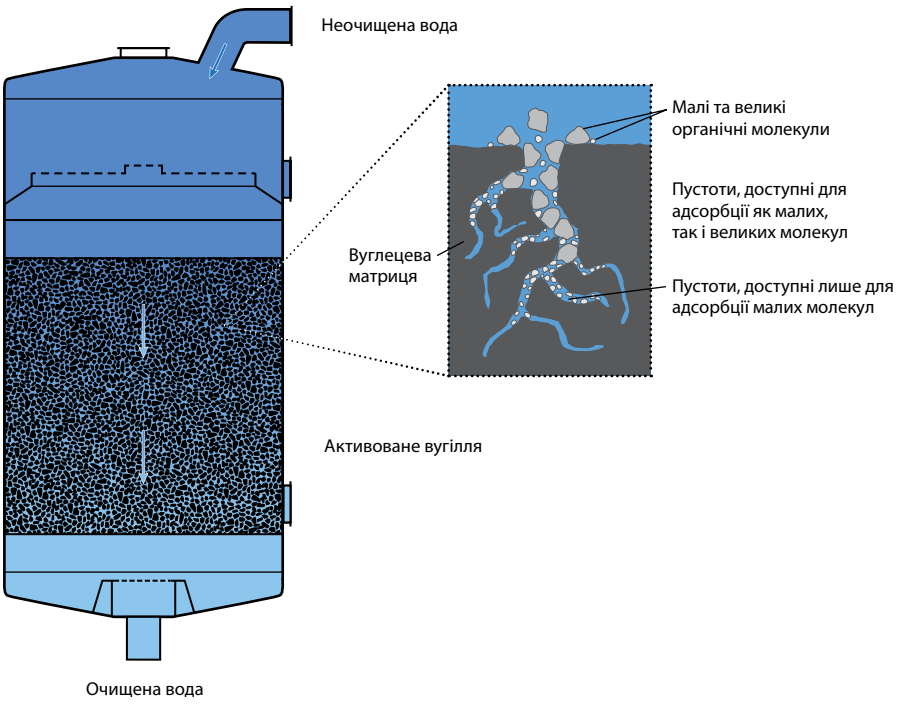
⊖ Виробляються токсичні відходи, які потрібно утилізувати належним чином і безпечно

⊖ Потрібні кваліфіковані оператори для відновлення фільтраційних матеріалів

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 218**

Гранульоване активоване вугілля

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶ Домогосподарство ✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Покращення якості води, покращення смаку і запаху, адсорбція хімікатів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Гранульоване активоване вугілля – це найбільш широко використовуваний метод адсорбції у випадку питної води для усунення смаку, запаху, сполук, які змінюють забарвлення води, природної органічної речовини, дезінфекції побічних продуктів та синтетичних органічних хімікатів, присутніх у зібраній воді. Гранульоване активоване вугілля також використовується для усунення неприємних запахів і забрудників. У невеликих установках з очищення води воно часто використовується для усунення хлору та хлораміну. Гранульоване активоване вугілля можна використовувати на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Гранульоване активоване вугілля – це форма гранульованого пористого вугілля, яке пакується у вироблений контейнер, і неочищений матеріал пропускається через контейнер із використанням насосу з приводом із метою підтримання потоку у межах проєктних параметрів. Матриця гранульованого активованого вугілля виступає в якості губки для поглинання малих і великих органічних молекул із матеріалу (води чи повітря), який потім випускається із контейнера готовим до використання.

Гранульоване активоване вугілля є широко застосовуваною та прийнятою населенням технологією, яка застосовується з огляду на концентрацію забрудників, кількість осіб, що обслуговуються, а також доступний простір.

Проєктні міркування: Технологія гранульованого активованого вугілля є готовою та легкою у використанні, проте потребує проведення аналізу матеріалу/матеріалів (води та/або повітря), що будуть фільтруватися, із метою забезпечення того, що він відповідає початковим вживаним стандартам якості. Чим вищою є концентрація забрудників у неочищеному матеріалі, тим швидше відпрацюється гранульоване активоване вугілля і його потрібно буде замінити. В установці з очищення води зазвичай неможливо відновити гранульоване активоване вугілля, і тому його потрібно буде утилізувати поза межами об'єкту або регулярно відновлювати. Розмір контейнеру для гранульованого активованого вугілля може стати обмеженням залежно від наявних ресурсів (часу, грошей, місця для зберігання). Проєкт та робота можуть варіюватися залежно від доступних матеріалів, зокрема, наявності і чистоти гранульованого активованого вугілля.

Із метою проєктування будь-якої системи гранульованого активованого вугілля потрібно проконсультуватися із кваліфікованим експертом, виробником та/або постачальником матеріалу. Якість і потік неочищеного матеріалу на вході є надзвичайно важливими для належного проєктування фільтру та матеріалу. Швидкість потоку неочищеного матеріалу та тиск також мають координуватися із проєктним вхідним і вихідним тиском та потоком у виробленому контейнері гранульованого активованого вугілля. Гранульоване активоване вугілля також може використовуватися для очищення забрудненого повітря чи випарів у промислових процесах чи під час очищення стічних вод у муніципальній системі водовідведення. Важливо зазначити, що етап очищення води гранульованим активованим вугіллям усуває хімічні забрудники, але не біологічні забрудники, тому варто розглянути можливість використання процесу попереднього очищення для вирішення питання біологічного забруднення, наприклад, хлорування **(O.6)**.

Матеріали: Такий матеріал як гранульоване активоване вугілля є розхідником, який періодично потрібно замінювати задля підтримання ефективності. Слід проконсультуватися із виробником матеріалу, щоб визначити точку прориву забрудника. Для встановлення контейнеру необхідні спроєктовані контейнери, з'єднувальна арматура та труби/шланги для під'єднання до місця забору та розподільчої мережі. Потрібні належним чином спроєктовані насоси з приводом для матеріалу, здатні підтримувати тиск неочищеного матеріалу та потік через контейнер із вугіллям, також знадобиться і надійне джерело енергії та пальне. Індикатори тиску потрібні для вимірювання падіння тиску у фільтрі та моніторингу за гідравлічною діяльністю. Як вверх, так і вниз за потоком від фільтру з гранульованим активованим вугіллям потрібно встановити крани для забору зразків, щоб гарантувати, що фільтраційний матеріал відповідає параметрам якості.

Придатність: Гранульоване активоване вугілля можна використовувати для очищення води або повітря у різноманітних умовах. Його використання можна масштабувати залежно від потреб, але в разі надзвичайної ситуації його найкраще використовувати для одночасного очищення великого об'єму води для великої кількості людей, а не для окремих домогосподарств. Проте, якщо в наявності є достатні системи невеликого масштабу, їх можна використовувати разом із більшими системами. Гранульоване активоване вугілля можна використовувати на всіх етапах надзвичайної ситуації, коли таку систему можна легко розгорнути. Фізично технологія не потребує нічого окрім пласкої поверхні, на якій можна встановити контейнер і яка витримає вагу гранульованого активованого вугілля. Якщо всі матеріали є в наявності, то встановлення системи займе до 30 хвилин.

Експлуатація та функціонування: Завдання з експлуатації та обслуговування включають забезпечення того, що всі з'єднання є герметичними. Для встановлення системи і підготовки до її експлуатації знадобиться команда, до якої входить до трьох осіб. У випадку очищення води із використанням гранульованого активованого вугілля контейнери потрібно заповнити водою після встановлення задля активації вугілля. Невикористане свіже/неактивоване гранульоване активоване вугілля потрібно зберігати подалі від матеріалу. Слід здійснювати моніторинг стоків для виявлення послабленої здатності поглинання та заміни гранульованого активованого вугілля. Контейнери можна випорожняти для заміни вугілля, або можна замінити весь контейнер новим заздалегідь підготовленим гранульованим активованим вугіллям. Потрібно проконсультуватися з виробником контейнера для визначення періоду заміни матеріалу з огляду на забір води. Контейнер не має перебувати під надмірним тиском, і контейнери не варто використовувати поза межами проєктних параметрів. Більшість завдань з експлуатації та обслуговування потрібно визначати разом із виробником.

Здоров'я та безпека: Вологе гранульоване активоване вугілля, яке міститься у великих контейнерах, створює потребу в кисні, яка є небезпечною для здоров'я людей і є потенційно смертельним, тому потрібно вживати заходів безпеки щодо середовища із дефіцитом кисню. Потрібно одягати стійкі до хімікатів рукавиці та захисні окуляри при експлуатації та роботі з контейнерами з гранульованим активованим вугіллям. На фільтрах гранульованого активованого вугілля може утворитися біоплівка, яка згодом може усувати деякі органічні забрудники із метою покращення біологічної стабільності води. Проте цей процес не забезпечує захист залишків від забруднення, тому потрібно буде провести хлорування після очищення.

Витрати: Витрати залежать від об'єму води, яку потрібно очищувати. Поточні витрати включають витрати на заміну гранульованого активованого вугілля (не завжди локально доступне), контейнери, трубопроводи та транспортування.

Соціальні та екологічні аспекти: Не відзначаються жодні культурні проблеми чи проблеми з вподобаннями користувачів чи прийняттям або місцевими спроможностями. Гранульоване активоване вугілля може покращити естетичні якості води (смак, запах, вигляд) і тому добре приймається користувачами. Насичене гранульоване активоване вугілля потрібно утилізувати у безпечний спосіб.

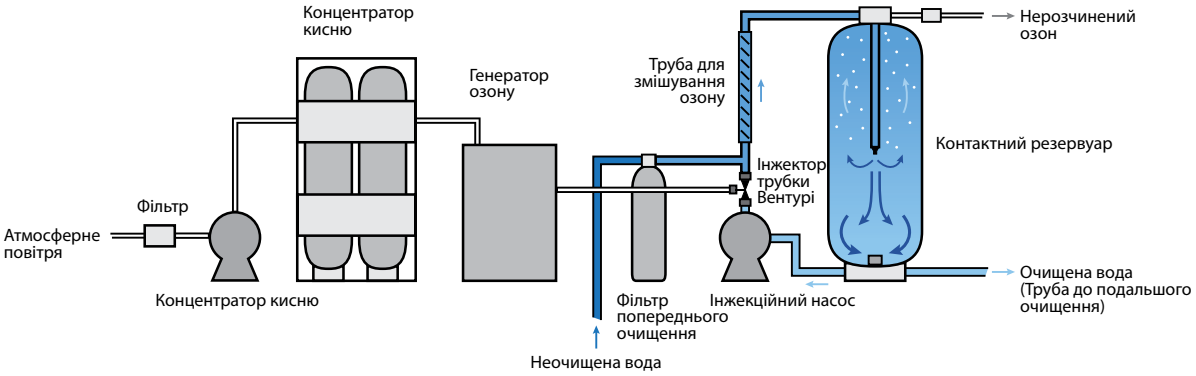
Сильні та слабкі сторони:

- ⊕ Добре усуває смак, запах, хлор та органічні забрудники
- ⊕ Потребує небагато експлуатації
- ⊕ Адаптується до багатьох проєктів і цільових речовин
- ⊕ Проста заміна елементів фільтру та блоків вугілля
- ⊖ Швидко втрачає функціональність у разі очищення води із високою каламутністю чи високим вмістом органічних сполук
- ⊖ Погано усуває мікробіологічні забрудники на етапі очищення води
- ⊖ Може призвести до вищих витрат через регулярну заміну гранульованого активованого вугілля

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 219**

Озонування

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ★ Стабілізація ★★ Відновлення	Домогосподарство Район ★★ Місто	Домогосподарство Спільний ★★ Суспільний/ державний	Видалення органічних забрудників
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
★ Низька	★★★ Висока	★★★ Високий	



Озонування – це процес очищення води, який руйнує мікроорганізми та розкладає органічні забрудники шляхом введення озону – газу, який виробляється шляхом піддавання молекул кисню впливу високої електричної напруги. В умовах надзвичайної ситуації технологія переважно застосовується на етапах стабілізації та відновлення в міських умовах, де вже є досвід використання таких систем.

Озонування (яке також називають озонізацією) – це хімічне очищення води, яке ґрунтується на введенні озону у воду. Озон – це газ, який складається із трьох атомів кисню **(O3)** і є одним із найсильніших окиснювачів. Під час цього технологічного процесу окиснення кисень **(O2)** піддається впливу високої електричної напруги або УФ опромінення для отримання дуже реактивної частки **(O3)**, яка атакує широкий спектр органічних сполук і всі мікроорганізми. Озонування має багато різних застосувань, оскільки воно є ефективним як для дезінфекції, так і руйнування органічних та неорганічних забрудників. Необхідну кількість озону можна виробляти в побутових умовах, проте виробництво потребує багато енергії і тому є дорогим.

Проєктні міркування: Найбільш поширені генератори продукують озон **(O3)** шляхом піддавання кисню **(O2)** чи повітря під дію високої електричної напруги (генератори із коронним розрядом) або УФ опромінення (УФ генератори). Генератори з коронним розрядом використовуються для масштабних систем, виробляючи озон в концентрації 1 – 4,5% за масою. УФ генератори досягають озон у концентрації 0,1 – 0,001% за масою і використовуються для очищення меншої кількості води. Озоновий газ передається у неочищену воду через розсіювання невеликих бульбашок чи бічне введення. У контактному резервуарі озон вступає в реакцію із забрудниками у воді, для чого потрібно небагато часу (приблизно 10 – 30 хвилин). Система газоочищення руйнує будь-який нерозчинений озон.

Молекула озонового газу є дуже нестабільною і тому вступає в реакцію із широким спектром забрудників води – неорганічними (наприклад, залізо, марганець) та органічними сполуками (наприклад, мікрозабрудниками), а також мікроорганізмами. Озон атакує забрудники або безпосередньо, або опосередковано через його розклад у воді для формування гідроксильного радикалу (OH-), який швидко вступає в реакцію із багатьма

забрудниками питної води. Озон швидко розкладається у воді, через що його життєвий цикл є дуже коротким (менше години) та це робить його непідходящим в якості речовини для дезінфекції залишків, тобто захисту системи постачання питної води від повторного забруднення. Озонування та хлорування **(O.6, O.7)** можуть використовуватися разом для інактивації широкого спектру мікроорганізмів в установці з очищення води та для захисту води під час транспортування/зберігання. Озонування води, яка містить органічні речовини, продукуватиме асимілюючий органічний вуглець, що дозволяє біологічним речовинам знову утворюватися під час подальших процесів та у мережі. Тому після озонування має слідувати процес очищення, який уможливлює біологічний розпад, наприклад, повільна піщана фільтрація **(O.9)** чи гранульоване активоване вугілля **(O.13)**.

Матеріали: Матеріали включають кисень, концентратор кисню, генератор озону, фільтр попереднього очищення, інжекційний насос, інжектор трубки Вентурі, контактний резервуар та надійне джерело енергії **(див. Д.9 – Д.12).** Місцева наявність матеріалів може бути обмеженою.

Придатність: Озон можна додавати на кількох етапах під час очищення питної води: як попереднє очищення (попереднє озонування), після седиментації та до фільтрації (проміжне озонування) чи як кінцевий етап дезінфекції. В якості попереднього очищення він вступає в реакцію з мікрозабрудниками, залізом, марганцем та сіркою, а також сполуками, які впливають на колір, запах та смак. Подальше видалення сполук, які розпалися, покращується під час наступних етапів очищення, наприклад, седиментації чи фільтрації, включаючи піщані фільтри **(O.2, O.9)** та фільтри з гранульованим активованим вугіллям **(O.13)**. У воді з низьким рівнем каламутності озон формує колоїдні речовини (процес міцелізації), які можуть бути трансформовані у мікро флокули шляхом додавання невеликої кількості коагулянту, і ці мікро флокули легко утримуються піщаними фільтрами.

Для боротьби з органічними сполуками необхідна кількість озону та подальший розпад озону дуже залежать від кількості та виду забрудників. Як правило, спершу озон потрібен у кількості 2,5 мг озону на міліграм хімічного споживання кисню. В якості дезінфікуючої речовини для інактивації мікробіологічних патогенів у воді інформацію про необхідну концентрацію озону та час перебування в контакті (значення ЧК) можна знайти у рекомендаціях ВООЗ щодо якості питної води. Загалом воно є більш ефективним проти багатьох бактерій та вірусів, ніж хлор та УФ. Проте для інактивації криптоспоридій, як зазначає ВООЗ, наразі відсутні прийнятні значення ЧК (концентрація озону помножена на час контакту), оскільки результати суттєво варіюються у різних дослідженнях та різних повторюваних експериментах із різними температурами і рівнями інактивації.

Експлуатація та обслуговування: Для проєктування, будівництва, експлуатації та обслуговування потрібні висококваліфіковані оператори. Високотехнологічне обладнання є дорогим та потребує багато енергії. У системах часом відбувається витік озону, для чого потрібен контрольно-вимірювальний пристрій для визначення рівня озону в навколишньому середовищі, а також регулярні перевірки генератора та контактного резервуару. Експлуатація та обслуговування також включають підтримку необхідного потоку в генераторі озону, регулярні інспекції та очищення генератора озону, постачання газу, електричних кабелів; а також моніторинг труби подачі озону та розподільчої системи із метою забезпечення того, що необхідний об'єм озону вступає в достатній контакт із неочищеною водою.

Здоров'я та безпека: Озонування води, яка містить бромід, може утворювати бромат, що є відомим канцерогеном, хоча зазвичай і у концентрації набагато нижчій, ніж яка може становити загрозу для здоров'я. Техніки контролю формування бромату включають озонування при дещо вищому показнику кислотного рівня pH, багатоетапне озонування та використання аміаку чи хлору. Після формування бромату певною мірою його можна усунути за допомогою фільтрів із гранульованим активованим вугіллям або УФ випромінювання. Озоновий газ є потенційно токсичним і надзвичайно сильним подразником для людського тіла, тому потрібно контролювати витікання із метою попередження негативного впливу на працівників.

Витрати: Витрати на обладнання для озонування, експлуатацію та енергію є високими.

Соціальні та екологічні аспекти: Місцеві можливості для управління таким складним процесом очищення будуть обмеженими. Рівень прийняття очищеної води населенням є високим, оскільки процес не передбачає використання хімічних компонентів, які могли б вплинути на смак. Озонування споживає багато енергії. У районах, де використовується викопне паливо як джерело енергії, спостерігається високий рівень викидів парникових газів.

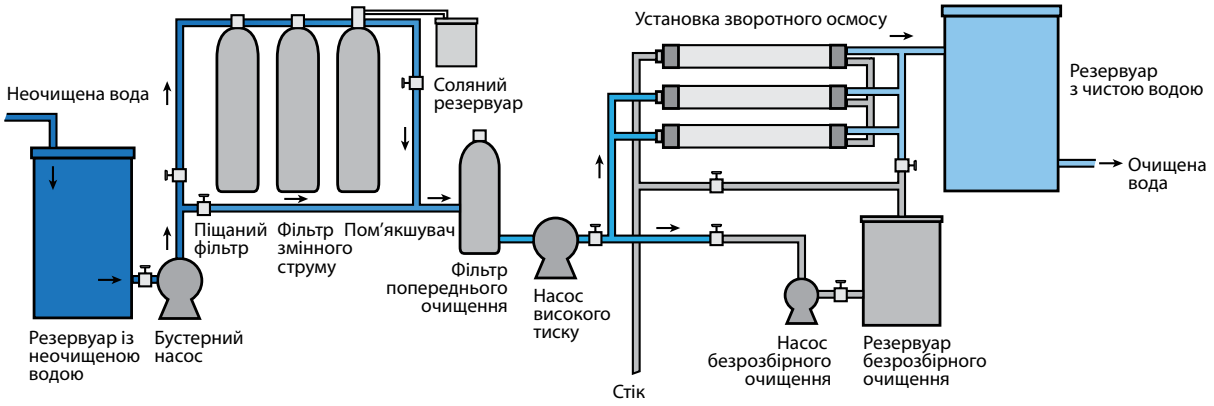
Сильні та слабкі сторони:

- ⊕ Усуває неорганічні (залізо, марганець, сірка) та органічні забрудники (мікрозабрудники)
- ⊕ Ефективно та швидко дезактивує бактерії, віруси та найпростіші організми
- ⊕ Має сильніші герміцидні властивості ніж хлорування, проте при цьому у воду не додаються жодні хімікати
- ⊖ Високі витрати на обладнання, експлуатацію та енергію
- ⊖ Не забезпечує захисту залишків у системі водопостачання
- ⊖ Потенційна загроза пожежі та токсичність, пов'язані з генеруванням озону

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 219**

Нанофільтрація/Зворотний осмос

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
** Гострий етап реагування ** Стабілізація ** Відновлення	** Домогосподарство ** Район ** Місто	* Домогосподарство ** Спільний ** Суспільний/ державний	Видалення розчинених органічних та неорганічних забрудників
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
* Низька	*** Висока	*** Високий	



Нанофільтрація та зворотний осмос (НФ/ЗО) по суті мають однакові системи встановленого обладнання, обидва методи усувають забрудники шляхом застосування тиску до води по всій площині напівпроникної мембрани. ЗО використовується для опріснення солонуватої води і морської води та усуває органічні і неорганічні сполуки (наприклад, нітрати) та мікроорганізми. Основною відмінністю між цими методами є те, що НФ усуває менше солі (наприклад, NaCl) та інших одновалентних іонів ніж ЗО і переважно використовується для усунення кольору, органічних забрудників (наприклад, пестицидів) і зниження жорсткості (пом'якшення води). Дистиляція, наприклад, сонячний опріснювач, виготовлений із місцевих матеріалів, є можливою альтернативою. Пов'язаний метод – мембранна дистиляція – зазвичай не є вільно доступним на ринку.

Загалом установки НФ/ЗО виготовляються на заводах. На місці споруджуються окремі великі системи. Для НФ/ЗО потрібне надійне, безперебійне водопостачання під тиском, місця утилізації концентрату (який виробляється постійно) та відходів після очищення (які виробляються періодично), надійне джерело електропостачання, патронні фільтри, конкретні хімікати для боротьби з накипом та чищення, а також зазвичай попереднє та подальше очищення води. Споживання енергії є вищим ніж у випадку інших технологій очищення води, за винятком дистиляції. Системи ЗО усувають широкий спектр забрудників, записи з даними про елементи вказують на ступінь видалення нових одноелементних солей на рівні понад 99%, при цьому повномасштабне функціонування зазвичай забезпечує позбавлення на рівні понад 95%. НФ зазвичай усуває понад 95% органічних сполук (наприклад, пестицидів) та зменшує жорсткість на приблизно 50 – 80% і NaCl на орієнтовно 20 – 40% (видалення солей при НФ більше залежить від конкретного об'єкту ніж при ЗО). Вода ЗО зазвичай має низький рівень pH, який є нестабільним і корозійним. Може знадобитися повторна мінералізація очищеної води.

Проєктні міркування: Проєктні міркування включають попереднє та подальше очищення, утилізацію відходів, вид мембрани та наявність надійного електропостачання. У випадку води із низькою каламутністю (до 0,3 нефелометричних одиниць каламутності) може бути достатньо мінімального попереднього очищення (5-мікронна патронна фільтрація та додавання засобу проти накипу). В інших випадках рекомендовано проводити додаткове попереднє очищення, наприклад, Ультрафільтрацію **(0.10)** чи використовувати фільтри із гранульованим фільтраційним матеріалом і допоміжним обладнанням. Гарантійне обслуговування вимагає, щоб індекс щільності мулу був менше 5 (бажано до 4). Хлор може пошкодити мембрану, тому його потрібно усувати до проведення фільтрації ЗО. Подальше очищення зазвичай передбачає додавання хімікатів для проведення дезінфекції та для попередження корозії труб і арматури вниз за течією, наприклад, шляхом підвищення рівня pH (завдяки контрольованому додаванню їдкого лугу придатної для пиття якості, гідроксиду натрію). Періодичне безрозбірне очищення може відновити проникність мембрани, яка зменшується з часом через масштабування і забруднення. Потрібна обережна утилізація відходів, оскільки концентрат та використані розчини для чищення містять високу концентрацію забрудників.

Параметри НФ/ЗО включають швидкість потоку води, яка подається в систему, тиск, інтенсивність потоку (швидкість, з якою вода проходить через поверхню мембрани) та відновлення (співвідношення між фільтратом, що утворюється при зворотному осмосі, та потоком води, що подається). Тиск при подачі води (і пов'язане з цим споживання електроенергії) варіюється залежно від якості води, що подається в систему, вмісту солей, температури та виду мембрани. Хоча узагальнення в цьому випадку є складним завданням, тиск при подачі морської води зазвичай становить десь 65 бар, а у випадку води із нижчою концентрацією солей він може бути на рівні 7 – 15 бар. Надмірна інтенсивність потоку призводить до короткого строку експлуатації, зменшення результативності та вищих операційних витрат. Пілотне тестування може підтвердити стабільну інтенсивність потоку, яка зазвичай становить орієнтовно 15 – 25 літрів на м^2 на годину. Фільтри НФ/ЗО експлуатуються в режимі перехресного потоку, і частина води, що подається, повторно проходить цикл у системі. Загалом близько 50% морської води, що подається в систему, стає фільтратом, що утворюється при зворотному осмосі, та при нижчій концентрації солей зазвичай рівень відновлення становить 70 – 85%. Для належного проєктування НФ/ЗО потрібно провести детальне оцінювання якості води. Виробники часто надають програмне забезпечення, щоб допомогти із проведенням обчислень.

Матеріали: Елементи мембрани та контейнери виготовлені зі спеціального пластику. Трубопровід під низьким тиском (до приблизно 3,5 бар) може бути неметалевим (наприклад, склопластик/пластик або нержавіюча сталь). Не використовуються матеріали, схильні до корозії (наприклад, вуглецева сталь, оцинкована сталь, ковкий чавун, мідь тощо). Деякі матеріали можливо потрібно буде імпортувати.

Придатність: НФ/ЗО можна використовувати на гострому етапі та ймовірно в подальшому на етапах стабілізації і відновлення. Їх можна використовувати як одноетапне очищення, оскільки вони забезпечують відмінну якість фільтрації. В наявності є автоматизовані невеликі блочні системи, які можна встановити за кілька годин та які часом застосовуються у віддалених локаціях. У ситуаціях, коли доступна лише солонувата чи морська вода або коли джерела підземних вод забруднені солоною водою (наприклад, через цунамі), системи ЗО можуть бути єдиним способом як можна швидко опріснити воду. Через високу складність, потребу в енергії та витрати, особливо на довгострокову експлуатацію, спершу можна розглянути інші технології, особливо, коли забрудниками переважно є патогенні мікроорганізми.

Експлуатація та обслуговування: До основних операційних витрат відносяться витрати на електроенергію, хімікати, патронні чи мембранні фільтри, оператора та особу, відповідальну за догляд за системою, а також заміну елементів ЗО у довгостроковій перспективі. Надзвичайно важливо, щоб персонал, який експлуатує НФ/ЗО, був висококваліфікованим та отримував підтримку в довгостроковій перспективі. Оскільки процедури з експлуатації та обслуговування потребують досвіду використання відповідного проєкту системи, а також досвіду з автоматизацією процесу, електронікою та онлайн моніторингом, НФ/ЗО має обслуговувати кваліфікований персонал задля забезпечення її тривалої функціональності.

Відтак на місцевому рівні має бути наявна підтримка після здійснення продажу та на об'єкті через дистриб'ютора або виробника. Задля мінімізації забруднення та утворення накипу часто використовуються засоби для боротьби з утворенням накипу та інші хімікати. Строк експлуатації мембрани може сягати до 5 років, перш ніж її потрібно буде замінити.

Здоров'я та безпека: Усунення вірусів, бактерій, лямблій та криптоспородій варіюється від 2-log (99%) до 4-log (99,99%) і вище. Експлуатація ЗО потребує використання потенційно небезпечних хімікатів, наприклад, кислот та лугів. Потрібні належне транспортування, зберігання та навчання із метою забезпечення безпеки оператора та громадськості. Найбільш поширені загрози пов'язані з роботою на висоті, шумом та хімікатами, контактом з обладнанням, яке обертається, електроенергією, речовинами під високим тиском та пожежами. Відходи (концентрат та використані засоби для очищення) потрібно утилізувати у безпечний, екологічно прийнятний спосіб, оскільки вони містять концентровані забрудники.

Витрати: Загалом НФ/ЗО є дуже дорогою технологією. Мобільні установки ЗО потужністю у 1 000 – 2 000 літрів на годину коштують від 10 000 до 100 000 доларів США залежно від виробника та конфігурації. Витрати на транспортування можуть бути високими залежно від місця розташування. Операційні витрати також є високими через потребу в енергії, особливих хімікатах, заміні патронного фільтру та кваліфікованих операторах.

Соціальні та екологічні аспекти: Через складність обладнання та експлуатації потрібні спеціалізовані, компетентні та висококваліфіковані оператори, яких може не бути у відповідній місцевості. Вода має ніякий смак, що може призвести до її неприйняття користувачами. НФ та ЗО продукують концентрований соляний розчин як відходи, який є шкідливим для водного середовища. Обидві системи споживають багато енергії. Коли в якості джерела енергії використовується викопне паливо, спостерігається високий викид вуглекислого газу.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Технологія ЗО є дуже ефективною в усуненні багатьох видів забрудників, у тому числі солі

⊕ Технологія, яка довела свою ефективність, простий моніторинг якості води із використанням базових параметрів, наприклад, провідності

⊕ Виготовляється на заводі та легко транспортується у невеликому розмірі, доступні мобільні модульні системи

⊖ Високі початкові витрати на придбання та операційні витрати

⊖ Потрібне надійне енергопостачання; використання енергії є вищим ніж у випадку традиційного очищення води

⊖ Потрібен детальний проєкт з огляду на хімічну характеристику неочищеної води та питання, пов'язані з конкретним місцем використання

⊖ Потрібні висококваліфіковані оператори, високоякісні матеріали та обладнання, а також дорогі/імпортовані та/або небезпечні хімікати

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 219**

У розділі транспортування/розповсюдження описуються технології або послуги, які використовуються для доставки води з джерела, насосної станції або установки з очищення води до місця використання, наприклад, домогосподарства або крану. Системи водопостачання можуть бути або статичними і складатися з трубопроводів, засобів для зберігання (Т.5, Т.6), насосів та інших аксесуарів, або ж можуть бути організованими в якості громадської системи водопостачання (Т.7) чи великомасштабної системи водопостачання (Т.8). Системи водопостачання також можуть бути динамічними із використанням водовозів (Т.3), коли вода напряму доставляється користувачам або в резервуари, або за допомогою возиків продавців води (Т.2). У всіх сценаріях користувачі зазвичай збирають і зберігають воду у побутові ємності для води (Т.1) із кранів, продавців чи кіосків по продажу води (Т.4). На гострому етапі надзвичайної ситуації часто потрібно поєднувати використання водовозів зі зберіганням у гнучких чи збірно-розбірних жорстких резервуарах (Т.5), з яких люди можуть збирати воду в контейнери, із метою забезпечення гнучкості в ефективному постачанні предметів першої необхідності.

Т.1 Побутова ємність для води
Т.2 Возик продавця води
Т.3 Водовози
Т.4 Кіоск по продажу води
Т.5 Резервуар для зберігання води (який можна транспортувати)
Т.6 Резервуар для зберігання води (довгостроковий збудований на місці)
Т.7 Громадська мережа водопостачання
Т.8 Великомасштабна мережа водопостачання

У будь-якому контексті вибір системи постачання води залежить від:

- Фінансових ресурсів
- Кількості води
- Густоти населення та відстані від джерела чи установки з очищення води
- Міркувань щодо управління
- Наявності надавачів послуг
- Топографії
- Дорожньої інфраструктури
- Етапу надзвичайної ситуації (тимчасові системи на ранніх етапах)
- Наявності матеріалів та навичок

Т

Транспортування/розповсюдження

Великомасштабна мережа водопостачання

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство Район Місто	✶✶ Домогосподарство Спільний Суспільний/ державний	Водопостачання у великому масштабі з використанням гравітації чи насосів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	

Побутові ємності для води – це легкі пластикові або металеві контейнери із кришкою, які може переносити одна особа. Вони найчастіше використовуються для перенесення води вручну із місця збору до місця використання (зазвичай домівки) (див. Д.8), а також можуть використовуватися як контейнери для зберігання води вдома. Вони підходять для всіх етапів надзвичайної ситуації.

Побутові ємності для води виготовляються в різних розмірах (найчастіше на 10 – 20 літрів) і формах (зазвичай круглі або прямокутні). Вони мають закриватися кришкою та можуть бути обладнані краном. Це економічно вигідний спосіб постачання води від кранів біля криниць до домогосподарств. Поширеним видом побутових ємностей для води є каністри, проте також існують інші контейнери, які використовуються для транспортування та зберігання (наприклад, глиняні горщики, відра). Каністри не ідеально підходять для перенесення води, оскільки їх важко наповнювати та вони можуть спричиняти занадто велике навантаження на спину і плечі.

Проєктні міркування: Транспортування води вручну в контейнерах є реалією для багатьох сімей у сільських і міських районах, де бракує комунікацій та які залежать від комунальних кранів із водою. Точки постачання води мають бути розташовані максимум на відстані 500 метрів від домогосподарства (на етапі гострого реагування), і ця відстань має зменшуватися з часом. В умовах надзвичайної ситуації, як зазначають індикатори проєкту «Сфера», кожна сім'я має мати доступ до щонайменше двох контейнерів об'ємом 10 – 20 літрів – один для транспортування води, а інший для зберігання. Перевага віддається пластиковим побутовим ємностям для води через низьку вартість, гнучку форму, надійність та вагу. Побутові ємності для води, які використовуються для її транспортування, можна переносити і перевозити різними способами залежно від умов (наприклад, на голові, збоку, велосипедом, на ослах чи у возиках).

Побутові ємності для води також використовуються для її зберігання. Кількість необхідного об'єму зберігання води може варіюватися залежно від надійності водопостачання та кількості осіб на домогосподарство. Згідно рекомендацій, може бути достатньо зберігати 4 літри води на одну особу там, де водопостачання є надійним. Важливо, щоб метод зберігання води був захищеним від повторного забруднення. Для цього у каністри є вузький отвір, що зменшує ймовірність повторного забруднення, оскільки вода наливається з контейнера замість того, щоб занурювати стакан у нього **(див. Б.1)**. В умовах надзвичайної ситуації, коли вода має бути хлорованою **(див. О.6)**, будь-яка

проблема повторного забруднення, яке має місце під час транспортування чи зберігання води, має вирішуватися із використанням залишкового хлору у воді. Також було виявлено, що вид контейнеру впливає на якість води в умовах надзвичайної ситуації – непрозорі побутові ємності для води (на відміну від прозорих) довше зберігають залишковий хлор, а побутові ємності для води темного кольору попереджують накопичення водоростей.

Матеріали: Контейнери, які використовуються в умовах надзвичайної ситуації, зазвичай виготовлені з легкої поліетиленової пластмаси чи поліпропілену, які є надзвичайно довготривалими та стійкими до ударів. Такі контейнери легкі, хоча їх об'ємність означає, що для транспортування великої кількості води для розповсюдження в умовах надзвичайної ситуації потрібно багато зусиль. Існують складні пластикові контейнери, для транспортування яких потрібно менше місця, проте строк експлуатації таких контейнерів є коротшим.

Придатність: Побутові ємності для води підходять для всіх етапів надзвичайної ситуації. За умови поновлення комунікацій у будинку після етапу відновлення контейнери, які використовуються для транспортування води, можуть бути вже і не потрібними. Контейнери, які використовуються для зберігання води вдома, також можуть бути модернізовані на етапі відновлення та після його завершення (наприклад, спорудження резервуарів для води більшого об'єму). Закріплення розміру побутових ємностей для води, наприклад, на рівні 10 чи 20 літрів, спрощує проведення навчання для користувачів щодо застосування правильної дози хлору в побутових умовах **(див. Б.6)** із використанням стандартного таблетованого хлору у розмірі, підібраному саме для такого об'єму.

Експлуатація та обслуговування: В умовах надзвичайної ситуації водопостачання зазвичай має містити залишковий хлор для зменшення ризику повторного забруднення води та виникнення біоплівки. Час від часу може бути потрібно проводити чистку, і особливо наполегливо рекомендується чистити всі контейнери під час спалахів діареї, щоб переконатися в тому, що вони не стануть джерелом повторного зараження. У випадку каністр може бути складно усувати біоплівку через те, що отвір вузький, проте для цього можна використовувати абразивну речовину (наприклад, пісок або невелике каміння, яке можна потрясти всередині каністри), після чого слідує хлорування. Як альтернативний варіант, шокове хлорування (наприклад, 50 мг на літр) може усунути більшу частину біоплівки, та його проводять шляхом наливання хлорного продукту (наприклад, натрій гіпохлориту) у воду. Для завершення процесу чищення важливо очистити контейнер від хлору, перш ніж знову його використовувати. Простіше чистити побутові ємності для води у формі відра з кришкою.

Здоров'я та безпека: Важливо виділити різні контейнери для різних завдань, щоб уникнути перехресного зараження, особливо, коли один і той самий вид контейнеру використовується як для транспортування, так і для зберігання води (оскільки їх можна переплутати). Це не проблема там, де є лише одне джерело очищеної води, але там, де також використовуються забруднені джерела води (наприклад, коли воду для прання одягу беруть у джерелі, відмінному від джерела очищеної питної води), важливо розрізняти контейнери, наприклад, промаркувавши їх із використанням конкретного знаку, який відповідає кожному із джерел води. Побутові ємності для води завжди мають бути закриті кришкою під час транспортування задля уникнення (повторного) забруднення **(див. Б.1)**, і перед кожним новим наповненням їх слід ретельно промивати водою. На ці рекомендації потрібно звертати увагу населення шляхом популяризації гігієни **(див. Х.16)**. Транспортування води також може бути фізично небезпечним, особливо, коли стежки круті чи слизькі. До того ж можуть виникати травми опорно-рухової системи, якщо контейнери занадто важкі або погано спроєктовані для користувачів. Блоки для підняття (у два кроки) біля місця збору води можуть полегшити процес підняття побутових ємностей для води, коли вони транспортуються на голові **(див. Х.15)**. Існують ризики щодо безпеки жінок, коли джерело знаходиться у віддаленій локації і є незахищеним.

Витрати: Відра, каністри або інші види побутових ємностей для води зазвичай коштують недорого, проте часто на гострому етапі реагування їх доставляють літаками, що суттєво збільшує витрати. В умовах надзвичайної ситуації їх потрібно буде замінювати відповідно до швидкості поломки (можливо 5% на рік); відтак будуть певні невеликі поточні витрати. Використання контейнерів також пов'язане з нефінансовими витратами, оскільки воду часто носять жінки і ця роль пов'язана з можливими фізичними ризиками, а також економічним та освітнім впливом у разі, якщо менше часу витрачається на більш продуктивні завдання **(див. Д.8)**.

Соціальні та екологічні аспекти: В умовах надзвичайної ситуації побутові ємності для води часто розповсюджуються як частина набору непродовольчих товарів. Варто проконсультуватися з користувачами щодо їхніх вподобань стосовно контейнерів, за можливості, особливо для другої хвилі розповсюдження товарів, коли вже було достатньо часу для проведення таких консультацій. Наприклад, люди, яким зручніше носити воду збоку від себе, матимуть більше незручностей із круглою каністрою ніж із прямокутною. Як альтернативний варіант, деякі громади також вдосконалили методи транспортування каністр так, що інші види просто будуть недоречними, наприклад, приладдя, які дозволяють котити круглі каністри, проте не підійдуть для прямокутних каністр. Потрібно просувати використання контейнерів для води гарної якості із довгим строком експлуатації для того, щоб уникнути марних витрат і відходів. Потрібно приділяти належну увагу питанню екологічної утилізації контейнерів для води, коли їх вже не можна більше використовувати.

Сильні та слабкі сторони:

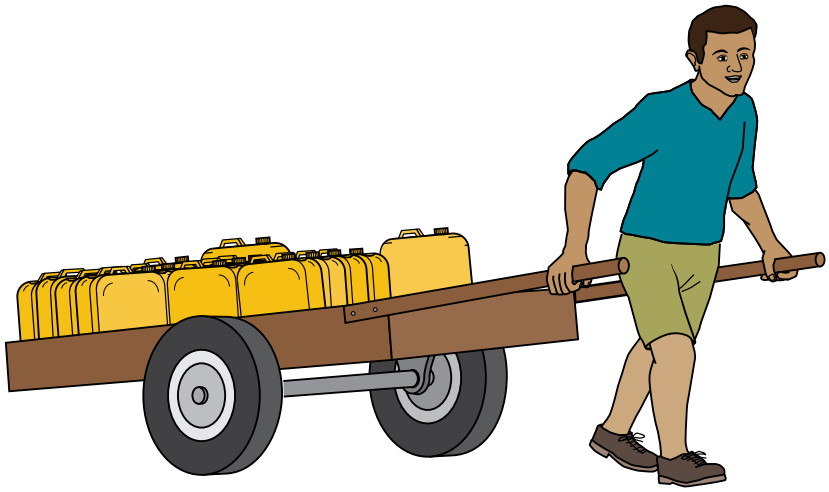
⊕ Універсально доступні та надійні
⊕ Бувають багатьох різних видів та об'ємів
⊕ Дуже недорогі

⊖ Може бути складно чистити
⊖ Ризик повторного забруднення води у разі неналежного очищення чи використання
⊖ Їх важко носити жінкам і дітям
⊖ Води, що транспортується однією людиною, достатньо для задоволення базових побутових потреб протягом лише одного чи двох днів

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 219**

Возик продавця води

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
⋆ Гострий етап реагування ⋆⋆ Стабілізація ⋆⋆ Відновлення	⋆ Домогосподарство ⋆⋆ Район Місто	⋆⋆ Домогосподарство ⋆⋆ Спільний ⋆⋆ Суспільний/ державний	Комерційний перепродаж води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
⋆⋆⋆ Висока	⋆ Низька	⋆⋆⋆ Високий	



Продавці води перепродають та розповсюджують воду для господарсько-побутових потреб або воду з інших джерел. Вони заповнюють прогалину у водопостачанні, коли відсутня працююча мережа водопостачання в домівках, а також у місцях, куди не доходить гуманітарна допомога під час надзвичайної ситуації (в міських умовах). У містах вони можуть забезпечувати водою великий відсоток населення і відігравати важливу роль у гарантуванні водопостачання. Там, де існує ця послуга, найімовірніше вона продовжить працювати і в умовах надзвичайної ситуації.

Продавців води можна поділити на три основні категорії: 1) оптові продавці, які отримують воду з джерела (призначеного для виробництва питної води) та продають її роздрібним продавцям; 2) роздрібні продавці, які отримують воду від оптового продавця чи з іншого джерела води та продають її безпосередньо споживачам у них вдома; та 3) ті, хто продають воду безпосередньо споживачам, які приходять до них її купувати (наприклад, кіоски по продажу води, **T.4**). Продавці води існують у різних масштабах та у різних формах – від окремих осіб на велосипедах до великих водовозів **(див. T.3)**.

Проєктні міркування: Там, де точки наповнення розташовані на відстані не більше як 500 метрів від домогосподарств, збір води забирає досить багато часу, тоді як води отримується менше; відтак продавці води можуть надавати цінні послуги. У міських районах роздрібні продавці води можуть ефективно виступати в якості продовження громадської системи водопостачання, постачаючи воду у віддалені райони, які не покриваються мережею. У сільських районах більша відстань до джерел води збільшує попит на послуги продавців води. Вони можуть привозити воду із різноманітних джерел таких, як приватні чи муніципальні крани біля криниць, свердловини, кіоски по продажу води чи громадські точки продажу води, після чого перепродавати воду споживачам за вищими цінами. Користувачі зазвичай платять таку ціну через ненадійне водопостачання із трубопроводів, сприйняття смаку і якості, економічну доступність (щодо грошового потоку) та зручність отримання доставки води. Продавці води можуть працювати неофіційно (наприклад, неліцензовані окремі особи, які використовують малогабаритний транспорт, наприклад, каністри, які перевозяться на велосипеді, або візки чи спеціальні металеві бочки для нафтопродуктів, трансформовані у резервуари для води, які перевозяться за допомогою ослів) або офіційно (наприклад, ліцензовані водовози, якими керує підприємство). Продаж води обмежується не лише перепродажем води. У міських районах виникають приватні підприємці, які інвестують у власну інфраструктуру з розповсюдження чи очищення води із метою заповнення інфраструктурних прогалин. Сюди відносяться безпосередньо продавці води, які інвестують у невеликі трубопровідні мережі, які під'єднані до домогосподарств, що не обслуговуються основним комунальним підприємством, а також ті, хто запроваджують послуги з очищення води та її розливу у пляшки **(див. T.4)**.

Там, де існують продавці води, вони виконують важливу роль у її розповсюдженні. Якщо вони є, то стратегія реагування на надзвичайну ситуацію має передбачати співпрацю із продавцями води із метою відновлення життєдіяльності та пришвидшення процесу забезпечення водою якомога більшої кількості людей. Успіх цього може залежати від законодавчої бази із питань продажу води (у деяких випадках це не визнано законом). У будь-якому разі в умовах надзвичайної ситуації ключовими аспектами буде забезпечення якості води шляхом хлорування у джерелі, здійснення моніторингу за вмістом хлору на рівні домогосподарства, а також якомога оперативніше відновлення функціонування джерел води.

Матеріали: Матеріали включать контейнер(-и) для води та транспортні засоби (тобто засіб для перевезення контейнерів, для чого може бути потрібне пальне).

Придатність: Продавці води найімовірніше продовжать працювати і після настання надзвичайної ситуації, хоча те, наскільки добре їм це буде вдаватися, залежатиме від того, наскільки сильного впливу надзвичайної ситуації вони зазнали, а також того, чи було пошкоджено джерело води. Продаж води у різних формах є більш ймовірним після настання надзвичайної ситуації, оскільки може збільшитися кількість осіб без доступу до водопровідної мережі через міграцію в неформальні міські поселення та можливу втрату функціональності існуючої мережі водопостачання під час надзвичайної ситуації через недостатнє фінансування інфраструктури. Після землетрусів чи зсувів ґрунту трубопроводи можуть зазнати серйозних пошкоджень, та у такому разі продавці води можуть бути надзвичайно корисними у районах, де вони зазвичай не працюють.

Експлуатація та функціонування: В умовах надзвичайної ситуації водопостачання зазвичай має мати залишковий хлор, який зменшує ризик будь-якого повторного забруднення. Потрібно проводити постійний моніторинг якості води на рівні домогосподарств шляхом проведення випадкових перевірок. Час від часу рекомендовано чистити контейнери для води, особливо під час спалахів діареї, щоб переконатися в тому, що контейнери не є джерелом забруднення **(див. T.1).** Транспортний засіб потребуватиме регулярного обслуговування, і цим питанням має займатися продавець води. В умовах надзвичайної ситуації водопостачання може бути обмеженим, і продавці можуть брати воду із забруднених джерел та встановлювати завищені ціни. Відтак надавачами послуг потрібно управляти незалежно задля забезпечення того, що вони постачають безпечний продукт за справедливою ціною.

Здоров'я та безпека: Якість води, яка постачається продавцями води, може варіюватися і залежить від джерела води та оточуючого середовища, стану контейнерів для транспортування води, часу зберігання, практик поводження з водою та концентрації залишкового хлору (у разі його додавання). Вода, зібрана в небезпечному джерелі води (наприклад, річці), очевидно буде становити ризик для здоров'я користувачів, проте може відбутися повторне забруднення води навіть із безпечного джерела під час транспортування до і з контейнерів, особливо, з огляду на те, що таке транспортування може проводитися кілька разів. Вода, отримана в офіційних точках наповнення, може мати вищу якість (оскільки вони зазвичай під'єднані до мережі водопостачання), проте все одно повторне забруднення може бути проблемою в такому випадку, особливо, якщо період зберігання води є тривалим, а температура, за якої вона зберігається, є високою або якщо водовози використовуються не лише для транспортування води, а й в інших цілях. Оскільки більшість послуг, що надаються окремими особами, не є офіційними, часто не здійснюється контроль якості. Тому в умовах надзвичайної ситуації в районах, де працюють продавці води, надзвичайно важливо забезпечити якість води шляхом здійснення моніторингу за джерелами води, які використовуються продавцями, а також шляхом забезпечення достатнього хлорування та моніторингу рівня хлору **(див. O.6)**. Це завдання мають виконувати органи місцевої влади, та в умовах надзвичайної ситуації один зі способів, як це можна зробити, полягає у використанні хлорування у точці наповнення, що може бути ефективним у короткостроковій перспективі (тобто в резервуарі чи каністрі в момент їх наповнення водою). Продаж води сам по собі може бути фізично важкою працею, і продавці води часто скаржаться на біль у грудях, спині і суглобах.

Витрати: Вода, яка продається продавцями води, є дорожчою порівняно із водою, яка постачається в домівки через мережу водопостачання через роботу посередників із доставки води. Вартість води варіюється суттєво залежно від контексту, проте багато досліджень вказують на те, що середня націнка води, яка продається продавцями, робить її ціну у вісім – десять разів вищою, ніж вартість води, яка постачається трубопровідною мережею. Це не означає, що продавці води є багатіями; зазвичай це бідні люди, які постачають воду інших незаможним людям, та їхні заробітки часто є низькими. У багатьох країнах продавці води є просто робітниками, які передають свої заробітки роботодавцям.

Соціальні та екологічні аспекти: Продаж води зазвичай добре приймається населенням, особливо в районах, де такі послуги вже існували до настання надзвичайної ситуації або де існуючих послуг із водопостачання недостатньо чи вони неефективні. У разі використання засобів транспортування води, які працюють від двигуна, а також насосів потрібно переконатися в тому, що проводиться обслуговування із метою зниження ризиків забруднення і ризиків для здоров'я, коли таке обладнання використовується у густонаселених районах.

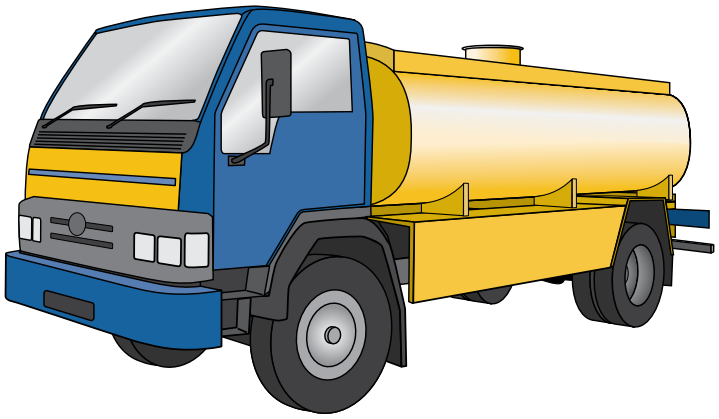
Сильні та слабкі сторони:

- ⊕ Вода постачається до дверей дому, таким чином заощаджуючи час на іншу діяльність
- ⊕ Фінансово сталий вид діяльності, вода цінується
- ⊕ Можна купувати воду у невеликій кількості, розрахованій на домогосподарство, за гнучкими цінами
- ⊕ Може бути продовженням громадських комунальних послуг і може забезпечувати вирішення проблеми у разі, якщо припиняється надання громадських комунальних послуг
- ⊖ Доступно лише для тих, хто може собі це дозволити
- ⊖ Вища вартість порівняно з водою, отриманою із трубопровідної системи вдома
- ⊖ Відсутність контролю за якістю і ціною води
- ⊖ Працює за межами правових структур

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 219**

Водовози

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
** Гострий етап реагування * Стабілізація Відновлення	Домогосподарство ** Район * Місто	Домогосподарство * Спільний ** Суспільний/ державний	Короткострокове транспортування води у великих обсягах із використання транспортних засобівв
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
*** Висока	** Середня	*** Високий	



Перевезення води водовозами позначає транспортування води у великих обсягах від джерела до установки для зберігання води поблизу точки розповсюдження. На етапах гострого реагування та стабілізації в умовах надзвичайної ситуації такі водовози можуть використовуватися для забезпечення короткострокового транспортування води до комунальних точок водопостачання.

Транспортування води у такому разі відбувається із використанням водовозів. Ця послуга вже може існувати поза контекстом надзвичайної ситуації у формі продавця води **(Т.2).** В умовах надзвичайної ситуації такі водовози можуть використовуватися як короткостроковий (та дорогий) варіант транспортування для перевезення великої кількості води.

Проєктні міркування: У разі, коли використання водовозів розглядається як можливий варіант для реагування на надзвичайну ситуацію, важливо пам'ятати про те, що певна частина населення вже може залежати від них як від джерела води і переведення таких водовозів для постачання води в умовах надзвичайної ситуації може мати ненавмисні негативні наслідки для існуючих користувачів. У деяких містах чи напівпосушливих районах така частина населення може бути досить великою, при цьому особи, які займаються перепродажем води в домівки, та кіоски по продажу води **(Т.4)** можуть залежати від водовозів для отримання своїх запасів води.

Метою перевезення води водовозами під час надзвичайної ситуації є негайне забезпечення водою. За можливості, потрібно уникати використання водовозів або використовувати їх протягом якомога коротшого періоду часу, оскільки вони пов'язані з високими поточними витратами і їх може бути складно організувати. Цей метод потрібно використовувати лише за відсутності інших альтернатив (наприклад, насоси і трубопроводи чи очищення джерела води неподалік від населення), та в такому разі це має бути короткостроковим заходом, що використовується, поки розробляються інші види водопостачання (варто зазначити, що такі інші види вже мають бути сплановані для гострого етапу реагування на надзвичайну ситуацію). У разі відсутності альтернативних джерел води, які можна розробити для забезпечення громади, що використовує водовози, водою, може бути бажано переселити людей, коли це можливо. Коли жоден інший варіант не є можливим з огляду на політичні міркування чи міркування безпеки (як це трапляється у випадку деяких надзвичайних ситуацій), водовози можуть бути єдиним варіантом, який потрібно продовжувати використовувати, проте він пов'язаний із суттєвими витратами.

Водовози можуть бути різними за розміром (5 – 20 м^3) і формою (наприклад, транспортний засіб із вбудованим резервуаром або резервуар на причепі у трактора). Ніколи не потрібно використовувати вантажівки, які раніше перевозили непродовольчі рідини (наприклад, паливне). Водовіз має бути таким, щоб його було легко чистити, і мати кришку, яка закривається на замок, та вентиляційний отвір із фільтром для захисту від тварин і комах. Кількість необхідних водовозів потрібно підрахувати з огляду на період часу, потрібний для заповнення і вивантаження води, на зворотну дорогу та кількість робочих годин за день (може бути неможливо працювати вночі), при цьому закладаючи додаткові 30% на непередбачувані обставини. Потрібно використовувати додатковий водовіз для врахування можливості ремонту/обслуговування та днів відпочинку водія. Там, де відсутня достатня кількість доступних водовозів, також можна використовувати імпровізовані водовози, наприклад, вантажівки з вантажними платформами, на які встановлюються гнучкі чи жорсткі резервуари з водою. Потрібно обережно керувати такими

вантажівками, оскільки вони можуть бути нестабільними через рух води у резервуарах під час транспортування.

Водовозами можна управляти як в межах власних сил, так і замовляти послуги підрядників. У будь-якому випадку процес потрібно добре організувати, тому надзвичайно важливо мати надійних супервізорів. Контракти мають ґрунтуватися на поставлених обсягах води, а не витраченому часі. Потрібно погодити систему моніторингу для ведення записів про поставки, що також може передбачати використання технічних рішень у режимі реального часу для здійснення віддаленого моніторингу за резервуарами. Має бути чітко зрозуміло, хто постачає і хто оплачує різні розхідники (наприклад, пальне та масло, обслуговування, страхування). Там, де постачання пального є ненадійним, потрібно розглянути можливість зберігання запасів пального. Слід провести дослідження маршруту від джерела до місця поставки із метою визначення будь-яких потенційних труднощів (наприклад, перетин річки і обмеження ваги на мості, проблеми з дорожнім покриттям, вплив погоди). До того ж для використання джерела води може бути потрібно заздалегідь отримати дозвіл від відповідних органів влади. Використання водовозів працюватиме ефективно лише тоді, коли є достатньо місця для зберігання вивантаженої води, хоча під час деяких гострих надзвичайних ситуацій люди можуть набирати воду безпосередньо із водовоза, поки встановлюються резервуари для зберігання води. У такому випадку важливо належним чином організувати те, як люди будуть займати чергу шляхом створення пішого обхідного шляху. Вивантаження води можна проводити з використанням гравітації (коли висота приймаючого резервуару є обмеженою) або насосів (бажаний варіант, оскільки так швидше можна вивантажити воду).

Матеріали: Необхідні матеріали включають водовози, бажано із насосами для вивантаження води. Для імпровізованого водовозу знадобиться окремий резервуар із механізмом приєднання до вантажівки чи причепу, і також установа для наповнення і випорожнення (див. резервуари для зберігання води, **T.5** та **T.6**). Подібним чином надзвичайно важливими є належне обслуговування та чищення транспортних засобів задля забезпечення ефективного використання послуг водовозів.

Придатність: Водовози – це дорогий метод забезпечення питної води, він найбільше підходить для гострого етапу реагування та, можливо, для етапу стабілізації. До моменту настання етапу відновлення в ідеалі вже має бути інше джерело води для заміни використання водовозів.

Експлуатація та обслуговування: Вода, яка постачається водовозами, має бути безпечною. Це забезпечується шляхом реалізації початкової процедури чищення та дезінфекції, а також постійним хлоруванням. Чищення та дезінфекцію можна провести, використовуючи щітку, дезінфікуючий засіб і гарячу воду, після чого впродовж 24 годин проводиться шокове хлорування **(див. O.6),** а шланги можна дезінфікувати, пустивши воду назад у резервуар із використанням насосу. Після цього питну воду будуть хлорувати, використовуючи меншу дозу (відповідно до тесту у мірній посудині, **див. O.6**). Для цього зазвичай додають хлор у процесі наповнення резервуару, що забезпечує достатній період контакту і гарне змішування. Має бути чітко зрозуміло, хто відповідає за хлорування, і подробиці процесу мають бути записані в журналі. Самі водовози (та насоси для вивантаження води) також потребують обслуговування, тому в контракті має бути чітко зазначено, хто відповідає за це і чи є запчастини в наявності на місцевому ринку. Потрібно здійснювати моніторинг якості і кількості води, яка постачається. Для цього потрібно залучати громаду, оскільки вона зацікавлена у забезпеченні постачання безпечної води у достатній кількості.

Здоров'я та безпека: Чищення водовозів може бути небезпечним через слизькі поверхні та небезпечні гази, які виділяються у результаті зберігання інших рідин у резервуарі в минулому. Ризики для здоров'я працівників, які займаються чищенням резервуару, можна зменшити шляхом введення спресованого повітря у водовіз, при цьому вхідний і вихідний клапани мають бути відкритими. Особи, відповідальні за чищення водовозу, мають забезпечуватися захисним одягом, рукавицями, взуттям, капелюхом, маскою та захисними окулярами, а також за наявності страховим ременем і мотузкою. Потрібно переконатися в тому, що назовні є спостерігач, якщо раптом станеться якийсь нещасний випадок з особою, яка займається чищенням. Потрібно обережно підходити до питання того, як і де утилізуються дезінфікуючий засіб і концентрований хлор у процесі чищення (бажано в каналізацію, але ніколи в річку чи на сільськогосподарських землях). Імпровізовані водовози, які використовують переносні резервуари для зберігання води, також можуть бути небезпечними, якщо резервуари не закріплені належним чином. Найбільше занепокоєнь щодо безпеки викликає транспортний засіб і те, як ним керують, оскільки керування повним водовозом може бути небезпечним у разі невідкладного гальмування або крутих поворотів. Біля точок наповнення є висока ймовірність нещасних випадків за участі дітей та інших користувачів, які очікують на воду. Надзвичайно важливо мати висококваліфікованих водіїв, проте в умовах надзвичайної ситуації їх може бути складно знайти.

Витрати: Як показують численні дослідження, середня націнка при продажу води становить ціну, яка приблизно у вісім – десять разів вища ніж ціна води із трубопроводу, проте ці показники суттєво варіюються залежно від регіону (варіації у межах приблизно 1,5 – 18 доларів США за м^3 у різних країнах). Проте в умовах надзвичайної ситуації ймовірно вода буде безкоштовною з огляду на дотації від уряду чи допомогу донорів.

Соціальні та екологічні аспекти: Водовози зазвичай добре приймаються людьми, проте ситуація може бути зовсім іншою у разі, якщо водовози усувають від виконання звичної роботи для реагування на надзвичайну ситуацію, що може спричинити втрату водопостачання серед деяких груп населення. Водовози потрібно належним чином обслуговувати задля забезпечення максимально обмеженого впливу вихлопних газів та пов'язаних ризиків для здоров'я

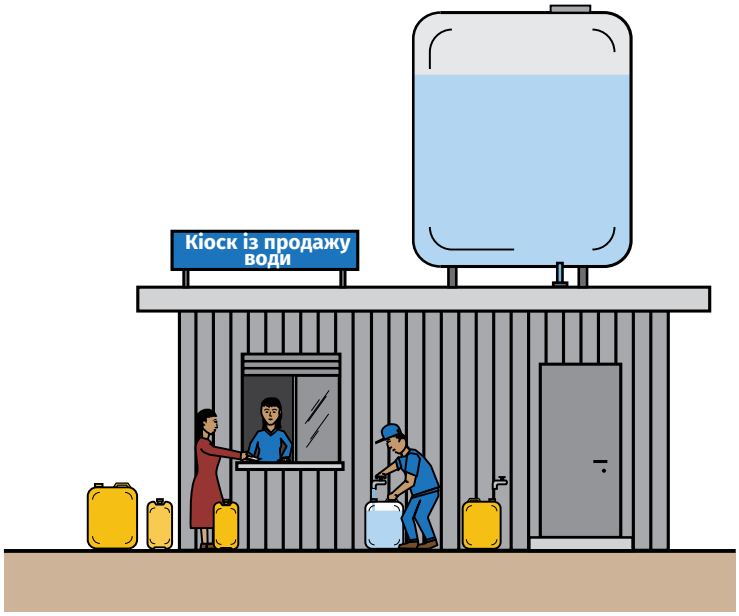
Сильні та слабкі сторони:

- ⊕ Можуть надавати безпосереднє водопостачання
- ⊕ Можуть транспортувати великі кількості води
- ⊖ Високі витрати, що робить цей метод підходящим лише протягом короткого періоду часу
- ⊖ Висока вартість не відображається в інвестиціях у місцеве джерело води
- ⊖ Потрібні гарна супервізія та моніторинг задля забезпечення доставки води
- ⊖ Водовози можуть усуватися від виконання своєї звичної роботи, що означає, що деякі люди можуть втратити доступ до водопостачання

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 219**

Кіоск із продажу води

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
★ Гострий етап реагування ★★ Стабілізація ★★ Відновлення	★ Домогосподарство ★★ Район Місто	★★ Домогосподарство ★★ Спільний ★★ Суспільний/ державний	Комерційний перепродаж води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
★★★ Висока	★★ Середня	★★★ Високий	



Кіоск із продажу води – це підвид продавця води напряму (див. T.2), розміщеного у постійній локації, де споживачі купують та забирають воду, на противагу продавцям води, які доставляють воду до споживачів. Ці стаціонарні місця продажу води також можуть зберігати та/або проводити подальше очищення води. Кіоски з продажу води допомагають заповнити прогалину у водопостачанні, роблячи воду доступною для домогосподарств у районах із недостатньою інфраструктурою у сфері водопостачання. Там, де ця послуга вже існує, найімовірніше вона продовжить працювати або може бути відновлена під час надзвичайної ситуації. На гострому етапі зазвичай вони не працюють на комерційних умовах.

Кіоски з продажу води можуть бути або державними, або комерційними за характером функціонування, проте часто це невеликі приватні підприємства з продажу води, які є основним джерелом водопостачання у багатьох містах для домогосподарств, не під'єднаних до мережі (більше ніж кількість домогосподарств, які обслуговуються продавцями чи водовозами). Продавців води напряму можна поділити на продавців, які працюють на водозабірних колонках (невеликі підприємці, які експлуатують водозабірні колонки, встановлені концесіонером водопровідної системи), ліцензованих надавачів води (часто невеликі підприємці, які найняті за контрактом для перепродажу води, яка постачається водопроводом до них додому, та які можуть інвестувати у встановлення водозабірної колонки і розширення мережі) та неліцензованих перепродавців побутової води (особи, які перепродають воду, яка постачається водопроводом до них додому). Масштаб продажу води переважно пов'язаний із етапом стабілізації і відновлення.

Проєктні міркування: Офіційні кіоски з продажу води – це найчастіше певна споруда із кранами або назовні, або всередині, які експлуатуються лише працівниками кіоску, хоча в деяких кіосках тепер є автоматизовані системи оплати через мобільний телефон або банківський термінал (водні «банкомати»). Кіоски з продажу води часто мають резервуар для зберігання води, що покриває продажі води у разі перебоїв із постачанням і періоди дефіциту води, а деякі кіоски також можуть запроваджувати систему очищення води. У міських районах з'являються підприємці, які також інвестують у невеликі приватні трубопровідні мережі, які вони під'єднують до домогосподарств, що не обслуговуються основним комунальним підприємством, тоді як інші запроваджують послуги з розливу води на додачу до очищення. Кіоски також часом використовуються операторами для іншої комерційної діяльності (наприклад, продаж продовольчих товарів), що робить бізнес більш прибутковим.

Там, де вони існують, кіоски з продажу води виконують важливу роль у водопостачанні. Коли це можливо, стратегія реагування на надзвичайну ситуацію має працювати разом із цією існуючою мережею із метою відновлення життєдіяльності та збільшення швидкості постачання води до якомога більшої кількості людей **(див. X.17)**, проте успіх цього може залежати від законодавчої бази щодо продажу води (у деяких випадках це не визнається законодавчо). Незалежно від цього ключовим аспектом в умовах надзвичайної ситуації буде забезпечення якості води шляхом хлорування у джерелі, здійснення моніторингу за рівнем хлору на рівні домогосподарства та якомога оперативніше відновлення функціонування джерел води. У деяких країнах також можливо приймати душ, використовуючи воду, яка постачається кіосками з продажу води.

Матеріали: Матеріали включають будівлю та крани, а також інколи місця для зберігання та установку з очищення води.

Придатність: На гострому етапі реагування надзвичайна ситуація може вплинути і на самих продавців води, і кіоски з продажу води чи джерело, що вони використовують, можуть бути пошкодженим, хоча ймовірно постачання послуг буде відновлено в певний момент під час надзвичайної ситуації. Попит на продаж води у різних формах ймовірніше буде вищим після настання надзвичайної ситуації, оскільки кількість людей без доступу до водопровідної води може збільшитися через міграцію в міські райони. Також може спостерігатися зменшення функціональності існуючої мережі водопостачання через недостатні інвестиції в інфраструктуру під час надзвичайної ситуації або коли стихійне лихо пошкодило труби.

Експлуатація та обслуговування: Експлуатація та обслуговування кіосків з продажу води є значними через високу інтенсивність використання. Потрібне їх часте обслуговування, тому має бути чітке розуміння того, хто за це відповідальний і хто має оплачувати витрати. В умовах надзвичайної ситуації у водопостачанні має бути залишковий хлор для зменшення повторного забруднення, і потрібно проводити постійний моніторинг води на рівні домогосподарства шляхом проведення випадкових перевірок. Час від часу рекомендовано проводити очищення резервуарів для зберігання води у кіоску з продажу води під час спалахів діареї, щоб переконатися в тому, що контейнери не є джерелом повторного забруднення. Експлуатація та обслуговування кіосків із продажу води також може означати підтримання стану будівлі та кранів. У випадку кіосків із продажу води, які передбачають зберігання, очищення та розлив води, а також послуги з розповсюдження, знадобиться вищий рівень навичок. Оскільки відповідальність за експлуатацію та обслуговування кіоску лежить на операторі та оскільки найчастіше кіоски працюють як приватні підприємства, вони зазвичай залишаються функціональними. Це одна з причин, чому комунальні підприємства з водопостачання просувають використання таких видів кіосків на противагу публічних водозабірних колонок, які ніким не обслуговуються, оскільки зменшується ризик пошкоджень, при цьому спрощуючи збір плати за користування.

Здоров'я та безпека: Вода, отримана від продавців напряму, може бути високої якості, якщо вона видобута з основної мережі водопостачання. Якість води все одно залежить від концентрації залишкового хлору, стану місць для зберігання води, періоду зберігання, ефективності процесу очищення (коли він використовується) та практик поводження з водою у кіоску з продажу води. В умовах надзвичайної ситуації, коли працюють продавці води, забезпечення якості води завдяки використанню достатнього дозування хлору та процедури моніторингу є надзвичайно важливими **(див. O.6, O.7)**.

Витрати: Вода з кіосків продається або за встановлену місячну плату, або за один контейнер **(T.1)**, хоча іноді вона розповсюджується безкоштовно. Вода, яка продається офіційними чи неофіційними кіосками, зазвичай є в три чи чотири рази дорожчою за воду із водопроводу. Проте вона є дешевшою ніж вода, яка продається продавцями води із доставкою додому (коли вартість вища у вісім – десять разів). Висока націнка частково пояснюється тим, що вартість оптового водопостачання є настільки низькою, що відсутні одиниці валюти, які були б достатньо малими, щоб заплатити за невеликі контейнери води. Тому зазвичай найбідніші люди платять найбільше за воду. Хоча у деяких випадках цільова стратегія уряду може допомогти регулювати ціну на воду, яка продається в кіосках у районах із низьким рівнем доходу, щоб зрівняти ціну з ціною водопостачання з використанням трубопровідної мережі. У такому разі вартість може перехресно субсидіюватися від продажу води окремим домогосподарствам та комерційним мережам. Оскільки продавці води напряму вже мають під'єднання до мережі водопостачання, тоді як деякі також інвестують в очищення та розповсюдження, загалом вони перебувають у кращому становищі ніж продавці води, які продають воду із доставкою додому.

Соціальні та екологічні аспекти: Кіоски з продажу води зазвичай добре приймаються населенням, оскільки це послуга, яка заповнює прогалину там, де публічна інфраструктура та послуги є недостатніми, хоча це може бути не так, коли в наявності є забруднені джерела води та де люди не розуміють, чому вони мають платити більше продавцю за воду вищої якості. Користувачі переважно купують воду в кіосках із міркувань зручності. Вони часом розташовані ближче (перевага в районах із високим рівнем злочинності, де небезпечно виходити на вулицю вночі), можуть мати коротші черги ніж публічні водозабірні колонки, мають зручніші години роботи, можуть мати кращий тиск водопостачання і часом пропонують більш гнучкі механізми оплати.

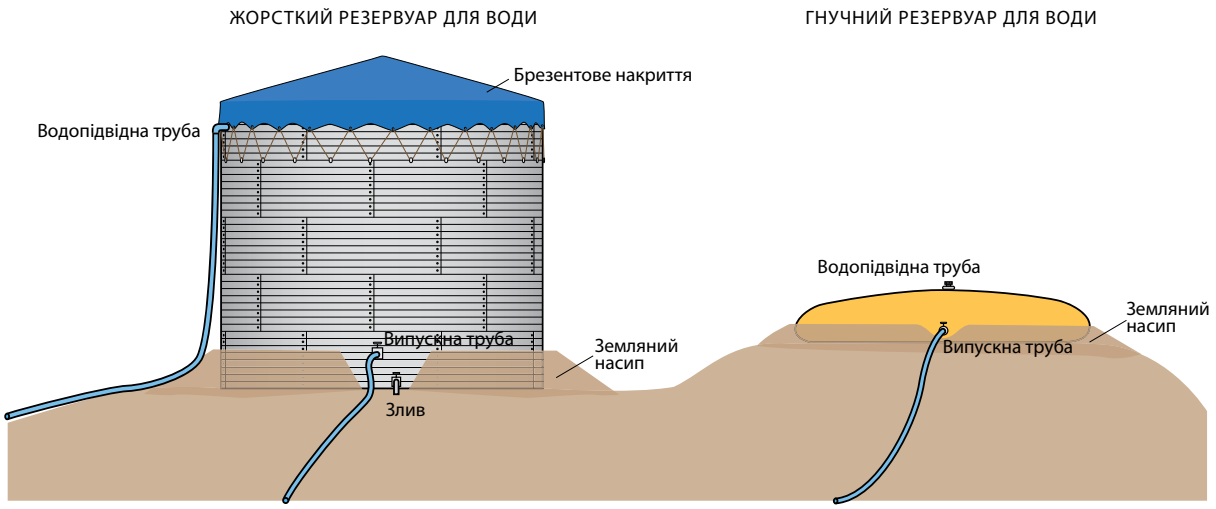
Сильні та слабкі сторони:

- ⊕ Є фінансово сталою
- ⊕ Домогосподарства можуть купувати невеликі кількості за гнучкими цінами
- ⊕ Більш надійне водопостачання порівняно з трубопровідною мережею з огляду на локалізоване зберігання та очищення (у випадку перебоїв у постачанні)
- ⊕ Краще управління водонапірними точками порівняно з публічним водонапірними точками, які ніким не обслуговуються
- ⊖ Доступно лише для тих, хто може це собі дозволити
- ⊖ Вища вартість для споживачів порівняно з водою, отриманою з водопроводу вдома
- ⊖ Якість води може погіршуватися у процесі зберігання

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 220**

Резервуар для зберігання води (який можна транспортувати)

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶ Відновлення	✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶ Місто	✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Резервний запас водив
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶✶ Середня	✶✶✶ Високий	



Резервуар для зберігання води утримує велику кількість води, зазвичай забезпечуючи баланс між постачанням і попитом на питну воду до її розповсюдження. Резервуари для зберігання води, які можна транспортувати (гнучкі або збірно-розбірні жорсткі), за потреби можна швидко змонтувати. Зазвичай вони використовуються на початку надзвичайної ситуації для уможливлення негайного розповсюдження води і також можуть бути частиною системи водопостачання у середньостроковій перспективі.

Гнучкі або збірно-розбірні резервуари для зберігання води, які можна транспортувати, компенсують розбіжності між притоком води з джерела та попитом на воду, який має задовільнити водопостачання. Вони сприяють швидкому запровадженню спроможностей для зберігання води в районах, де вони відсутні або є недостатніми.

Проєктні міркування: Різні види таких, що можна транспортувати/гнучких та збірно-розбірних жорстких резервуарів для зберігання води включають м'які/еластичні резервуари, «цибулеві» резервуари та резервуари, виготовлені з вигнутого каркасу з гофрованої сталі і з підкладкою з бутилкаучуку. М'які резервуари зазвичай використовуються для очищеної води і мають версії, які можна транспортувати та встановлювати на вантажівки. Цибулеві резервуари часто використовуються для зберігання чи очищення поверхневої води (наприклад, установки з очищення води, які використовують коагуляцію та флокуляцію), та їх простіше чистити ніж м'які резервуари. Резервуари, виготовлені з вигнутого каркасу з гофрованої сталі і з підкладкою з бутилкаучуку, відносно легко встановлювати із використанням заздалегідь виготовлених частин, вони є надійними та їх часто продовжують застосовувати і після надзвичайної ситуації. Вони використовуються або для зберігання очищеної води, або для процесів очищення (наприклад, етап флокуляції та седиментації в установці вверх за течією).

Вживаний резервуар має витримувати місцеві кліматичні та геологічні умови. В холоднішому кліматі, де температура повітря опускається нижче нуля протягом певної частини року, резервуари може бути потрібно ізолювати для попередження замерзання води. Це можна досягнути шляхом встановлення резервуарів в

(опалюваних) будівлях, спорудження (дерев'яної) основи, заповненої деревною тирсою навколо резервуарів, створюючи «пухову ковдру» для ізоляції (пошиті з поліетиленової плівки, заповненої скловолокном), ізолюючи їх за допомогою полістиролових дошок, закопуючи резервуари в землю чи піднімаючи їх над землею та використовуючи обшивку для огортання піднятої конструкції для того, щоб холодний вітер не міг дістатися дна. До того ж потрібно враховувати вагу снігу на даху резервуару.

В оптимальній ситуації розмір резервуару для зберігання води обирається з огляду на потреби цільового населення, швидкість постачання та коливання у попиті серед користувачів **(див. також Т.6)**. На гострому етапі реагування попит на воду найімовірніше буде вищим ніж постачання, і тому важливо, щоб забір води з резервуарів регулювався у співпраці з користувачами. Водопідвідні та випускні труби мають бути захищені фільтрами, щоб попереджувати розмноження комах, а також потрібно розглянути можливість запровадити заходи для зменшення замулення та сприяння обслуговуванню і чищенню. Наприклад, для чищення потрібно встановити клапан і злив, а у випадку резервуарів, призначених для збору дощової води, можна встановити механізм першого зливу, щоб зменшити кількість мулу, який потрапляє до резервуару. Використовуючи жорсткі резервуари (наприклад, виготовлені з вигнутого каркасу з гофрованої сталі), потрібна захищена фільтром вентиляційна труба для попередження виникнення надмірного тиску або вакууму під час заповнення чи випорожнення резервуару, на додачу до перетікання захищеної фільтром труби.

Матеріали: Необхідні матеріали включають сам резервуар для зберігання води та іноді й конструкцію (наприклад, насип чи мішки з піском, які утворюють стіну, заповнену ґрунтом, або наповнені піском каністри для нафти), разом із трубами та клапанами для контролю. Перевагою таких резервуарів для зберігання води є те, що їх можна швидко транспортувати і встановити. Вони можуть бути виготовлені з вкритої харчовим ПВХ тканини, жорсткого полівінілхлориду, термопластичного поліуретану, уретану, полімерів, поліетилену низької щільності та бутадієн-нітрильного каучуку. Вони мають бути стійкими до УФ, а також використані матеріали мають бути підходящими для хлорованої питної води.

Придатність: Резервуари для зберігання води можуть використовуватися на всіх етапах надзвичайної ситуації. На гострому етапі реагування часто використовуються резервуари для зберігання води, які можна транспортувати, переважно тому що їх можна швидко встановити для забезпечення достатнього потоку води. На етапах стабілізації та відновлення такі види резервуарів замінюють великими, більш постійними резервуарами, які можуть мати складнішу структуру **(див. також Т.6)**.

Експлуатація та обслуговування: Завдання з експлуатації та обслуговування включають чищення резервуару та відкриття/закриття клапанів для попередження їх заїдання. Обсяг відкладень, які потрібно очистити, залежить від джерела (наприклад, вода з ключа ймовірніше буде замуленою) та передбачає зливання води з резервуару із використанням дренажної труби/клапану, промивання середини та проведення необхідних ремонтних робіт у структурі. Також можна проводити шокове хлорування (на рівні 50 мг на літр) для дезінфекції. Оскільки резервуари, які можна транспортувати, зазвичай використовуються впродовж лише кількох місяців, після використання їх потрібно почистити (провести хлорування, промити чистою водою та висушити) і належним чином зберігати так, щоб їх можна було знову відразу ж почати використовувати в майбутньому, якщо трапиться інша надзвичайна ситуація.

Здоров'я та безпека: Більші резервуари для зберігання води потрібно розміщувати на безпечній відстані від житлових будинків постраждалого населення для попередження пошкоджень у разі протікання чи руйнування резервуару. Проєкт дизайну має мінімізувати розмноження комах. Більшість гнучких резервуарів споруджується на плоскій рівній поверхні, в інакшому випадку вони будуть нестабільними, що спричиняє вищий ризик нещасних випадків.

Витрати: Капітальні інвестиції у резервуари для зберігання води сильно варіюються залежно від виду резервуару та пов'язаних із ним структур. Резервуари для зберігання води, які можна транспортувати, є відносно дешевими (приблизно 100 доларів США на $м^3$). Постійні поточні витрати також є низькими, особливо коли для розповсюдження води використовується гравітація **(див. Д.7)**.

Соціальні та екологічні аспекти: Соціальні фактори, пов'язані з використанням резервуарів для зберігання води, є обмеженими, оскільки це просто фізичні структури у громаді, які мають обмежену взаємодію з навколишнім середовищем. Резервуари для зберігання води, які можна транспортувати, потрібно належним чином обслуговувати, щоб їх можна було неодноразово використовувати, а також їх потрібно утилізувати у безпечний спосіб, коли вони виходять з експлуатації.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Забезпечується баланс між притоком води та піковим попитом
⊕ Низькі поточні витрати
⊕ Легко транспортувати

⊖ Можуть ламатися, якщо погано побудовані чи спроєктовані
⊖ Потрібні суттєві капітальні інвестиції
⊖ Не часто використовують наявні локально матеріали, тому потрібно імпортувати
⊖ Лише тимчасове рішення
⊖ Потрібна досить велика земельна ділянка, яка розташована на піднятті та є досить рівною

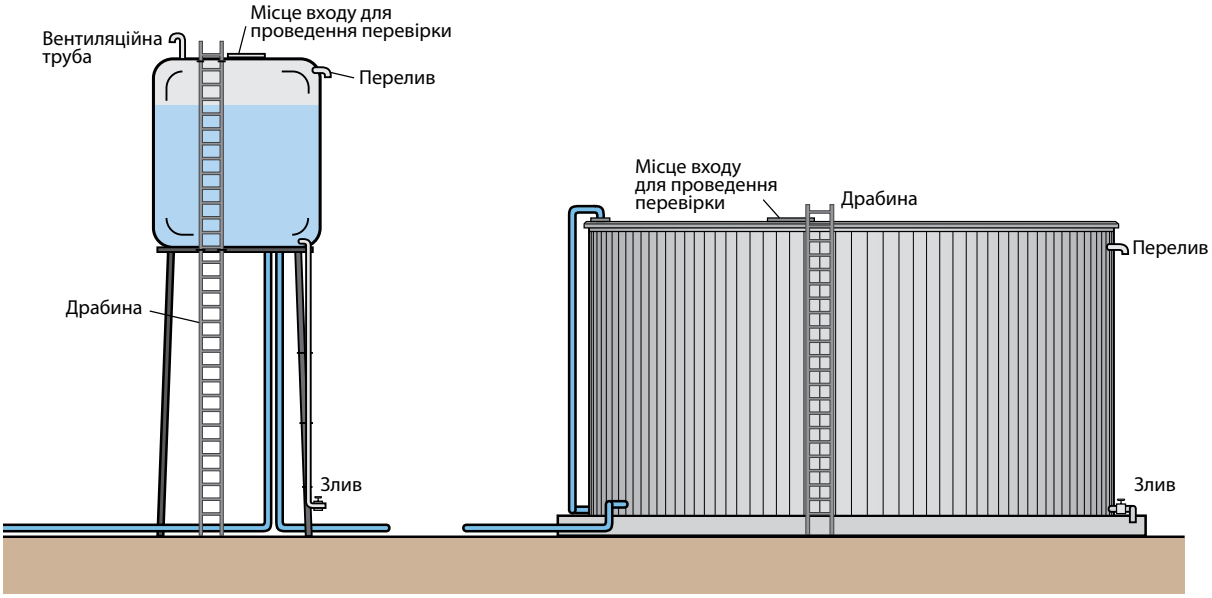
→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 220**

Резервуар для зберігання води (довгостроковий, збудований на місці)

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
★ Гострий етап реагування ★★ Стабілізація ★★ Відновлення	★★ Домогосподарство ★★ Район ★★ Місто	★★ Домогосподарство ★★ Спільний ★★ Суспільний/ державний	Резервний запас води, генерування тиску в мережі
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
★★★ Висока	★★ Середня	★★★ Високий	

РЕЗЕРВУАР ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВОДИ, РОЗМІЩЕНИЙ НА ПІДНЯТТІ

РЕЗЕРВУАР ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ВОДИ НА РІВНІ ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ



Резервуари для зберігання води утримують велику кількість води, зазвичай забезпечуючи баланс між постачанням і попитом на питну воду до її розповсюдження. Вони підходять для всіх етапів надзвичайної ситуації.

Резервуари для зберігання питної води зазвичай проєктуються для забезпечення балансу між постачанням і попитом на воду, при цьому забезпечуючи достатній тиск в системі водопостачання. Вони також можуть дозволяти воді продовжувати текти під час проведення ремонтних робіт в об'єктах інфраструктури вверх за течією. Наявність достатнього місця для зберігання води має й інші шляхи використання, наприклад, забезпечення достатнього періоду часу для утримання води під час її очищення або уможливлення оптимізації проєкту насосу і труби.

Проєктні міркування: Резервуар для зберігання води можна розмістити або на рівні поверхні землі, на підвищенні (що спрощує постачання води завдяки гравітації) або під землею. Вид розміщення залежить як від джерела води (наприклад, на рівні поверхні землі, якщо збирається дощова вода з даху, або під землею, якщо дощову воду збирають з поверхневої системи збору води), а також того, куди воду направлятимуть по відношенню до топографії (наприклад, резервуар на підвищенні потрібний на плоскій поверхні для забезпечення достатнього тиску, проте у горбистій місцевості може бути достатньо поверхневого резервуару). Підземні резервуари зазвичай потребують насосів для постачання води цільовому населенню, і протікання у таких резервуарах виявити важче.

Розмір резервуару для зберігання води залежить від кількості води, яка заходить у та виходить із резервуару протягом дня. Як мінімум, це має відповідати денному попиту на воду, швидкості потоку та кількості водонапірних точок з огляду на погоджені індикатори проєкту «Сфера» із метою уникнення надмірних черг та конфлікту. Проєкт резервуару має враховувати конкретні години пікового попиту протягом дня (зазвичай два пікові моменти), порівняно із повільнішим притоком води у резервуар, який спостерігається протягом більшості годин (24 години у випадку джерела або менше, коли використовуються насоси). При графічному зображенні вимога щодо зберігання може бути обчислена як різниця між найнижчим

і найвищим піковими значеннями у рівні води протягом дня, а у випадку менших систем це робиться зазвичай на основі припущення, що всі крани будуть відкриті у пікові години. Рекомендовано мати достатньо місця для зберігання запасів води хоча б на один день, щоб попередити можливі непередбачувані обставини (наприклад, проблеми чи ремонтні роботи в інших частинах системи).

Вид насосної системи може впливати на вибір розміру резервуару. Наприклад, у випадку використання насосів, які працюють на сонячній чи вітровій енергії **(див. Д.9, Д.10)** рекомендовано мати достатньо місця для зберігання запасів води на три дні. Там, де необхідний об'єм резервуару занадто великий для легкого спорудження, можна побудувати більше ніж один резервуар і з'єднати їх паралельно. Переваги додаткових потужностей щодо зберігання потрібно оцінювати із врахуванням відповідних витрат.

Резервуари для зберігання води мають витримувати місцеві кліматичні та геологічні умови та бути спроєктованими і встановленими відповідно до місцевої ситуації. Резервуари для очищеної води зазвичай розміщені ближче до населення ніж джерело із метою зменшення вартості робіт на трубопроводі (оскільки потрібні труби більшого діаметру для постачання пікового попиту із резервуару ніж для надійного постачання до резервуару протягом довшого періоду часу). Потрібно мінімізувати ризики обвалу, особливо, поблизу будинків. В холоднішому кліматі можливо потрібно буде ізолювати резервуари для попередження замерзання води. У випадку резервуарів із твердими стінками це можна зробити або ззовні, або шляхом закопування резервуарів. У районах із ймовірними опадами у вигляді снігу потрібно переконатися, що дах витримає навантаження від снігу. Там, де резервуари споруджуються на глинистих ґрунтах, задля уникнення структурних руйнувань потрібно переконатися в тому, що було закладено достатньо надійний фундамент і що місця з'єднання основи та стін резервуарів є досить надійними.

Також потрібно ретельно продумати питання додаткових матеріалів для резервуару. Для попередження виникнення надмірного тиску чи утворення вакууму під час заповнення чи випорожнення фільтру потрібна захищена фільтром вентиляційна труба. Для проведення чищення потрібні злив і клапан, де також корисно мати обвідний трубопровід, який би безпосередньо з'єднував водопідвідну трубу та випускну трубу (спершу варто перевірити загальний статичний тиск від джерела до кранів). У випадку резервуарів для збору дощової води механізм першого зливу може зменшити масштаб замулення. Для попередження розмноження комах потрібно встановити фільтри на водопідвідній, випускній трубах і місці переливу. Для обслуговування потрібно буде забезпечити закриття місця доступу і зовнішню/внутрішню драбину. Потрібно закрити доступ до небезпечних місць, наприклад, встановити огорожу, щоб люди не могли впасти чи втонути, що може трапитися, якщо буде можливість залізти на резервуар на піднятті або отримати доступ до нижче розташованого резервуару. Також потрібно додати освітлення як вид захисту.

Матеріали: Матеріали, необхідні для споруджених на місці резервуарів для зберігання води, переважно включають ємність для зберігання води, при цьому можливими варіантами є пластикові заводські резервуари і ємності, виготовлені з різних матеріалів, у тому числі цегли/цементу, залізобетону, армоцементу, кам'яної кладки, металу, пластику та гумової обшивки. Для резервуарів на підвищенні також потрібна стійка або вежа і труби із клапанами для контролю, тоді як для підземних резервуарів потрібні насоси для видобування і постачання води.

Придатність: Довгострокові споруджені на місці резервуари для зберігання води переважно використовуються на етапах стабілізації та відновлення, оскільки такі резервуари мають складнішу структуру порівняно з резервуарами для зберігання води, які можна транспортувати **(див. Т.5)**.

Експлуатація та обслуговування: Завдання з експлуатації та обслуговування включають чищення резервуару та відкриття/закриття клапанів для попередження заїдання. Кількість мулу, яку потрібно очистити, залежить від джерела (наприклад, вода із джерела ймовірніше буде замуленою), і це передбачає спускання води з резервуару із використанням дренажної труби/клапану, промивання середини та проведення будь-яких необхідних ремонтних робіт у структурі. Також можна додати шокове хлорування (на рівні 50 мг на літр) для дезінфекції.

Здоров'я та безпека: Для попередження обвалу резервуару потрібен гарний структурний проєкт. Резервуари мають бути відгороджені задля унеможливлення доступу до них людей, щоб попередити їх травмування. Дизайн також має мінімізувати можливість розмноження комах. Також рекомендовано встановлювати клапани для контролю за резервуарами на піднятті на рівні поверхні землі, що зробить їх обслуговування безпечнішим для оператора (якому не доведеться підніматися по драбині), а також спростить сам процес обслуговування. Резервуари на піднятті чи на рівні поверхні мають розміщуватися на достатній відстані від будинків.

Витрати: Капітальні інвестиції у резервуари для зберігання води сильно варіюються залежно від виду резервуару та пов'язаних із цим структур. Витрати на бетонні резервуари на піднятті є найвищими – на рівні приблизно 700 доларів США за м3. Проте поточні операційні витрати є низькими, особливо за умови використання гравітації для постачання води.

Соціальні та екологічні аспекти: Соціальних занепокоєнь не так багато у цьому випадку, оскільки резервуари для зберігання води не впливають безпосередньо на користувачів. Для спорудження резервуарів для зберігання води потрібно використовувати стійкі матеріали із метою обмеження продукування відходів у довгостроковій перспективі.

Сильні та слабкі сторони:

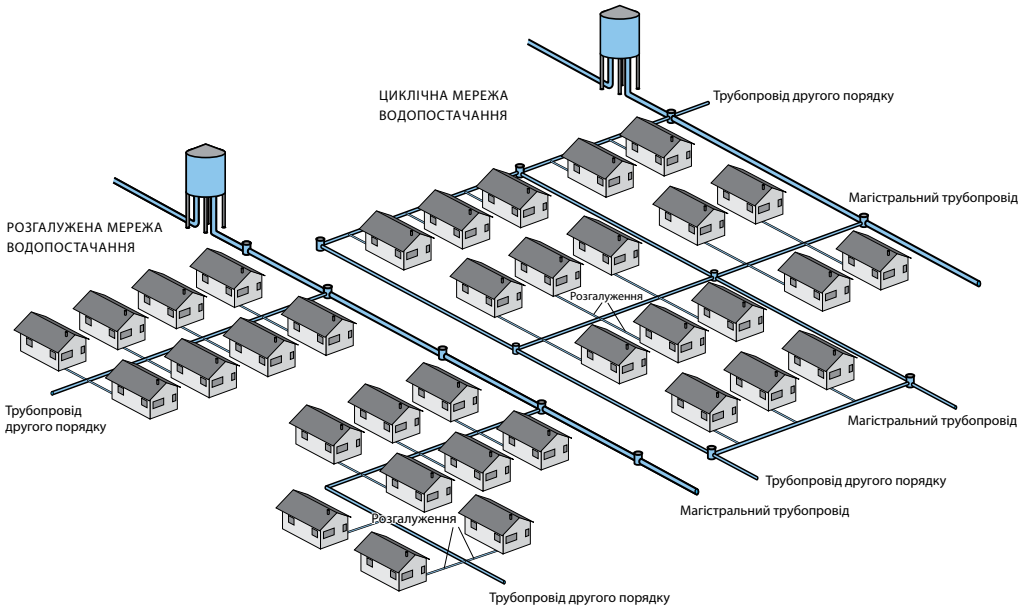
⊕ Забезпечує баланс між притоком води і піковим попитом
⊕ Низькі поточні витрати
⊕ Доступні в різних проєктах для всього спектру потреб

⊖ Ризик обвалу у разі поганого проєктування чи спорудження
⊖ Потрібні значні капітальні інвестиції

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 220**

Громадська мережа водопостачання

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/державний	Водопостачання в невеликому/середньому масштабі з використанням гравітації чи насосів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶✶ Висока	✶✶✶ Високий	



Громадські мережі водопостачання постачають воду із джерела чи установки з очищення через труби до кінцевої точки мережі водопостачання (комунальних кранів чи кранів у домогосподарствах) із використанням різноманітних джерел енергії, наприклад, гравітації чи насосів. На гострому етапі реагування можуть використовуватися мережі невеликого масштабу, тоді як мережі середнього масштабу ймовірніше будуть використовуватися на етапах стабілізації і відновлення.

Попит на воду у громадських мережах водопостачання варіюється протягом дня. Споживання є найнижчим вночі та найвищим у певні пікові години протягом дня, коли вода потрібна для особистої гігієни, миття та приготування їжі. На такі коливання потрібно реагувати за допомогою механізмів щодо зберігання води та контролю за роботою насосів **(див. Т.6)**.

Проєктні міркування: Існує два види громадських мереж водопостачання: розгалужена та циклічна мережі. Розгалужена мережа складається з одного чи кількох магістральних трубопроводів, які відгалужуються на кілька тупикових трубопроводів, під'єднаних до об'єктів. Циклічна мережа (або мережева конфігурація) складається з одного чи кількох магістральних трубопроводів (кілець), через які вода подається у другорядні цикли або відгалуження. Розгалужені мережі простіше проєктувати та встановлювати ніж циклічні мережі, які потребують більше пов'язаних між собою труб, клапанів та спеціальних частин, а також є складнішими і дорожчими. Проте перевагою циклічних мереж є те, що вони мають меншу втрату напору та менше тупиків у водопроводі, а також більшу гнучкість у ремонті труб без впливу на всю систему. В обох видах мереж важливо мати достатньо залишкового тиску у найвіддаленішому крані (зазвичай вважається, що найвищий кран на висоті щонайменше 5 метрів, **див. Д.7**).

Громадські мережі водопостачання потрібно проєктувати з врахуванням даних топографічного дослідження, даних про кількість населення та локацію, поточний та майбутній попит на воду, наявні джерела води, якість води, відстань та різницю у висоті між джерелом і місцем зберігання та між місцем зберігання та кранами, кількості та місця розташування кранів відповідно до того, де проживають люди, об'єм резервуару для зберігання, можливі маршрути прокладання трубопроводів та будь-які технічні питання (наприклад, перетин дороги/річки чи мінімізація високих/низьких точок). Будь-яка нова система має споруджуватися з дотриманням погоджених стандартів проєкту «Сфера» та місцевих регулятивних норм. Вони включають мінімальну швидкість потоку на кран на рівні 0,125 літрів на секунду із достатньою кількістю кранів для забезпечення максимальної кількості у 250 користувачів на кран (для уникнення надмірних черг та конфлікту), достатню кількість води для особистої гігієни та забезпечення побутових потреб (щонайменше 15 літрів на особу на день), а також належний дренаж у громадських кранах задля зменшення накопичення води. Відстань пішки до водонапірної колонки не повинна перевищувати 500 метрів, а подорож туди і назад, включаючи сам забір води, не повинна перевищувати 30 хвилин.

Діаметр труби має обиратися відповідно до необхідної швидкості (0,7 – 3 метри на секунду для обмеження замулювання та розмивання), потенційного майбутнього розширення (наприклад, потенційно обираючи більшу трубу) та економічних міркувань (найнижчі капітальні інвестиції, витрати на обслуговування та пальне досягаються зі швидкістю орієнтовно 0,75 метрів на секунду). Труби і крани мають витримувати тиск, коли всі крани закриті. На вибір матеріалу для труб можуть впливати міркування щодо з'єднання труб і ремонту. Хоча ПВХ-труби дешевше і простіше обслуговувати, вони потребують більше з'єднань, що збільшує ризик допущення помилок і протікання труб, а також вони більш крихкі та схильні до пошкоджень у результаті впливу сонця. Поліетиленові труби дорожчі, проте постачаються великими валами, які потребують менше з'єднань. Проте такі з'єднання потребують або дорожчої компресійної арматури, або стикозварювальної машини, яка працює від генератора. При прокладанні труб важливо забезпечити правильне викопування траншей, ущільнення та засипання задля попередження пошкоджень і протікань (зміна виду труб, наприклад, на оцинковані труби є можливим варіантом для перетинів доріг або струмків). Загалом труби водопостачання мають прокладатися над каналізаційними трубами задля зменшення ризику перехресного забруднення. Потрібно визначати геолокацію і глибину труб та клапанів, перш ніж їх засипати. У холодному кліматі, де щороку замерзає земля, труби мають прокладатися під максимальною глибиною промерзання ґрунту.

Матеріали: Мережі водопостачання потребують багато різних матеріалів, включаючи джерело забору води, насосну систему, резервуар для зберігання, труби/клапани/арматуру, крани та запчастини. Наявність на місцевому рівні залежить від проєкту та конкретної ситуації.

Придатність: Громадські мережі водопостачання поширені у міських та напівміських районах. У сільських районах більш доречними можуть бути простіші мережі із під'єднаннями до домогосподарства чи подвір'я або публічні водонапірні колонки. На гострому етапі реагування можна швидко запровадити мережі водопостачання невеликого масштабу за наявності мінімального проєкту (наприклад, м'які резервуари та водонапірні колонки), а на етапах стабілізації і відновлення їх замінюють більшими мережами водопостачання, спорудження яких стає складнішим і потребує суттєвих інвестицій. Тому у таких випадках надзвичайно важливими є належне проєктування та планування.

Експлуатація та обслуговування: Із використанням гравітаційного потоку завдання з експлуатації та обслуговування є помірними. Оскільки обсяг експлуатації та обслуговування збільшується як тільки встановлюються насоси, краще розробляти проєкт на меншу кількість насосів або з використанням сонячної енергії для забезпечення їх роботи. Зазвичай протікання становлять найбільшу проблему щодо експлуатації та обслуговування, і вони можуть траплятися з різних причин, наприклад, через незаконні підключення, рух ґрунту та структури, навантаження на мережу, погану якість з'єднань між трубами, пошкодження через землерийні роботи, що проводяться з інших причин, вік, корозію та високий тиск чи зміни в температурі. Замулення може бути іншим викликом через погане проєктування водопідвідних та інших труб, неналежне очищення чи повторне забруднення внаслідок протікання у стиках. У такому разі можуть знадобитися промивання, відкачування чи продування та дезінфекція труб. Інші завдання з експлуатації та обслуговування включають заміну кранів, клапанів, спустошення клапанів зливу (у низьких точках трубопровідної системи), проведення ремонтних робіт у резервуарі та моніторинг якості води на предмет наявності залишкового хлору **(див. О.6)**. Повітряна пробка може забивати труби у високих точках, тому можна встановити клапани для випуску повітря.

Здоров'я та безпека: Люди можуть травмуватися внаслідок падіння у траншею під час прокладання труб, особливо, вночі. Також існує велике занепокоєння стосовно резервуарів для води на піднятті, у разі чого потрібен належний структурний проєкт задля попередження обвалу **(див. Т.6)**. Ризики для здоров'я можуть виникати в результаті перебоїв у роботі менших мереж, що може спричиняти від'ємний тиск і подальше забруднення у стиках, що протікають. Це може знизити рівень залишкового хлору у системі та становити мікробіологічний ризик для здоров'я у побутових умовах.

Витрати: Капітальні інвестиції зазвичай є високими, переважно через саму мережу водопостачання. Поточні операційні витрати можуть бути різними. Коли використовується лише гравітація, поточні витрати є низькими, проте коли у будь-якій секції мережі використовуються насоси для качання води, поточні витрати будуть вищими. Відтак краще виключити з проєкту або зменшити потребу в насосах за можливості та/або обирати сонячну енергію для забезпечення їх роботи. Насоси на сонячній енергії пов'язані з нижчими поточними витратами та окуповуються за кілька років, а також пов'язані з меншим рівнем викидів парникових газів **(див. Д.10)**.

Соціальні та екологічні аспекти: Важливо залучати користувачів до певних аспектів процесу планування (наприклад, місце розташування водонапірної колонки та проєктування). Потрібно уточнити питання права власності на землю, і потрібно укласти договори на всі земельні ділянки, на яких будуть розташовані труби, резервуари та водонапірні колонки із метою уникнення в подальшому позовів чи конфліктів. Підключення домогосподарств може значно збільшити споживання води (та водовідведення) і потребує в подальшому встановлення належних систем утилізації побутових і фекальних стоків. Іншою проблемою може бути незаконне під'єднання до трубопроводу. У випадку великої кількості споживачів рекомендується встановити лічильники.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Більш зручний та бажаний спосіб постачання води користувачам

⊕ Нижчий рівень забруднення порівняно з водою, яку переносять у каністрах, та у водовозах

⊕ Під час постійного водопостачання відсутня потреба у безпечному зберіганні та очищенні води

⊕ Низькі поточні витрати у разі використання гравітації та сонячної енергії для забезпечення роботи насосів

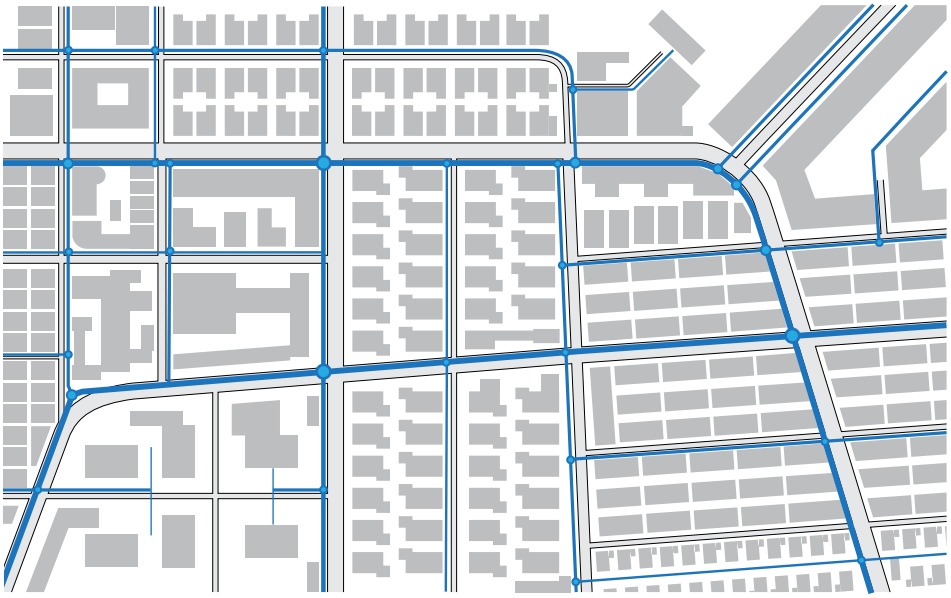
⊖ Потрібно провести масштабне топографічне дослідження та проєктну роботу, складний рельєф може обмежити можливість прокладання труб

⊖ Потрібні значні капітальні інвестиції та часто обмежена наявність труб, клапанів/арматури та водонапірних колонок

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 220**

Великомасштабна мережа водопостачання

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶✶ Суспільний/ державний	Водопостачання у великому масштабі з використанням гравітації чи насосів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶✶✶ Висока	✶✶✶ Високий	



Великомасштабна мережа водопостачання постачає воду із джерела або установки з очищення води по трубах до кінцевої точки мережі водопостачання (комунальних кранів чи кранів у домогосподарствах) із використанням різноманітних джерел енергії, наприклад, гравітації чи насосів. В умовах надзвичайної ситуації це саме ті мережі, які вже існують, проте можуть потребувати ремонту чи модернізації.

Компоненти великомасштабної мережі водопостачання подібні на компоненти громадської мережі водопостачання **(T.7)**, та їх основна відмінність полягає у масштабі. Великомасштабні мережі зазвичай обслуговують міські громади та мають складніший проєкт трубопроводу, більше насосів і більше місць для зберігання у різних районах. Вони також мають вищу щільність під'єднань на рівні домогосподарств.

Проєктні міркування: Великомасштабні мережі водопостачання зазвичай є циклічними системами із такими перевагами, як менша втрата напору, менше тупикових під'єднань та більше гнучкості у ремонті труб без впливу на систему загалом. Проєктні міркування у випадку цих мереж подібні до оцінок громадських мереж водопостачання **(T.7)**, але у більшому масштабі. Це вказує на тенденцію до загалом вищого попиту на воду у кожному домогосподарстві (чим зручнішим є джерело, тим більше води використовується), більшого попиту на воду з боку промисловості, громадськості чи організацій, бізнесів, пожежників, а також значно більше неврахованої води (наприклад, через протікання та під'єднання до мережі без дозволу). Для вимірювання споживання і виставлення відповідних комунальних рахунків потрібні лічильники води. Працівники екстрених служб реагування можуть залучатися до виконання невідкладних ремонтних робіт та модернізації існуючих мереж. Ці мережі зазвичай експлуатуються якимось іншим підприємством, тому важливо налагодити з ними контакт до початку будь-яких робіт.

У випадку менших систем із водонапірними колонками та чергами **(T.7)** проєкт зазвичай припускає, що всі крани відкриті у пікові години. У випадку дещо більших систем без черг середній потік (протягом 24 годин) зазвичай множиться на показник пікового потоку відповідно до кількості кранів у системі. У випадку більших систем (понад 250 кранів) різниця між середнім потоком і максимальною миттєвою витратою буде подібною, і проєкт може ґрунтуватися на середньому потоці, помноженому

на середній показник пікового потоку у 2,5, до чого додається будь-який додатковий показник для збільшеного використання у певні місяці року. У багатьох випадках основним фактором при проєктуванні більших систем може бути об'єм води, необхідний для гасіння пожеж, оскільки він може бути набагато більшим ніж піковий потік, необхідний для інших цілей. Стандарти різняться, проте зазвичай проєкт враховує постачання води для гасіння пожежі протягом двох годин, тоді як сам потік визначається розміром населення. Проте будь-який проєкт для гасіння пожеж потрібно розробляти відповідно до того, що є в наявності для гасіння пожеж (наприклад, наявність пожежних автомобілів).

Матеріали: Для великомасштабних мереж водопостачання потрібні подібні матеріали, як і для громадських мереж водопостачання **(T.7)**, але у більшій кількості. Місцева доступність залежить від проєкту та конкретного контексту.

Придатність: В умовах надзвичайної ситуації, коли великомасштабні мережі водопостачання є релевантними, вони вже існують, отож роботи передбачатимуть ремонт або модернізацію частини мережі, а не проєктування і будівництво нової мережі. Те, які саме частини потрібно модернізувати, залежить лише від контексту надзвичайної ситуації. Наприклад, там, де спостерігаються проблеми з електропостачанням, проблеми можуть виникати у тих секціях, які потребують електропостачання (наприклад, насосні станції чи установки з очищення води), або у разі настання стихійного лиха будь-яка частина мережі могла зазнати впливу (наприклад, мережа водопостачання, насосні станції, лінії електропередачі та установки з очищення води). Окрім пошкоджень, завданих надзвичайною ситуацією, також можуть бути проблеми із старою мережею, яку можливо погано обслуговували до того, як настала надзвичайна ситуація, або паралельно можуть бути нагальні проблеми із системою водовідведення. Таким чином можуть знадобитися роботи з модернізації мереж водопостачання та водовідведення, відтак вирішуючи хронічні проблеми на гострому етапі надзвичайної ситуації.

Експлуатація та обслуговування: Усі завдання, пов'язані з громадськими мережами водопостачання, також стосуються і більших систем, при цьому відмінність полягає у масштабі та складності. Зазвичай буде більше обладнання, яке потрібно буде обслуговувати (наприклад, більше насосних станцій, **див. B.10**), устаткування може бути складніше обслуговувати (наприклад, більші насоси), і для управління витоками може знадобитися більш високотехнологічне обладнання для виявлення протікання. Відтак такі системи можуть бути технічно дуже складними, потребуючи глибокі інженерні знання про міські мережі водопостачання, що часто лежить за межами досвіду інженерів, які раніше могли мати справу лише з гуманітарних сектором. Основною проблемою є отримання відомостей про те, де всі труби знаходяться та як вони з'єднані, та з огляду на те, що рідко коли в наявності є повні карти великомасштабних мереж водопостачання, важливо зв'язувати між собою існуючих працівників із відповідними знаннями.

Здоров'я та безпека: Більші системи зазвичай мають безперебійний напор води, тому ризики від забруднення в результаті протікання є меншими, але їх не варто ігнорувати.

Витрати: Капітальні інвестиції в модернізацію можуть бути дуже високими у випадку більших систем та будуть суттєво варіюватися залежно від того, які саме роботи з модернізації потрібні. Подані далі приклади дають загальне уявлення. У Зімбабве, за підрахунками, модернізація невеликої міської мережі водопостачання, яка обслуговує 80 000 осіб, коштувала приблизно 30 доларів США на мешканця (де більшість робіт передбачала ремонт і заміну насосних станцій та частково роботи на установці з очищення води), тоді як модернізація великої міської мережі, яка обслуговувала 1 мільйон осіб, за підрахунками, коштувала приблизно 13 доларів США на жителя (роботи на насосних станціях, водоочисних установках/каналізаційних очисних установках та заміна каналізаційних труб). Після надзвичайної ситуації потрібно буде покривати поточні операційні витрати. Великомасштабні системи часто фінансуються за рахунок тарифів для користувачів, проте після надзвичайної ситуації система тарифів може бути нефункціональною. Забезпечення перезапуску цих систем оплати буде надзвичайно важливим завданням, спрямованим на те, щоб зробити модернізацію сталою. Поточні витрати будуть значними у випадку цих систем, тому може бути краще виключити з проєкту чи зменшити потребу у насосах під час виконання робіт із модернізації, коли це можливо, та/або обрати сонячну енергію для забезпечення роботи насосів **(див. Д.10)**.

Соціальні та екологічні аспекти: Оскільки ці мережі зазвичай споруджуються задовго до настання надзвичайної ситуації, не повинно бути жодних соціальних чи культурних проблемних питань. Мета має полягати у забезпеченні справедливого водопостачання із зосередженням особливої уваги на потребах вразливих груп населення або доступу до неформальних поселень. Підключення домогосподарств може значно збільшити споживання води (та водовідведення) і потребує в подальшому встановлення належних систем утилізації побутових і фекальних стоків. Іншою проблемою може бути незаконне під'єднання до трубопроводу.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Можуть покращити ситуацією з дотримання гігієни та стану здоров'я завдяки вищому використанню води із більшою кількістю під'єднаних домогосподарств

⊕ Можуть гарантувати якість води порівняно із громадськими мережами водопостачання, оскільки усуваються такі шляхи забруднення як збір і зберігання води

⊕ Зазвичай забезпечують постійне водопостачання, що означає менше забруднення у мережі водопостачання

⊕ Використовуються переважно жителями міст, які можуть собі дозволити оплачувати тарифи, що натомість фінансує поточне функціонування мережі

⊖ Потрібні суттєві капітальні інвестиції для проведення модернізації

⊖ Потрібен комплексний детальний план для врахування масштабу і складності великих мереж, що не завжди просто з огляду на існуючі обмеження щодо даних

⊖ Може бути складно перезапустити систему компенсації витрат після надзвичайної ситуації, коли особисті ресурси і так обмежені

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 220**

Технології очищення води в домашніх умовах та безпечного зберігання можна використовувати як альтернативний варіант одноетапного очищення води у випадках, коли централізоване очищення чи очищення на рівні громади недоступні або коли якість наданої води не відповідає необхідним стандартам. У разі, коли у процесі транспортування між точкою наповнення та домогосподарством має місце (повторне) забруднення, очищення води в побутових умовах може покращити якість води до моменту її споживання. У будь-якому випадку питну воду потрібно зберігати в безпечних умовах. З огляду на появу на ринку все більшої кількості продуктів для очищення води в побутових умовах ВООЗ розробила схему для проведення незалежної оцінки їх ефективності стосовно усунення мікробіологічних забрудників. Класифікація такої ефективності ґрунтується на трьох рівнях захисту та відповідних показниках усунення log:

	(необхідне усунення log10)			
Класифікація ефективності	**Бактерії**	**Віруси**	**Найпростіші організми**	**Трактування**
***	≥ **4**	≥ **5**	≥ **4**	Комплексний захист
**	≥ **2**	≥ **3**	≥ **2**	
*	Відповідає критеріям із показником у принаймні 2 зірочки (**) по двох класах патогенів			Цільовий захист
–	Не відповідає критеріям ефективності ВООЗ			Майже ніякого або відсутній захист

Таблиця 1. Міжнародна схема для оцінювання технологій очищення води в побутових умовах (адаптовано з публікації ВООЗ)

У цьому розділі представлений короткий огляд основних технологій очищення води в побутових умовах **(Б.3 – Б.14)** без зосередження уваги на конкретних брендах. Місця для безпечного зберігання води **(Б.1)** та місця для миття рук **(Б.2)** вважаються основним елементом гарантування безпеки користувачів на рівні домогосподарства і тому також включені до цього розділу.

Б.1 Безпечне зберігання води
Б.2 Місце для миття рук
Б.3 Керамічна фільтрація
Б.4 Мембранна фільтрація
Б.5 Біологічна повільна піщана фільтрація
Б.6 Хлорування в побутових умовах
Б.7 Хлорування в точках наповнення
Б.8 Коагуляція, седиментація та хлорування
Б.9 Кип'ятіння
Б.10 Пастеризація
Б.11 Ультрафіолетова лампа
Б.12 Сонячна дезінфекція
Б.13 Фільтр для видалення фтору
Б.14 Фільтр для видалення миш'яку

Вибір технології очищення води в побутових умовах має ґрунтуватися на ефективності, а також ймовірності досягнення високого рівня правильного, послідовного та тривалого використання. Також потрібно враховувати фактори, які сприяють ефективному впровадженню, включаючи ланцюг постачання і витрати. До таких факторів відносять:

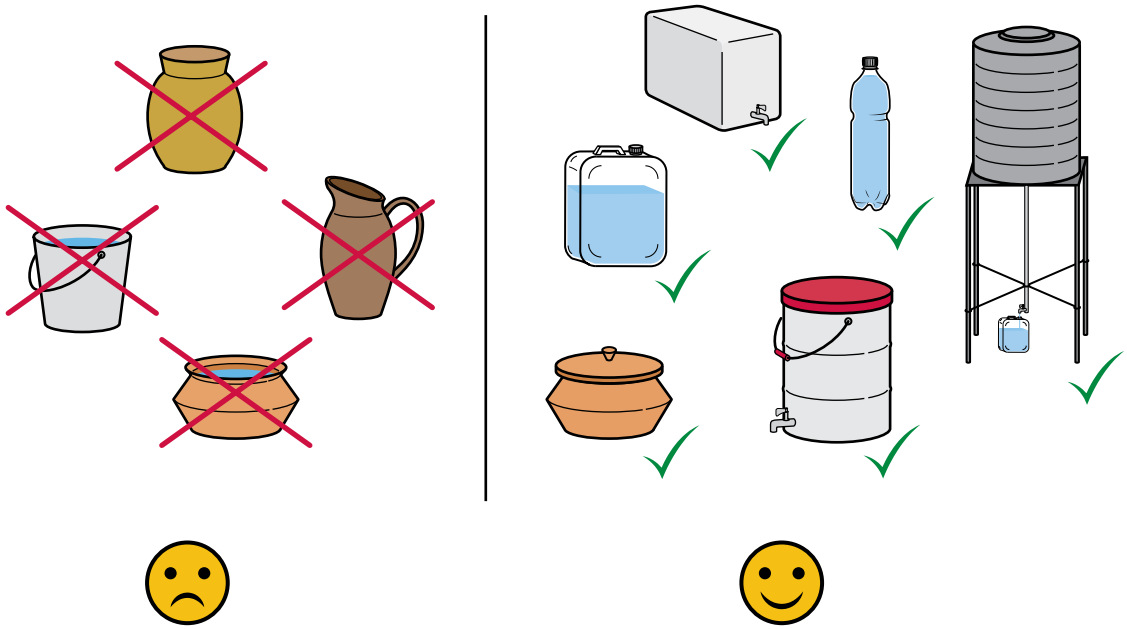
- Легкості та здатності отримувати прийнятну якість води
- Якість води та вид забруднення
- Необхідний рівень захисту
- Місцеву наявність чи доступ до продуктів для очищення води в домашніх умовах та безпечного зберігання, розхідників чи запчастин
- Ціну на обладнання і розхідники
- Готовність і здатність платити за обладнання і розхідники
- Культурні вподобання стосовно певного методу очищення
- Мотивацію та обізнаність споживачів про проблеми з якістю води
- Кількість води, яку потрібно очистити
- Доступний простір
- Наявні джерела енергії
- Покращення естетичних властивостей води, включаючи каламутність, колір, смак і запах
- Техніко-економічну обґрунтованість використання багатоетапного підходу із поєднанням фільтрації, дезінфекції та безпечного зберігання

Б

Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання

Безпечне зберігання води

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶ Спільний Суспільний/ державний	Захист води від (повторного) забруднення
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	



Безпечне зберігання води попереджує (повторне) забруднення під час зберігання води вдома, захищаючи її від контакту з руками, чашками/черпаками, тваринами, брудом та патогенами. Це важливо на всіх етапах надзвичайної ситуації.

Пристрої для безпечного зберігання води мають кришку, краник чи вузький вихідний отвір для наливання води, є світлонепроникними або прозорими, та їх легко чистити. Контейнери можуть бути різного розміру, варіюючись від посудин на 10 літрів, відер і каністр **(Т.1)** до резервуарів для зберігання води об'ємом 1 000 літрів. Використання практик безпечного зберігання води вдома забезпечує наявність доступного об'єму води для задоволення попиту в межах домогосподарства.

Проєктні міркування: Для того, щоб вважатися безпечними, контейнери для зберігання води мають бути добре закритими і бажано мати вузький отвір або кран для наповнення і наливання води, що не дозволяло б засовувати руки або забруднені черпаки у воду. Вони мають бути виготовлені з матеріалів, які є стійкими, легкими та непрозорими для попередження росту водоростей. Якісні контейнери для зберігання легко піднімати та переносити, вони стабільні і мають пласке дно, їх легко чистити (наприклад, відсутні невеликі місця, як-от порожнинні ручки, де можуть накопичуватися водорості та бруд). Контейнери для зберігання можуть розміщуватися всередині будинку або назовні (наприклад, під землею, на даху будинку або на спеціально спорудженому постаменті чи вежі). Вони можуть наповнюватися водою вручну або бути під'єднаними безпосередньо до мережі водопостачання, системи збору дощової води чи іншого резервуару для зберігання води. Якщо очищення води проводиться в побутових умовах, то важливо мати як мінімум два окремі контейнери для зберігання води – один для транспортуванням неочищеної води та інший для зберігання очищеної води. Безпечні контейнери для зберігання води мають бути захищені від тварин.

Матеріали: Контейнери для зберігання можуть суттєво варіюватися за дизайном і матеріалами. Широко використовуються такі матеріали, як глина, гарбузові культури, мідь, сталь, алюміній та пластик. Поліетиленові каністри, гнучкі каністри та пластикові відра з кранами також широко розповсюджуються в умовах надзвичайної ситуації.

Бажано віддавати перевагу непрозорому матеріалу задля попередження росту водоростей. Пристрої для зберігання води можна обладнати кранами. Крани низької якості зазвичай починають протікати відносно швидко, і їх може бути потрібно замінювати частіше задля уникнення марних втрат води; відтак варто розглянути переваги і недоліки вибору між дорожчими, але надійнішими імпортованими кранами і дешевшими, але менш якісними місцевими кранами. Контейнери для питної води мають бути виготовлені з нових придатних для питної води матеріалів, таких як поліпропілен, поліетилен, або у разі ретельного очищення для попередження росту бактерій можуть використовуватись контейнери, в яких раніше зберігалася їжа (наприклад, харчова олія). Заборонено використовувати каністри для газу, банки з-під фарби або інші посудини, які містили хімікати або речовини, шкідливі для здоров'я людей.

Придатність: Безпечне зберігання питної води є надзвичайно важливим в умовах надзвичайної ситуації, коли впливу зазнають якість води та водопостачання. Проєкт «Сфера» рекомендує щонайменше 7,5 – 15 літрів на особу на день для пиття, приготування їжі і дотримання особистої гігієни в умовах надзвичайної ситуації залежно від місцевих звичок, фізіології та клімату. Проєкт «Сфера» також рекомендує, щоб в кожному домогосподарстві було принаймні два чисті контейнери для збору води об'ємом 10 – 20 літрів. Доступними мають бути додаткові чисті контейнери для зберігання води, щоб забезпечити постійну наявність води вдома. Належні вимоги щодо безпечного зберігання можуть варіюватися залежно від надійності водопостачання та кількості осіб у домогосподарстві. Для різних груп користувачів (наприклад, діти, особи з інвалідністю чи люди старшого віку) може бути зручніше використовувати невеликі або спеціально спроєктовані контейнери **(див. X.15)**. Безпечні контейнери для зберігання води часто виготовляються на місцевому рівні, що робить їх легко доступними у багатьох громадах. На гострому етапі реагування потрібно швидко отримати доступ до контейнерів і розповсюдити їх. На етапах стабілізації та відновлення їх можна замінити більш надійними варіантами із краном та стійкою.

Експлуатація та обслуговування: Якщо джерело води містить залишковий хлор і контейнери тримають закритими, ризик повторного забруднення є низьким і чищення знадобиться лише час від часу. Якщо у джерелі відсутній залишковий хлор, стан дотримання гігієни є низьким або у контейнері збирається мул через погану якість води, контейнери потрібно буде чистити регулярно. Їх потрібно чистити щотижня або кожного разу, як вони виглядають брудними. Залежно від виду контейнеру чищення можна проводити з використанням мила та хлору і очищенням м'якою щіткою або ганчіркою з м'якої тканини, щоб не подряпати поверхні. Практики поводження з контейнерами для безпечного зберігання води включать зберігання очищеної води не на землі у темному місці вдома і подалі від маленьких дітей, тварин та комах. Лійки, які використовуються для наповнення контейнерів із вузьким отвором, мають бути чистими задля попередження забруднення. Користувачів потрібно ознайомити з ризиками забруднення після очищення або після постачання води через контакт із руками, комахами, тваринами, пилом і брудними чашками чи черпаками **(див. X.16)**.

Здоров'я та безпека: Було виявлено, що в побутових умовах може відбуватися забруднення води після очищення за умови її зберігання в неналежних умовах. Незалежно від мікробіологічної якості води на момент збору вона часто забруднюється повторно під час видобутку, транспортування і зберігання. Дослідження продемонстрували, що очищення води в побутових умовах більш ефективно зменшує діарею, коли його поєднують із практиками безпечного зберігання води та відповідними пристроями. У випадках, коли в джерелі воду не очищують, важливо визначити окремі каністри для транспортування і зберігання води, щоб уникнути повторного забруднення після очищення. На цьому потрібно наголошувати у просвітницьких повідомленнях із питань гігієни **(див. X.16)**.

Витрати: Витрати на безпечні контейнери для зберігання води варіюються залежно від матеріалів, дизайну та локації. Безпечні контейнери для зберігання води, виготовлені локально, зазвичай є економічно доступними для домогосподарств, а там, де місцевих продуктів немає в наявності, витрати на транспортування можуть бути високими. Інші витрати включають продукти для дезінфекції і чищення, які часто вже є вдома. Надійні контейнери високої якості можуть зазвичай використовуватися роками, перш ніж їх потрібно буде замінювати.

Соціальні та екологічні аспекти: Види контейнерів для зберігання води варіюються у різних громадах і культурах, тому їх варто обирати з огляду на вподобання та фізичні здібності користувачів, економічну доступність, надійність та легкість транспортування, використання та обслуговування. В умовах надзвичайної ситуації швидкі оцінювання та консультації з домогосподарствами можуть допомогти із вибором належних контейнерів. Розповсюдження пристроїв для безпечного зберігання варто поєднувати із (регулярними) заходами із просування гігієни **(див. X.16)** задля стимулювання та підтримки використання бажаних практик транспортування і зберігання води. Також рекомендовано здійснювати регулярний моніторинг відповідних побутових практик і якості води у місці її використання.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Зменшують ймовірність повторного забруднення за наявності правильного проєктування контейнера
⊕ Зазвичай є економічно доступними
⊕ Прості у використанні та обслуговуванні

⊖ Контейнери з кранами швидше ламаються
⊖ Може бути складно чистити
⊖ Ризик (повторного) забруднення води за умови неналежного чищення

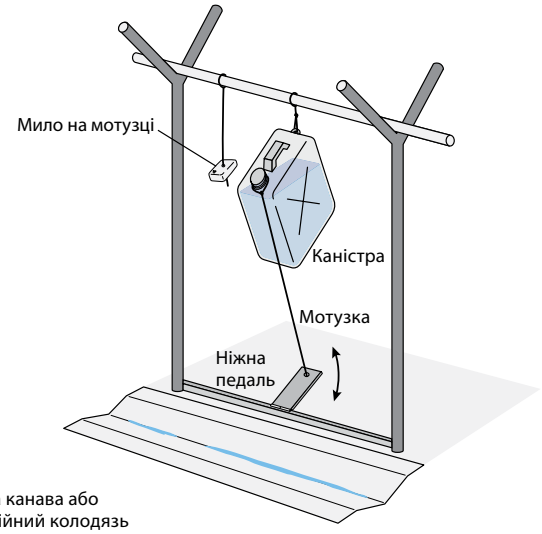
→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 220**

Місце для миття рук

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район ✶✶ Місто	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Спільний ✶ Суспільний/ державний	Зменшення ризиків для громадського здоров'я і передачі патогенів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	

СТАНЦІЯ ДЛЯ МИТТЯ РУК

ВОДЯНА КОЛОНКА З ПЕДАЛЛЮ



Належне і часте миття рук милом – це один із найважливіших заходів для попередження передачі діареї та респіраторних захворювань. Місця для миття рук мають бути в наявності біля туалетів, місць для приготування їжі та інших критичних локацій у домогосподарствах, школах, закладах охорони здоров'я та інших установах і громадських місцях. Коли трубопровідна система водопостачання є недоступною, станції для миття рук потребують постійного наповнення водою та постачання мила.

За даними досліджень, миття рук милом зменшує рівень захворюваності діареєю та іншими пов'язаними з водою захворюваннями на 35 – 45%. Практика миття рук має активно просуватися під час будь-якої надзвичайної ситуації, і у користувачів завжди мають бути засоби для миття рук із милом і водою. Станції для миття рук мають включати постійне джерело води і мило. У разі відсутності води і мила як альтернативний варіант можна використовувати спиртовий санітайзер для рук або попіл.

Проєктні міркування: Станції для миття рук потрібно встановлювати на невеликій відстані (менше 5 метрів) від туалету (незалежно від того, чи вони приватні, спільні або громадські) та у всіх місцях, де готується або вживається їжа, наприклад, ринки, кухні та їдальні. Рекомендована мінімальна кількість води для миття рук у громадському туалеті становить 1 – 2 літри на користувача на день. Зазвичай за один раз використовується приблизно 500 мл води для миття рук, якщо вода подається із трубопроводу. Крани в місцях для миття рук, а також тиск у трубі визначають кількість води, яка використовується і марно витрачається. Економні крани можуть зменшити таку кількість до 100 – 250 мл. Мінімальна кількість мила, потрібна для особистої гігієни, становить 250 г на людину на місяць. У громадських закладах потрібно забезпечити постійне надходження мила, це також гарне місце для його розповсюдження у громаді. Потрібен дренаж для стічних вод із метою підтримання місць для миття рук у чистому, сухому та гігієнічному стані. Стоки можна збирати у спеціальному відрі для стічних вод або виливати у відкриті дренажні канави чи закриту каналізацію. Коли дозволяє стан ґрунту, стічні води можна утилізувати на місці (наприклад, попередньо очистити за допомогою піску та жировловлювача і утилізувати в каналізаційному колодязі). Станції для миття рук мають

бути інклюзивними, тобто діти та люди з обмеженою мобільністю також мають мати можливість дотягнутись до місць для миття рук і скористатися ними.

Матеріали: Місця для миття рук включають крани різного виду, під'єднані до труби чи контейнеру. У разі відсутності трубопровідної води можна використовувати стандартне відро з краном і дренажним колодязем, але при цьому потрібно гарантувати його повторне заповнення. Контейнери повинні мати кришку для захисту від забруднення. Прості низькозатратні рішення, такі як водяні колонки з педаллю, складаються з підвішеної каністри, яку можна нахиляти за допомогою ніжної педалі, щоб почала текти вода. Крани мають бути надійними для попередження крадіжки чи поломки. Можна використовувати рідке, тверде чи порошкове мило, або ж у разі відсутності мила його можна замінити попелом. Можливо потрібно буде прив'язати мило до місця для миття рук із метою попередження крадіжки (наприклад, мило на мотузці). Місця для миття рук мають бути надійними задля попередження крадіжки і вандалізму та за можливості мають розташовуватися у захищених районах.

Придатність: На всіх етапах надзвичайної ситуації край важливо, щоб в наявності були вода, мило та обладнання для миття рук. На гострому етапі потрібно пріоритизувати розповсюдження мила та контейнерів для води, а також запровадження систем для миття рук у критично важливих місцях (наприклад, поблизу туалетів). До того ж варто активно просувати практику миття рук під час будь-якої надзвичайної ситуації **(див. X.16)** із використанням різноманітних каналів комунікації, а в користувачів завжди мають бути засоби для миття рук із милом. Просування миття рук є особливо важливим у разі, якщо постраждала громада не звикла регулярно мити руки або зазнала травматизації. Завжди потрібно просувати п'ять повідомлень, коли критично важливо мити руки із милом: після того, як скористалися туалетом, після того, як помили дитину, яка сходила в туалет, перед приготуванням їжі, перед споживанням їжі, а також до та після догляду за хворою людиною. Під час епідемії респіраторних інфекцій також рекомендовано мити руки після кашлю та прочищення носа.

Експлуатація та обслуговування: У громадських закладах потрібно постійно поновлювати запаси води у контейнерах та мила. Серед приватних домогосподарств мило зазвичай розповсюджують періодично. Потрібно контролювати дренажні канави та каналізаційні колодязі, які використовуються для утилізації стоків, на предмет забивання, яке можна зменшити шляхом використання звичайних жировловлювачів та пісколовок. Місця для миття рук і резервуари для зберігання води потрібно тримати у чистоті. На гострому етапі реагування, можливо, потрібно буде, щоб медичні працівники просували базову гігієну та миття рук **(див. X.16)** поблизу вбиральнь, у центрах охорони здоров'я або у межах інших заходів із підтримки громадського здоров'я. На етапах стабілізації та відновлення можуть знадобитися більш комплексні заходи із просування змін у поведінці у районах, де миття рук практикується нечасто або непослідовно.

Здоров'я та безпека: Якість води та використання мила є важливими факторами, які впливають на ефективність миття рук. Дослідження показують, що миття рук забрудненою водою із милом все одно зменшує ризик діареї порівняно з взагалі відсутністю такої практики. Проте якість води у пристроях для миття рук можна покращити завдяки регулярному чищенню, дезінфекції та використанню пристроїв для безпечного зберігання води **(Б.1)**. У закладах охорони здоров'я під час спалахів хвороб до води для миття рук додають хлор у концентрації до 0,05% **(див. X.14)**.

Витрати: Мило та контейнери, які використовуються для станцій для миття рук, зазвичай недорогі та доступні на місцях. Їх варто закуповувати у великій кількості на початку надзвичайної ситуації та адаптувати для миття рук (наприклад, встановлення кранів). Інші витрати включають персонал для просування гігієни та спорудження дренажних канав чи каналізаційних колодязів.

Соціальні та екологічні аспекти: Просування миття рук є край важливим під час надзвичайної ситуації, але для забезпечення ефективності таких заходів спершу потрібно облаштувати місця для миття рук, які були б адаптовані до місцевих потреб. Повідомлення, спрямовані на просування цієї практики, можуть включати соціальний тиск чи емоційний або естетичний заклик. Потрібно оцінити рушійну силу або бар'єри щодо певної поведінки для того, щоб ефективно просувати практику миття рук, наприклад, сприйняття ризиків для здоров'я, переконання щодо вигоди і витрат, емоції, пережитий соціальний тиск, можливості, дії та планування зменшення бар'єрів **(див. X.16)**. Прості «спонукання», такі як наявність дзеркала у місці для миття рук чи знаків, які вказують на пристрій для миття рук, можуть бути ефективними у підтриманні використання практики миття рук, разом з іншими інтервенціями, спрямованими на запровадження поведінкових змін, хоча в будь-якому випадку залучення місцевих лідерів та осіб, відповідальних за популяризацію гігієни, є ключовою передумовою успішної кампанії. Потрібно розглянути питання дренажу забруднених стічних вод, отриманих у результаті миття рук.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Один із найбільш ефективних та низькозатратних методів зменшення спалахів діареї/респіраторних захворювань

⊖ Потрібно регулярно поповнювати запаси води в контейнері у разі відсутності трубопровідної води

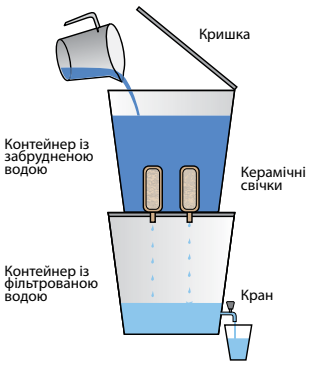
⊖ Якщо пристрої використовують занадто багато води, її запаси в контейнерах можуть не поповнюватися, коли джерело води розташоване далеко від цього місця

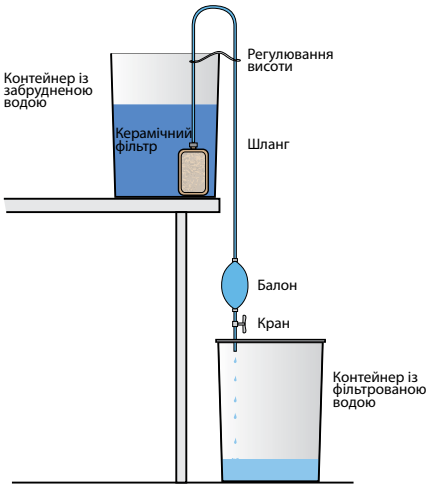
⊖ Контейнери можуть використовуватися в інших цілях

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 221**

Керамічна фільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство Район Місто	✶✶ Домогосподарство Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, механічне усунення патогенів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶ Низька	✶✶✶ Високий	





Керамічний фільтр – це пристрій для механічної фільтрації, виготовлений із глини, який вловлює частки і мікроорганізми в керамічному елементі, що може бути горщиком, свічкою чи диском. Зазвичай керамічні фільтри складаються з двох частин, верхня з яких містить неочищену воду і керамічний елемент, а нижня – фільтровану воду та кран. Керамічні фільтри можуть бути вбудовані безпосередньо у трубопровід під тиском.

Керамічні фільтри мають пори розміром у мікрон, які фільтрують зважені частки та патогенні мікроорганізми через механічне вловлювання та адсорбцію, і у цьому процесі надзвичайно важливою є якість фільтраційних елементів. Керамічні фільтри зазвичай не усувають віруси. Часом у керамічних фільтрах використовується колоїдне срібло для захисту від повторного забруднення, хоча його ефективність ставиться під сумнів, оскільки деякі дослідження вказують, що воно майже або взагалі не має ніякого впливу. Деякі фільтри також містять активоване вугілля для усунення органічних речовин і важких металів. Керамічні фільтри частково усувають залізо та смак і покращують запах та колір води.

Проєктні міркування: Існують три види дизайну такого фільтру. У фільтрах-горщиках керамічні горщики поміщують у відро з краном. Керамічний горщик заповнюють водою, яка повільно витікає у другий контейнер. У фільтрах із керамічною свічкою чи диском два контейнери поміщуються один на одний. У верхньому контейнері просвердлюють отвір на дні і вкручують керамічну свічку. Задля збільшення швидкості потоку можна використовувати кілька свічок. За допомогою гравітації вода проходить фільтрацію через свічку і збирається у нижньому контейнері для безпечного зберігання, звідки її можна наливати із використанням крану. У фільтрах із керамічним сифоном фільтраційні елементи поміщують у відро на столі, і з відра звисає приєднана довга трубка на 30 – 100 см. Щоб розпочати його використання, потрібно заповнити трубку фільтру водою, інколи через вбудований гумовий балон. Воду можна збирати безпосередньо з трубки або в іншому контейнері для її безпечного зберігання. Керамічні фільтри, які працюють завдяки гравітації, зазвичай мають швидкість потоку води у 1 – 3 літри на годину на фільтр залежно від якості керамічного елементу, площі поверхні, віку та різниці у гідростатичному тиску. У резервуарі для чистої води може зберігатися приблизно 10 – 15 літрів.

Матеріали: Керамічні фільтри-горщики можуть виготовлятися із доступних локально матеріалів у спеціально спроєктованих для цього майстернях, хоча відмінності у складі глини в різних географічних регіонах можуть спричинити проблеми з якістю. Також потрібно просвердлити отвори у місцевих контейнерах для приєднання свічок та кранів. Водночас свічки для фільтрів зазвичай імпортують, і часто виробник постачає контейнери із вже просвердленими отворами разом зі свічкою. Фільтри, виготовлені у газовій печі, часто характеризуються кращою якістю ніж ті, які виготовлені у дров'яній печі, оскільки у газовій печі простіше підтримувати правильну температуру в процесі обпалювання. У будь-якому випадку задля отримання продуктів високої якості надзвичайно важливими є процедури контролю якості та навчання. Керамічні фільтри можна накопичувати для зберігання, проте для цього все одно може знадобитися багато місця, якого може не бути в наявності. Елементи керамічних фільтрів крихкі і можуть пошкодитися в процесі транспортування.

Придатність: Керамічні фільтри можуть бути корисними на всіх етапах надзвичайної ситуації. Побутові фільтри можуть розповсюджуватися на гострому етапі, коли вода зазвичай є в наявності, але забруднена бактеріями, найпростішими організмами чи макроорганізмами або коли є ризик забруднення води під час транспортування чи зберігання вдома. Подібно до інших побутових систем очищення води керамічні фільтри є особливо корисними, коли населення розкидане по великій території, з огляду на що економічно невигідно встановлювати великомасштабні системи очищення води. Керамічні фільтри ефективно зменшують каламутність води, але високий вміст часток та органічної речовини призведе до забивання, через що фільтр потрібно буде частіше чистити, що натомість зменшить строк експлуатації керамічного елементу. Каламутність неочищеної води не повинна перевищувати 25 нефелометричних одиниць каламутності у довгостроковій перспективі або 50 нефелометричних одиниць каламутності у разі коротких періодів підвищеної каламутності.

Експлуатація та обслуговування: Керамічні фільтри є дуже простими, і повсякденна експлуатація обмежується заповненням контейнерів водою. Обслуговування включає чищення за допомогою м'якої щітки або тканини, що потрібно робити часто у випадку використання каламутної води. Для чищення керамічних елементів не варто використовувати хлор чи мило, проте їх можна використовувати для чищення кришок, контейнерів для зберігання чистої води і крану. Деякі дослідження продемонстрували ефективність використання кип'ятку для промивання свічок як методу їх чищення. При частому чищенні товщина керамічних свічок і горщиків зменшується, і тому із часом може знизитися ефективність усунення забрудників. Відтак один із викликів, з яким можуть зіткнутися користувачі, – це визначити, коли потрібно замінювати свічку. Для вирішення цього питання деякі виробники включають простий вказівник для вимірювання товщини свічки і демонстрації того, коли її потрібно замінювати. У випадку дуже каламутної води, яка спричиняє високий рівень забивання та потребу в частому чищенні, попереднє осідання води може подовжити строк експлуатації елементів керамічного фільтру.

Здоров'я та безпека: Ефективність керамічних фільтрів щодо усування патогенів варіюється залежно від виду, умов виробництва та якості керамічного елементу. Загалом вона буває у межах 88 – 99,99% у випадку фекальних індикаторних мікроорганізмів та найпростіших організмів залежно від дослідження, використаного продукту і умов. Ефективність усунення вірусів також дуже варіюється; деякі дослідження і продукти демонструють 90 – 99% усунення вірусів, тоді як інші продукти взагалі або майже взагалі не усувають віруси. Надзвичайно важливо забезпечити правильне встановлення елементів керамічного фільтру для того, щоб уникнути протікання та повторного забруднення. Контейнер для зберігання очищеної води і кран можуть повторно забруднитися. Ризик повторного забруднення є вищим у разі відсутності контейнеру для безпечного зберігання води (Б.1), як у випадку деяких фільтрів для сифонів.

Витрати: Керамічні фільтри-горщики та сифони зазвичай коштують біля 8 – 30 доларів США. Витрати на фільтри з керамічними свічками становлять понад 30 доларів США залежно від виробника, якості і виду житла. Строк експлуатації елементів керамічного фільтру зазвичай становить 6 – 12 місяців, проте варіюється залежно від якості неочищеної води та частоти чищення.

Соціальні та екологічні аспекти: У більшості випадків фільтри з керамічними горщиками чи свічками добре приймаються населенням. Усування каламутності робить очищення води видимим та легким для розуміння, і такі фільтри є простими у використанні. Користувачі, які ніколи раніше не бачили фільтр, можуть зіткнутися з труднощами у процесі встановлення та обслуговування, тому може бути потрібно провести один чи кілька контрольних тренінгів.

Сильні та слабкі сторони:

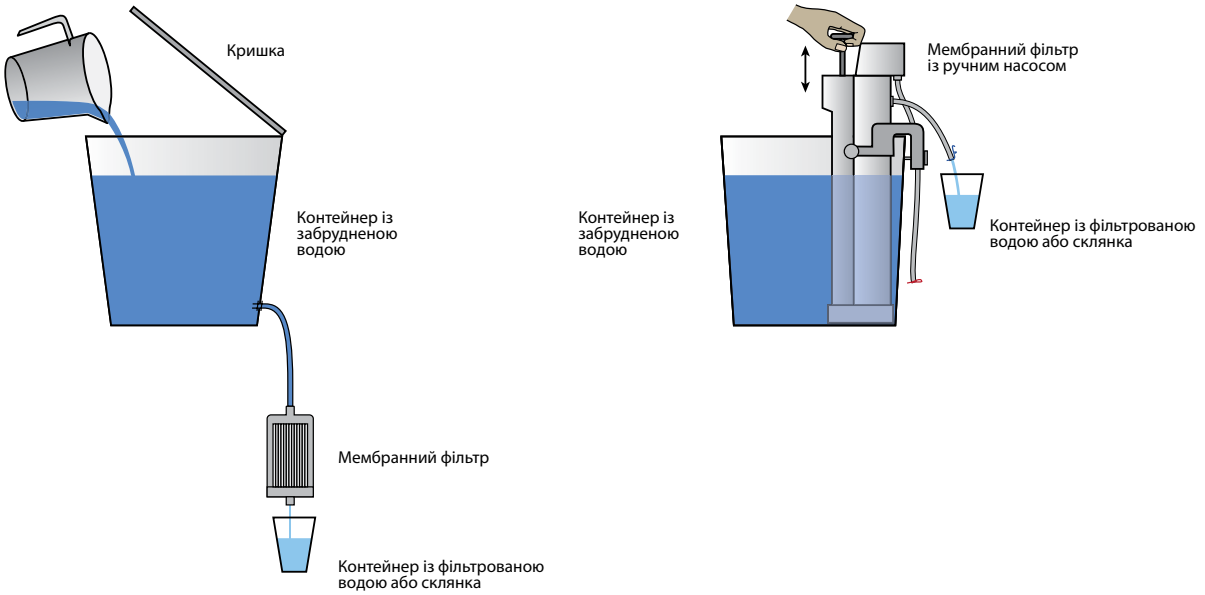
⊕ Забезпечують просту одноетапну фільтрацію
⊕ Високий рівень прийняття населенням
⊕ Виготовляються із використанням доступних локально матеріалів низької вартості

⊖ Забезпечують обмежений захист від вірусів, і усунення бактерій/найпростіших організмів залежить від якості виробництва
⊖ Легко ламаються у разі падіння, і не завжди видно тріщини
⊖ Забиваються під час фільтрації каламутної води, що вимагає проведення більш частого чищення
⊖ Досить повільна фільтрація (якщо тільки не використовується сифон або кілька свічок)
⊖ Відносно короткий строк експлуатації у випадку свічок для фільтрів, та повторне постачання свічок може бути складним процесом за умови відсутності місцевого постачальника

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 221**

Мембранна фільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶ Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, механічне усунення патогенів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶ Низька	✶ Низька	✶✶ Середній	



Побутові мембранні фільтри зазвичай використовують ультрафільтраційні або мікрофільтраційні мембрани як плаский листовий модуль або модуль із порожнинними волокнами. Вода фільтрується за допомогою гравітації або ручного насосу. Частки, колоїди, найпростіші організми, бактерії та віруси утримуються на поверхні мембрани. Ефективність усунення залежить від розміру пор мембрани та якості її виробництва.

Під мембранною фільтрацією зазвичай маються на увазі мікрофільтраційні, ультрафільтраційні, нанофільтраційні мембранні системи і системи зворотного осмосу **(O.3, O.10, O.15)**. Мікрофільтраційні мембрани зазвичай мають розмір пор у 0,1 – 0,5 мкм та усувають частки, бактерії та найпростіші організми з води. Вони є менш ефективними щодо усунення вірусів. Ультрафільтраційні мембрани мають менші пори (звичайні мембрани для очищення питної води мають пори у діапазоні від 0,01 до 0,08 мкм) та усувають частки, бактерії, найпростіші організми та віруси. Нанофільтрація та зворотний осмос зазвичай використовуються на рівні домогосподарства як модулі під тиском, встановлені під раковиною, що фільтрують трубопровідну воду із мережі водопостачання. Такі фільтри не є поширеними в умовах надзвичайної ситуації на рівні домогосподарства, якщо тільки вони вже не використовувалися до її настання, хоча часом вони застосовуються у закладах охорони здоров'я для отримання води високої якості. Тому у цьому розділі увага зосереджується на мікрофільтраційних та ультрафільтраційних мембранних фільтрах, які працюють від гравітації або ручних насосів як автономні системи для одного чи кількох домогосподарств.

Мембрани можуть забруднитися, коли шар затриманого матеріалу починає з часом формуватися на поверхні, таким чином зменшуючи швидкість потоку. Залежно від моделі фільтру цей забруднюючий шар можна усунути шляхом промивання (потік невеликої кількості чистої води у зворотному напрямку) або чищення (додавання хімікатів, струшування або змивання з поверхні). Забруднення відбувається швидше, коли вміст природної органічної речовини у неочищеній воді та рівень каламутності є вищими. Залежно від виду та концентрації органічної речовини забруднення мембрани може стати невідворотним, що призведе до постійного зменшення швидкості потоку води і посиленого забивання. Проблему такого невідворотного забруднення інколи можна вирішити за допомогою хімічного чищення.

Проєктні міркування: Побутові мембранні фільтри зазвичай є простими і легкими у використанні. Потік через мембранний фільтр залежить від характеристик мембрани (проникності), площі поверхні мембрани, а також застосованого тиску і ступеня забруднення,

спричиненого неочищеною водою. У випадку систем, які працюють від гравітації, новий мембранний модуль може забезпечувати понад 40 літрів очищеної води на годину на м^2 мембрани при наявності різниці у гідростатичному тиску на рівні приблизно 100 см.

Матеріали: Мембранні фільтри постачаються як готові до використання системи, які включають контейнери для зберігання, або як модулі, які необхідно вбудувати або приєднати до доступних локально відер чи каністр. Фільтраційний матеріал є легким, та його складно зламати. Залежно від виробника ручні насоси надаються як вбудована частина системи для генерування тиску та збільшення швидкості потоку. Ручні насоси можуть потребувати обслуговування чи заміни у разі пошкодження. У багатьох країнах фільтри часто не є легкодоступними на ринку.

Придатність: Побутові мембранні фільтри часто можуть розповсюджуватися на всіх етапах реагування, коли вода є широко доступною, проте її якість низька або невідома і є ризик забруднення під час зберігання чи вдома. Мембранні фільтри є особливо корисними, коли населення розкидане по території і економічно невигідно встановлювати великомасштабні системи очищення води. Деякі ультрафільтраційні системи також використовуються в районах із каламутною водою або водою із високим вмістом заліза, коли інші системи забиваються або не справляються з очищенням. Кількість систем і продуктів на ринку швидко збільшується, проте розповсюдження все ще переважно реалізується через НУО та проєкти.

Експлуатація та обслуговування: Більшість мембранних систем фільтрації потребують промивки та чищення і будуть забиватися, якщо це не робити регулярно. Схильність фільтрів до забивання в процесі експлуатації за наявності каламутної води залежить від виду мембрани і конфігурації, а також механізму промивання та частоти промивання. Деякі продукти мають автоматичні системи промивання. Інколи забивання можна зменшити завдяки проведенню попередньої фільтрації із використанням простих фільтрів, які потрібно регулярно чистити. Для експлуатації деяких наявних на ринку продуктів потрібно пройти навчання. Невідворотне забивання мембранних фільтрів є очевидним показником поломки, демонструючи необхідність заміни фільтру. Зазвичай виробник гарантує 1 – 2 роки безпроблемної експлуатації у випадку поверхневих вод (із підвищеним рівнем каламутності та вмістом органічних речовин), тоді як у випадку чистої води та низького вмісту органічних речовин такі фільтри можуть легко експлуатуватися і довше. Виробники зазвичай вказують очікуваний об'єм фільтрованої води до забивання для визначеного рівня каламутності і вмісту органічних речовин. Коли постачають мембрани, вони можуть містити гліцерол у порах та на поверхні, який вимивається при першому використанні. Це може спричинити виникнення піни, яку можна змити, але вона зазвичай нешкідлива у випадку споживання. Після усунення гліцеролу мембрана може невідворотно забитися, якщо висохне (наприклад, під час зберігання), тому її потрібно постійно тримати вологою або у середовищі з високою вологістю, коли вона не використовується.

Здоров'я та безпека: Попри те, що мембранні фільтри показують надійну ефективність, якість продуктів може суттєво варіюватися. У разі гарантування та підтвердження якості виробництва ультрафільтраційні фільтри є однією з найбільш надійних технологій для усунення найпростіших організмів і бактерій та демонструють рівень усунення до 6-log. Задля усунення вірусів добре працюють мембрани із невеликими порами (до 20 нм) та невеликим розподілом пор за розміром. У мембран із більшими порами (понад 40 – 60 нм, наприклад, всі мікрофільтраційні мембрани та деякі ультрафільтраційні мембрани) може бути обмежена ефективність. Більшість систем продукують концентровані стічні води під час промивання із вищою концентрацією мікроорганізмів, ніж у неочищеній воді, та їх потрібно утилізувати належним чином. У разі використання води після промивки в якихось інших побутових цілях може виникнути ризик для здоров'я.

Витрати: Вартість однієї системи мембранного фільтру становить приблизно 15 – 100 доларів США. Дизайн, площа мембрани та якість виробництва визначають вартість фільтру. Зазвичай системи працюють без розхідників та є надійними. Відтак операційні витрати відсутні. Строк експлуатації варіюється від 6 місяців до 5 років залежно від якості продукту, частоти промивання/чищення та якості фільтрованої води. Фільтри зазвичай недоступні на місцевому рівні, і витрати на транспортування та імпортні мита збільшують витрати та час доставки.

Соціальні та екологічні аспекти: Мембранні фільтри зазвичай добре приймаються населенням. Оскільки зважені частки повністю усуваються без зміни смаку і запаху води, очищену воду зазвичай сприймають як безпечну і чисту. Більшість мембранних систем мають відносно високу початкову швидкість води порівняно з іншими продуктами для очищення води в домашніх умовах. У випадку деяких систем не є очевидним, як їх встановлювати та експлуатувати. Задля досягнення ефективного впровадження технології потрібно провести відповідне навчання і пояснити принцип фільтрації, а також експлуатації та обслуговування системи. Галузь із виробництва мембран формується швидко, і нові продукти та технології на основі ультрафільтрації з'являються на міжнародному ринку щороку.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Високий рівень усунення бактерій та найпростіших організмів. Усування вірусів залежить від розміру пор мембрани. Щільні, високоякісні ультрафільтраційні мембрани забезпечують високий рівень усунення вірусів

⊕ Багато систем можуть впоратися з каламутною водою

⊕ Легкі, невеликі та прості у транспортуванні; у процесі їх переміщення не очікуються жодні пошкодження

⊕ Прості в експлуатації та обслуговуванні у разі розуміння принципу експлуатації

⊖ Потрібне часте промивання, змивання або інший вид чищення

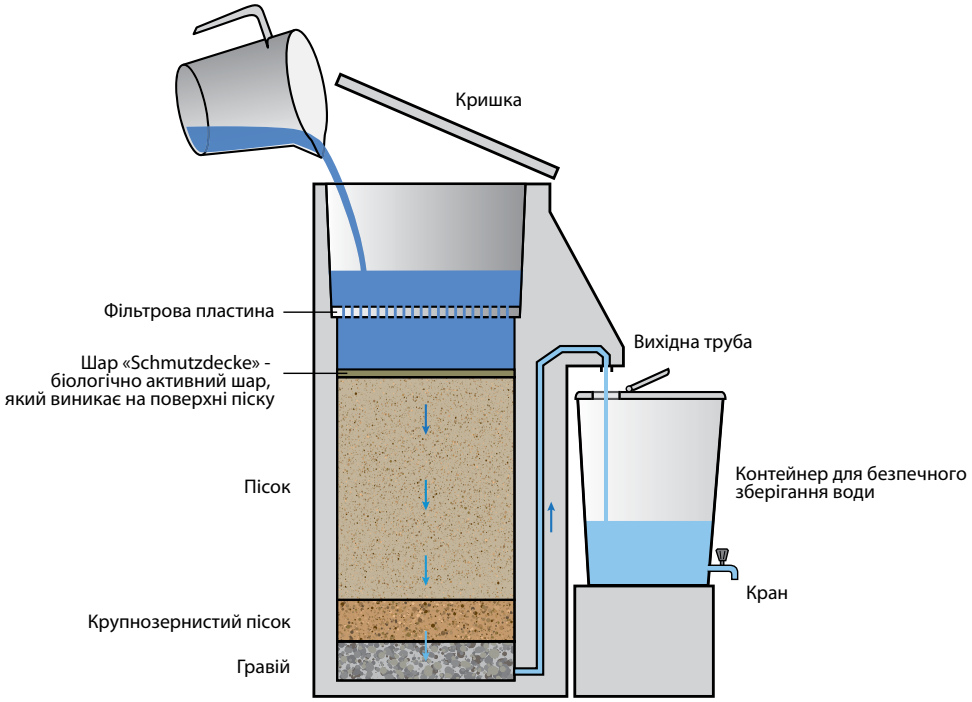
⊖ Експлуатація фільтру не завжди є інтуїтивно зрозумілою, і зазвичай потрібно пройти навчання

⊖ Швидко забивається при неправильній експлуатації

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 221**

Біологічна повільна піщана фільтрація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування * Стабілізація ** Відновлення	** Домогосподарство * Район Місто	** Домогосподарство Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, механічне та біологічне усунення патогенів
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
** Висока	* Низька	*** Високий	



Біологічні повільні піщані фільтри усувають зважені тверді частки та мікробіологічні забрудники з води з різним рівнем каламутності завдяки поєднанню фізичних та біологічних процесів. Вони є адаптацією традиційних повільних піщаних фільтрів (0.9) із постійним потоком і можуть використовуватися час від часу, що робить їх доречними для використання в побутових умовах.

Біологічний повільний піщаний фільтр складається з контейнеру із фільтраційним матеріалом та шаром гравію на дні. Забруднену воду наливають у фільтр, і вона фільтрується завдяки гравітації. Фільтрована вода тече через вихідну трубу у контейнер для безпечного зберігання. Біологічні повільні піщані фільтри можуть значно зменшити кількість патогенів і зважених твердих часток у воді завдяки поєднанню фізичних, хімічних та мікробіологічних процесів у межах фільтраційного шару **(див. також 0.9).** Ці процеси включають хижацтво, адсорбцію, природню загибель та механічне вловлювання. Мікроорганізми у воді із джерела утворюють біологічний шар у верхніх шарах фільтраційного піску. Повноцінний розвиток біологічного шару може тривати до кількох місяців залежно від об'єму та якості неочищеної води, яка використовується. Протягом першого місяця ефективність біологічного повільного піщаного фільтру щодо мікробіологічного очищення води є низькою, і користувачам варто додатково дезінфікувати фільтровану воду.

Проєктні міркування: Середньостатистичний біологічний повільний піщаний фільтр має висоту у 0,9 метра та ширину у 0,3 метра. Порожні контейнери важать від 70 до 135 кг (бетонні) або 3,5 кг (пластикові). Із метою забезпечення необхідного сталого потоку вихідна труба вбудована у стінку контейнеру або приєднана ззовні і не має кранів, шлангів чи контрольних клапанів, а також розміщена вище ніж шар піску. Таким чином, коли фільтр не працює, утримується 5 см води над поверхнею піску, які називають стоячою водою. Біологічні повільні піщані фільтри мають завжди бути наповненими водою, оскільки пісок є середовищем для проживання організмів, які відповідають за процес біологічної фільтрації. Фільтр експлуатується партіями по 10 – 12 літрів. Два шари гравію на дні забезпечують сталий потік води через пісок і не дозволяють піску потрапити у вихідну трубу. У випадку повільної піщаної фільтрації рекомендована каламутність неочищеної води знаходиться на рівні від 10 до 50 нефелометричних одиниць каламутності. Біологічні повільні піщані фільтри можуть експлуатуватися у випадку води з вищою каламутністю, проте знадобиться більше обслуговування.

Розмір піску є критичним параметром проєкту, при цьому ефективний розмір піску варіюється від 0,15 до 0,30 мм (вища ефективність при меншому розмірі), а коефіцієнт однорідності – від 1,5 до 3 (тобто не занадто однорідний і не занадто різний). Глибина піску зазвичай становить 0,45 – 0,5 метра, тоді як висота води варіюється залежно від потоку. Коли фільтр заповнений, глибина води зазвичай становить 20 – 30 см і зменшується до приблизно 5 см, коли фільтр не використовується, щоб уможливити належну дифузію кисню. Для підтримки біологічної активності необхідна швидкість фільтрації на рівні приблизно 0,1 – 0,4 метра на годину, що в результаті дає швидкість потоку на рівні орієнтовно 25 літрів на годину. Водопідвідна труба має бути спроєктована таким чином, щоб забезпечити рівномірне розповсюдження потоку та якомога менше порушувати верхні шари піску.

Матеріали: Контейнер біологічного повільного піщаного фільтру може бути виготовлений із бетону, пластику, нержавіючої сталі, оцинкованого металу або будь-якого іншого водонепроникного, нержавіючого та нетоксичного матеріалу. Бетонні контейнери, виготовлені із використанням сталевої форми, фільтри з оцинкованого заліза або фільтри з наявними пластиковими контейнерами можуть виготовлятися на місці. У випадку інших видів контейнерів може знадобитися централізоване виробництво, або їх можна імпортувати. Проста кришка може бути виготовлена з дерева або нержавіючого листкового металу. Перевага віддається фільтровій чаші, виготовленій із пластику або нержавіючого листкового металу, а не фільтровій пластині, оскільки вона усуває переливання в результаті пошкодження біологічного шару. Фільтраційні матеріали, у тому числі два шари гравію, мають бути вільними від забруднення та просіяними задля забезпечення належного розміру (до 0,7 мм для піску, 0,7 – 6 мм для роздільного шару гравію і 6 – 12 мм для дренажного шару гравію). Усі фільтраційні матеріали потрібно промити задля усунення органічних речовин. Можна скористатися простим тестом у мірній посудині для визначення того, чи пісок було достатньо промито.

Придатність: Біологічні повільні піщані фільтри підходять для використання в побутових умовах, проте їх не рекомендують для гострого етапу реагування з огляду на період часу, потрібний для дозрівання біологічної активності у межах фільтру. Побутові фільтри можуть розглядатися для використання на етапі відновлення для населення, розкиданого по території. Фільтр є важким і його складно рухати, що робить цей продукт непідходящим для людей, які часто переїжджають. Бетонні біологічні повільні піщані фільтри потребують як мінімум одного тижня для витримки бетону, перш ніж можна буде переходити до їх встановлення. Пластикові або металеві біологічні повільні піщані фільтри можна встановити швидше, проте все одно знадобиться період дозрівання. Експлуатація та обслуговування: Експлуатація біологічного повільного піщаного фільтру вимагає від користувача наливати воду із того самого джерела у фільтр кожного дня задля підтримки біологічного шару. Очищену воду потрібно збирати у чистому контейнері для безпечного зберігання води. Із часом поверхня піску може забитися через накопичені відкладення та органічні речовини, що вповільнюватиме потік. Коли швидкість потоку більше не буде прийнятною, фільтр потрібно буде почистити. У випадку побутових біологічних повільних піщаних фільтрів це передбачає процес створення водовороту та зливу, тобто піднімається поверхня піску та зливається брудна стояча вода. Після обслуговування знадобиться певний час для того, щоб біологічний шар відновив рівень своєї ефективності, але це займає менше часу, ніж відразу після встановлення фільтру. Також потрібно регулярно чистити милом або хлором і очищеною водою вихідну трубу, кришку та розсіювач. Біологічні повільні піщані фільтри ніколи не можна наповнювати хлорованою водою, оскільки це зашкодить біологічному шару.

Здоров'я та безпека: Біологічні повільні піщані фільтри зменшують каламутність, вміст органіки, мікроорганізмів, а також концентрацію окисненого заліза та марганцю у воді. Найпростіші організми видаляються на понад 99,99%. Ефективність усунення бактерій і вірусів залежить від умов експлуатації та варіюється у діапазоні від 70 – 99% у випадку вірусів і 98,5 – 99% у випадку бактерій. Проєктні та експлуатаційні умови, які впливають на ефективність, включають розмір піску, глибину піщаного шару, температуру, жорсткість води та інші якісні параметри води, а також період часу, протягом якого експлуатується фільтр. Довгострокова ефективність біологічних повільних піщаних фільтрів залежить від якості експлуатації та обслуговування, і задля забезпечення ефективності важливою є тісна та комплексна підтримка.

Витрати: Загальна вартість біологічного повільного піщаного фільтру варіюється від 10 до 100 доларів США залежно від використаних матеріалів та контексту. Основною перевагою використання біологічного повільного піщаного фільтру для користувачів є те, що відсутні регулярні витрати на розхідники, хоча може бути потрібно періодично замінювати кришки, розсіювачі та контейнери для безпечного зберігання води. Пісок замінювати не потрібно. Фільтри зазвичай мають довгий строк експлуатації (5 – 10 років).

Соціальні та екологічні аспекти: Біологічні повільні піщані фільтри використовуються у понад 70 країнах та зазвичай вважаються економічно доступними, ефективними і сталими засобами забезпечення домогосподарств чистою водою. Вони гарантують ефективне очищення будь-якої нехлорованої води, і можна навчити будь-кого споруджувати і встановлювати фільтри на місці. Бетонні фільтри утримують воду охолодженою. Проте потрібна регулярна постійна підтримка задля забезпечення правильної експлуатації користувачами, стабільної якості води та постійного використання фільтрів.

Сильні та слабкі сторони:

- ⊕ Усувають каламутність та залізо і зменшують мікробіологічне забруднення. Можна модифікувати для усунення миш'яку **(див. Б.14)**
- ⊕ Високий рівень прийняття користувачами (легкі у використанні, покращують смак)
- ⊕ Можуть вироблятися з місцевих матеріалів із використанням місцевих ресурсів
- ⊕ Потрібне лише разове встановлення, невисокі вимоги щодо обслуговування (жодних хімікатів, енергії чи розхідників)
- ⊖ Процес виникнення біологічного шару може зайняти кілька місяців
- ⊖ Менш ефективне усування вірусів (понад 80%), особливо при низькій температурі
- ⊖ Потрібно регулярно використовувати зі сталим джерелом води задля підтримання ефективного біологічного шару

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 221**

Хлорування в побутових умовах

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство Район Місто	✶✶ Домогосподарство Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, дезінфекція води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	

Хлорування є відносно швидким, недорогим і простим методом дезінфекції в побутових умовах. Додавання хлору чи хлорних сполук в рідкій формі та/або таблетках/порошку у воду ефективно інактивує мікроорганізми. Достатній рівень хлору може забезпечити залишковий захист від повторного забруднення.

Хлор ефективно інактивує мікроорганізми, а у достатній кількості залишковий хлор рятує від повторного збільшення кількості мікробіологічних організмів і захищає від повторного забруднення. Проте хлор є неефективним проти мікроорганізмів із сильними клітинними стінками, наприклад, ооцист криптоспоридій та деяких спор бактерій у концентраціях та періоді контакту, що використовуються для очищення води. Хлор та інші хімічні дезінфікуючі речовини, такі як бром, йод та пероксид інактивують мікроорганізми шляхом окислення їхніх біохімічних структурних елементів, таким чином порушуючи функції життєдіяльності клітин. Ефективність хімічних дезінфікуючих речовин залежить від того, наскільки сильно вони реагують на конкретні мікроорганізми та їх концентрацію, період контакту та якісні характеристики води, такі як рівень pH, попит на окислювач та температуру. Хлор швидко вступає в реакцію з (не)органічними речовинами у воді, що збільшує хлоропоглинання, таким чином впливаючи на наявну концентрацію для мікробіологічної дезінфекції. Каламутність може захистити мікроорганізми та зменшити ефективність, тому каламутна вода має проходити попереднє очищення.

Проєктні міркування: Усі форми продуктів, які містять хлор, для використання в побутових умовах розроблені для очищення 1 – 20 літрів води із використанням невеликої кількості хлору (наприклад, 2 – 5 мл на 20 літрів води або 1 таблетка на 1,5 – 20 літрів води), що дозволяє користувачам очищувати більші об'єми. Зазвичай користувачу потрібно лише відміряти рідину або розчинити таблетку, додати її до води, швидко перемішати та дати достатньо часу для контакту, як визначено виробником (зазвичай 30 хвилин). Зазвичай виробники пропонують таку дозу хлору, щоб впевнитися, що в очищеній воді концентрація залишкового хлору становитиме щонайменше 0,5 мг на літр, щоб забезпечити захист від повторного забруднення. В умовах надзвичайної ситуації зі звичайним чи низьким ризиком спалаху захворювань рекомендований рівень вільного залишкового хлору має становити

0,2 – 0,5 мг на літр. В реальності концентрації дуже сильно варіюються залежно від якості води, температури, якості та віку продуктів, які містять хлор. Якщо доза хлору є занадто низькою, мікроорганізми можуть бути не знищеними, а у випадку надмірного дозування може спостерігатися вплив на смак і запах. Для того, щоб хлорування було ефективним, каламутність неочищеної води має становити менше 5 нефелометричних одиниць каламутності. У випадку вищого рівня каламутності деякі патогени можуть бути інактивованими. Низька температура (до 20° С) та високий рівень pH (понад 8) також впливають на процес хлорування, в такому разі потрібно збільшити залишковий хлор та/або час контакту.

Матеріали: Хлор існує в різних формах із різним відсотковим вмістом активного хлору. В умовах надзвичайної ситуації найбільш вживаними продуктами для очищення води вдома є дихлорізоціанурiат натрію (тверді таблетки, також відомі як NaDCC) або розчин гіпохлорит натрію. Рідкий хлор може виготовлятися локально та регіонально і розповсюджуватися у пляшках, які можуть очистити сотні чи навіть тисячі літрів, перш ніж потрібно буде знову його купувати. Хлорні таблетки можна купувати як індивідуальні одиниці або набором (пляшки та блістери), і регулярно або періодично їх потрібно буде знову купувати або розповсюджувати. Таблетки NaDCC можна доставляти авіатранспортом без обмежень, тоді як інші форми хлору потрібно перевозити як небезпечні матеріали.

Придатність: Дезінфекція з використанням хлору є відносно швидкою, простою та недорогою. Хімічні дезінфікуючі речовини підходять для місць, де вода забруднена бактеріями і не дуже каламутна. Хлорування довело свою ефективність на гострому етапі реагування на надзвичайну ситуацію та як захід реагування на епідемію холери **(див. X.14).** У місцях, які також зазнали впливу хімічних забрудників або мають дуже високу каламутність і вміст природних органічних речовин, хлорування потрібно використовувати разом із іншими видами очищення, такими як керамічна фільтрація **(Б.3)**, коагуляція, седиментація та хлорування **(Б.8)** або фільтр для видалення фтору та миш'яку **(Б.13, Б.14)**.

Експлуатація та обслуговування: Можна легко навчитися проводити дезінфекцію з використанням хлору, та її потрібно проводити регулярно. Окрім чищення та періодичної заміни контейнерів та посуду інше обслуговування не потрібне. Проте для хлорування потрібне постійне постачання розхідників, які користувачі мають мати можливість регулярно купувати, або потрібно часто організовувати їх розповсюдження. Хлор може втрачати свої властивості з часом та за умови неналежного зберігання. Рідкий та твердий хлор завжди слід оберігати від прямого сонячного світла, надмірної вологості та високих чи мінливих температур. Відкриті пакети потрібно швидко використовувати, також потрібно дотримуватися інформації від виробника про термін придатності. Коли вода каламутна (понад 5 нефелометричних одиниць каламутності), її потрібно буде попередньо очищувати, наприклад, з використанням фільтрації або коагуляції **(див. Б.3 або Б.8)** задля усунення часток. Рівень pH вищий за 8 зменшує ефективність хлорування, і за умови відсутності попереднього очищення для вирішення цієї проблеми в короткостроковій перспективі можна застосовувати вищу концентрацію та довший час контакту.

Здоров'я та безпека: Хлорування в концентрації, яка використовується для очищення питної води, є дуже ефективним щодо інактивації бактерій, менш ефективним проти вірусів та неефективним проти деяких найпростіших організмів. Каламутність є проблемним аспектом, оскільки частки у воді можуть захищати мікроорганізми від дезінфекції. Високий вміст органічних речовин призводить до формування похідних продуктів дезінфекції, які потрібно мінімізувати через потенційні ризики для здоров'я, пов'язані з їх довгостроковою дією. Проте довгострокові потенційні ризики для здоров'я, які становлять ці похідні продукти, є низькими порівняно з підтвердженими актуальними ризиками, пов'язаними з недостатньою дезінфекцією. Саме тому на гострому етапі реагування на надзвичайну ситуацію не можна наражати на ризик проведення дезінфекції через спроби контролювати такі похідні продукти. Поводитися з хлорними продуктами потрібно обережно, і тримати їх потрібно подалі від дітей, оскільки вони можуть подразнювати шкіру, очі та дихальну систему. Надзвичайно важливими є постійне постачання продуктів та проведення тренінгів задля забезпечення їх правильного використання. Варто проконсультуватися із наданими інформаційними брошурами з даними про безпеку продуктів, які містять хлор, задля ознайомлення з вимогами щодо безпеки і захисту.

Витрати: Хлорування – це дешевий спосіб дезінфекції води, витрати становлять приблизно 0,1 – 0,5 доларів США на 1 000 літрів у випадку рідкого хлорного розчину та 1,5 доларів США на 1 000 літрів води у випадку таблеток. Проте за умови відсутності місцевого виробництва хлору витрати на транспортування і логістику можуть суттєво збільшити вартість. У деяких країнах діють регулятивні норми, які обмежують імпорт хімікатів, що містять хлор.

Соціальні та екологічні аспекти: Деякі користувачі можуть не бажати хлорувати воду через вплив на смак і запах води. Скептицизм користувачів щодо ефективності методу може посилюватися тим, що зовнішній вигляд води не змінюється. Розповсюдження хлору потрібно супроводжувати заходами із просування гігієни **(див. X.16)** задля забезпечення належного використання та уникнення недостатнього чи надмірного дозування хлору.

Сильні та слабкі сторони:

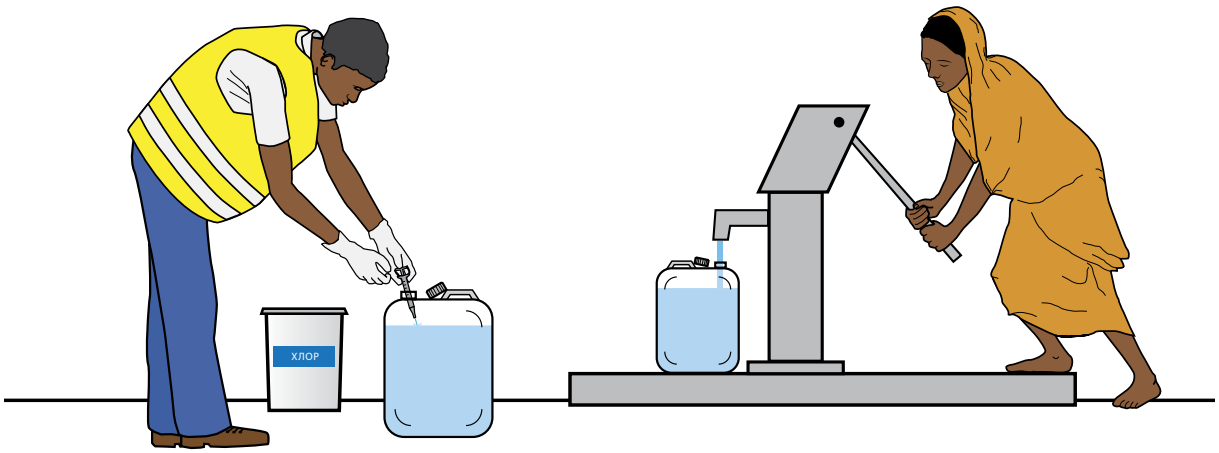
⊕ Легко застосовувати, недорогий та надійний метод для інактивації бактерій і вірусів, якщо вода не є занадто каламутною
⊕ Забезпечується залишковий хлор для уникнення можливого повторного забруднення
⊕ Доступне в багатьох країнах

⊖ Потрібне регулярне постачання хлору
⊖ Смак може бути неприйнятним для деяких користувачів
⊖ Потрібна вода з низьким рівнем каламутності задля забезпечення максимальної ефективності методу
⊖ Неефективне проти деяких найпростіших організмів
⊖ Ефективність залежить від різноманітних факторів, таких як температура, санітарні умови та рівень pH

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 222**

Хлорування в точках наповнення

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	Домогосподарство ✶✶ Район Місто	Домогосподарство ✶✶ Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в точці наповнення, дезінфекція води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶ Низька	✶ Низький	



Хлорування в точках наповнення у комунальних місцях постачання води, а також у школах, закладах охорони здоров'я та резервуарах для води передбачає встановлення пристрою в точці наповнення, яка експлуатується під тиском води. Пристрій постійно вивільняє дозу хлору у зібрану воду шляхом розчинення твердого хлорного матеріалу або дозування рідкого хлору. Дезінфекція відбувається під час транспортування води до домівки та зберігання в контейнері. Під час спалаху захворювання дозування хлору можна проводити вручну (хлорування у відрі).

Технологія є сумісною із системами, які постачають воду непостійно, наприклад, час від часу експлуатовані трубопровідні системи або свердловини із ручними чи механічними насосами. Хлор вивільняється у воду у концентрації приблизно 2 мг вільного хлору на літр, яку можна адаптувати з огляду на хлоропоглинання. Хлор дезінфікує воду під час транспортування і зберігання у каністрах та захищає її від повторного забруднення. Під час спалахів захворювань та за умови відсутності пристроїв для постійного хлорування цю речовину можна дозувати вручну. У такому разі особа додає необхідну дозу рідкого хлору в кожен контейнер зібраної води в точці наповнення.

Проєктні міркування: Наразі є два види пристроїв для автоматичного дозування хлору. Перший пристрій дуже просто встановлювати, і він складається з пластикового побутового корпусу із кількома таблетками твердого хлору у камері. Коли вода тече через камеру під впливом тиску, вона протікає через отвори для розчинення хлору. Розмір отвору можна механічно адаптувати для впливу на час контакту та концентрацію хлору, вивільненого у воду. Після того, як припиняється потік, пристрій стікає, і вивільнення хлору припиняється. Об'єм води, який можна очистити однією таблеткою, залежить від виробника, конкретного пристрою, який використовується, і концентрації в таблетці. Широко використовувані наявні на комерційному ринку таблетки можуть очищувати від 1 500 до 2 000 літрів води. Звичайна швидкість потоку становить приблизно 10 – 30 літрів на хвилину.

Другий вид пристрою дозує рідкий хлор із використанням базового принципу механіки рідин – ефекту Вентурі. Коли вода, яка тече із визначеним тиском, стикається із тонкою трубкою, тиск падає і нижчий тиск у цьому місці всмоктує рідкий хлор у воду. Рідкий хлор потрібно регулярно доливати у цей пристрій. Встановлення пристрою має проводитися кваліфікованим спеціалістом. Ручне дозування хлору, також відоме

як хлорування у відрі, може проводитися з використанням шприца або невеликої мірної склянки задля відмірювання точної дози рідкого хлорного розчину безпосередньо в каністру. Дозатор хлору додає фіксований об'єм рідкого хлору у каністри або відра після відкриття крану або натискання кнопки.

Матеріали: Комерційно доступними є небагато пристроїв. У більшості випадків пристрої потрібно імпортувати, але зазвичай вони компактні, а їх встановлення є простим і швидким. Постійне постачання хлору у формі, обумовленій пристроєм, потрібно забезпечити локально. Тоді як рідкий хлор може бути в наявності на місцевому рівні, таблетки твердого хлору зазвичай потрібно завозити з-за кордону. Для хлорування у відрі потрібен кваліфікований персонал.

Придатність: Технологія використовує існуючі точки наповнення води, наприклад, свердловини чи колонки. Вона підходить для систем, які експлуатуються не постійно. Хлорування в точках наповнення підходить тоді, коли вода забруднена в крані або якщо очікується забруднення в подальшому. Воно підходить для будь-якого етапу надзвичайної ситуації, коли потрібно покращити якість води у точці наповнення або на рівні домогосподарства чи в свердловинах або коли є мережа водопостачання. Цією технологією може бути простіше управляти ніж розповсюдженням рідкого хлору серед домогосподарств, проте для цього потрібне постійне постачання хлору у формі, необхідній для конкретного пристрою. Хлорування у відрі переважно використовується під час епідемій або як захід профілактики епідемії у разі наявності високого ризику. Це зазвичай робиться лише у визначені періоди часу, оскільки це займає багато часу і ресурсів. У довгостроковій перспективі хлорування у відрі потрібно замінити автоматичними рішеннями або у точках наповнення, або у джерелі.

Експлуатація та обслуговування: Після встановлення пристрої для хлорування у точках наповнення працюють автоматично, і користувачам не потрібно докладати якісь додаткові зусилля у точці наповнення. У випадку хлорування у відрі користувач має дозувати хлор у точці наповнення. Спершу потрібно адаптувати концентрацію хлору, а в подальшому здійснювати її моніторинг. Якість води, яка змінюється, потребує частого моніторингу та регулювання. Запаси рідкого і твердого хлору потрібно регулярно поповнювати. Хлор може втрачати свої властивості з часом або за умови неправильного зберігання, і його потрібно тримати не під прямим сонячним світлом, не при високому рівні вологості і не при високих чи мінливих температурах. Відкриті партії потрібно використовувати швидко із дотримання рекомендацій виробника про термін придатності. У разі виробництва рідкого хлору на місці **(O.7)** персонал має пройти відповідне навчання. Такі системи не можна використовувати для каламутної води (понад 5 нефелометричних одиниць каламутності), у цьому разі надзвичайно важливим є попереднє очищення.

Здоров'я та безпека: Хлорування у звичній концентрації, яка використовується для очищення питної води, є дуже ефективним щодо інактивації бактерій, менш ефективним проти вірусів та неефективним проти деяких найпростіших організмів. Каламутність є проблемним аспектом, оскільки частки у воді можуть захищати мікроорганізми від дезінфекції. Високий вміст органічних речовин призводить до формування похідних продуктів дезінфекції, які потрібно мінімізувати через потенційні ризики для здоров'я, пов'язані з їх тривалою дією. Проте довгострокові потенційні ризики для здоров'я, які становлять ці похідні продукти, є низькими порівняно з підтвердженими актуальними ризиками, пов'язаними з недостатньою дезінфекцією. Саме тому на гострому етапі реагування на надзвичайну ситуацію не можна наражати на ризик проведення дезінфекції через спроби контролювати такі похідні продукти. Поводитися з хлорними продуктами потрібно обережно, і тримати їх потрібно подалі від дітей, оскільки вони можуть подразнювати шкіру, очі та дихальну систему. Надзвичайно важливими є постійне постачання продуктів та проведення тренінгів задля забезпечення їх правильного використання. Варто проконсультуватися із наданими інформаційними брошурами з даними про безпеку продуктів, які містять хлор, задля ознайомлення з вимогами щодо безпеки і захисту.

Витрати: Витрати на поповнення запасів твердого хлору для комунальних точок наповнення становлять приблизно 50 доларів США на орієнтовно 100 000 літрів води. Потрібно додати витрати на встановлення, при цьому пристрої із проточною системою, які використовують таблетки для очищення, коштують приблизно 20 – 40 доларів США, а системи на основі трубки Вентурі для рідкого хлору коштують десь 200 доларів США. У разі використання хлорування у відрі потрібно також враховувати час і заробітну платню відповідного персоналу.

Соціальні та екологічні аспекти: Деякі користувачі можуть не охоче вдаватися до хлорування води через вплив хлору на смак і запах води. Скептицизм користувачів щодо ефективності методу може посилюватися тим, що зовнішній вигляд води не змінюється.

Сильні та слабкі сторони:

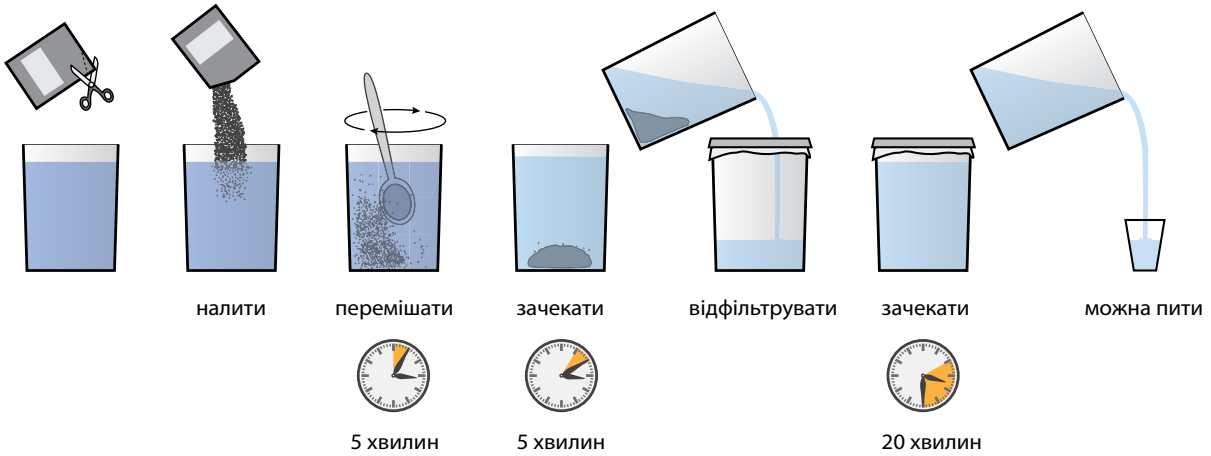
- ⊕ Практично не потрібні якісь зміни у поведінці, оскільки використовуються локально доступні та громадські точки наповнення
- ⊕ Простіше в управлінні та нижчі витрати через масштаб порівняно з хлоруванням у побутових умовах
- ⊕ Не потрібна якась додаткова робота для користувачів
- ⊕ Забезпечується залишковий хлор для уникнення повторного забруднення

- ⊖ Потрібне регулярне постачання хлору
- ⊖ Ефективність залежатиме від різних факторів, таких як каламутність, температура, санітарні умови та рівень pH
- ⊖ Смак може бути неприйнятним для деяких користувачів
- ⊖ Із часом може бути потрібно адаптувати дозу та час контакту

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 222**

Коагуляція, седиментація та хлорування

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
** Гострий етап реагування * Стабілізація Відновлення	** Домогосподарство Район Місто	** Домогосподарство Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, механічне усунення патогенів та дезінфекція води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
** Середня	* Низька	*** Високий	



Об'єднання коагуляції, седиментації та хлорування доступне для використання в побутових умовах в якості невеликих саше з коагулянтом та формою хлору повільного вивільнення. Коагулянт зменшує каламутність (замуленість), тоді як хлор, який активується з часом, дезінфікує воду шляхом інактивації патогенних мікроорганізмів. Одне саше очищує об'єм води, визначений виробником (наприклад, 10 чи 20 літрів) протягом 30 хвилин.

Під час коагуляції хімікати, які додаються у воду, дестабілізують електростатичний заряд колоїдів, так що вони об'єднуються у більші частки (флокуляція), які після того швидше осідають (седиментація). Оскільки такі патогени, як бактерії, найпростіші організми та віруси зазвичай приєднуються до часток, кількість патогенів суттєво зменшується вже на етапі седиментації. Тоді вивільняється хлор у воду зі зменшеною каламутністю для більш ефективної подальшої інактивації мікроорганізмів, що залишилися, і при нижчій концентрації хлору, ніж яка б знадобилася для очищення каламутної води. Завдяки використанню такої системи подвійної дії можна суттєво зменшити кількість патогенів, оскільки сам по собі хлор не інактивує певні організми (наприклад, найпростіші організми, такі як криптоспоридії та лямблії). Очищена вода, яка містить вільний залишковий хлор, захищена від повторного забруднення.

Проєктні міркування: Порошок із саше додається до води і активно перемішується протягом 5 хвилин. Тоді вода осідає ще протягом 5 хвилин, впродовж яких осідають пластівці (більші частки). Тоді воду можна перелити та/або профільтрувати через бавовняну чи синтетичну тканину і залишити ще на 20 хвилин, щоб забезпечити достатньо часу для дії хлору. Зазвичай доза пропонується виробником так, щоб гарантувати, що залишиться хоча б 0,5 мг залишкового хлору на літр води із метою захисту від повторного забруднення, проте в реальності концентрації можуть суттєво варіюватися залежно від таких факторів, як якість неочищеної води, вид коагулянту, температура та вік саше. Цей метод є найбільш ефективним у випадку води з рівнем pH від 5,5 до 7,5, але при нижчому рівні pH все одно матиме місце коагуляція, хоч і не така ефективна. У разі надмірного чи недостатнього дозування коагулянту седиментація не відбудеться в необхідному обсязі, і концентрація вільного

хлору може бути не достатньою для дезінфекції. Метод є ненадійним при високому рівні pH (понад 9).

Матеріали: Лише кілька виробників продають саше. Цей метод потребує регулярного чи періодичного придбання або розповсюдження саше, а також два контейнери необхідного об'єму. Бажано зберігати очищену воду у безпечному контейнері для води, наприклад, каністрі чи відрі з краном і кришкою **(див. Б.1)**.

Придатність: Дезінфекція з використанням хлору є відносно швидкою, простою, недорогою та придатною у випадку бактеріального забруднення води. У поєднанні з коагуляцією вона також підходить і для каламутної води або у випадках, коли каламутність може варіюватися. Метод довів свою високу ефективність на гострому етапі надзвичайної ситуації як захід екстреного реагування (наприклад, на епідемію холери), а також для населення, розкиданого по території, коли важко запровадити масштабне очищення води.

Експлуатація та обслуговування: Можна легко навчитися проводити дезінфекцію із використанням поєднання коагуляції, седиментації та хлорування, і її потрібно проводити регулярно. У випадку деяких користувачів проблемою може бути виділення достатньої кількості часу для осідання часток. Якщо неочищена вода є каламутною, відкладення можуть осідати на дні контейнеру, і тоді воду потрібно зливати обережно, щоб не розбурхати ці осади. Під час чищення ці відкладення потрібно забрати з контейнера. Окрім чищення та періодичної заміни контейнерів та приладдя, не потрібне ніяке інше обслуговування. Коагуляція у поєднанні з хлоруванням потребує постійного постачання саше для очищення води, які користувачі мають мати можливість регулярно купувати, або організація має часто влаштовувати розповсюдження хімікатів. Хлор може втрачати свої властивості з часом або за умови неналежного зберігання. Зазвичай термін придатності саше становить 3 роки, проте цей строк зменшується за високих температур, високій вологості чи під дією прямих сонячних променів. Відкриті упаковки потрібно використовувати швидко.

Здоров'я та безпека: Коагуляція в поєднанні з хлоруванням у концентрації, визначеній виробником, є ефективною для інактивації бактерій, вірусів та найпростіших організмів. За оцінкою ВООЗ щодо очищення води в побутових умовах, цей метод усуває 99,99% вірусів, 99,9999% бактерій і 99,9% найпростіших організмів у лабораторних умовах. Високий вміст органічних речовин у воді призводить до формування похідних продуктів дезінфекції у процесі хлорування. Проте дослідження показують, що у поєднанні з коагуляцією масштаб формування похідних продуктів дезінфекції зменшується. У будь-якому разі довгострокові потенційні ризики для здоров'я, які становлять ці похідні продукти, є низькими порівняно з підтвердженими актуальними ризиками, пов'язаними з недостатньою дезінфекцією. Саме тому на гострому етапі реагування на надзвичайну ситуацію не можна наражати на ризик проведення дезінфекції через спроби контролювати такі похідні продукти. З порошком потрібно поводитися обережно, оскільки він може подразнювати шкіру, очі та дихальну систему. Відкладення, які утворюються під час очищення, потрібно утилізувати обережно, оскільки вони все ще можуть містити патогени та хімікати.

Витрати: Ціна саше на внутрішньому ринку становить 0,1 долар США (або 0,01 долар США на літр очищеної води). На гострому етапі надзвичайної ситуації виробники можуть продавати продукт за собівартістю орієнтовно за 0,0035 доларів США за саше, не враховуючи витрати на транспортування та імпортні мита.

Соціальні та екологічні аспекти: Прийняттю методу населенням сприяє те, що вода є чистою і її стан візуально покращується після очищення каламутної води; і цей метод зазвичай добре розуміють. Проте смак і запах хлору після застосування можуть спричинити вагання серед деяких користувачів. Не завжди можуть дотримуватися необхідного часу очікування. Користувачам знадобиться базове навчання і в ідеалі контрольне навчання задля забезпечення послідовного і правильного використання. Потрібен постійний моніторинг за використанням продукту, щоб переконатися в тому, що ризики для здоров'я через можливе неправильне використання є низькими. Можуть знадобитися рекомендації щодо утилізації відходів, осадів та пакування.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Легко застосовувати, надійний метод для інактивації бактерій, найпростіших організмів та вірусів
⊕ Забезпечується залишковий хлор для уникнення потенційного повторного забруднення
⊕ Ефективно очищує каламутну воду

⊖ Потрібне постійне постачання чи придбання саше
⊖ Смак може бути неприйнятним для деяких користувачів
⊖ Властивості можуть втрачатися з часом і за умови неправильного зберігання
⊖ Високі витрати порівняно з самим лише хлоруванням

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 222**

Кип’ятіння

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
✶✶ Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство Район Місто	✶✶ Домогосподарство Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, дезінфекція води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶✶ Висока	✶ Низька	✶✶✶ Високий	

Кип’ятіння води – це найдавніший та найбільш широко використовуваний у світі метод дезінфекції води у невеликих кількостях у побутових умовах. Кип’ятіння води інактивує всі мікроорганізми, у тому числі бактерії, найпростіші організми та віруси, проте не усуває каламутність чи хімічні забрудники із питної води.

Інактивація мікроорганізмів вже відбувається нижче стандартної температури кипіння у 100° С, оскільки більшість бактерій, вірусів та найпростіших організмів інактивуються менше ніж за одну хвилину, коли температура стає вищою за 70° С. Проте задля забезпечення дотримання користувачами необхідних вимог краще рекомендувати доводити воду до температури кипіння, оскільки поява бульбашок є гарною візуальною ознакою достатньої дезінфекції. Задля уникнення повторного забруднення вода має зберігатися в чистому та закритому контейнері **(див. Б.1)** після кип’ятіння. Попри його ефективність та простоту недоліком кип’ятіння є те, що потрібне доступне та достатнє пальне, а також те, що це потребує досить багато праці.

Проєктні міркування: Зазвичай використовуються наявні каструлі та кухонні плити. Місця для приготування в приміщенні із відкритим вогнем мають добре провітрюватися. Вода із високою концентрацією заліза та кальцію утворює білий накип на дні контейнеру. Контейнер потрібно добре мити після кожного використання або регулярно чистити оцтом або лимонним соком задля усунення накипу. Задля уникнення забруднення до кип’ятіння потрібно проводити будь-яке очищення каламутної води. Для кип’ятіння потрібне пальне, яке має бути наявним або таким, що можна зробити наявним. Варто розглянути можливість техніко-економічного обґрунтування використання альтернативних джерел пального, а також високотехнологічних кухонних плит, які споживають менше пального порівняно з традиційними методами.

Матеріали: Для кип’ятіння потрібні каструля, кухонна плита та надійне джерело тепла. У разі відсутності наявності електроенергії та викопного палива можуть використовуватися рудиментарні (наприклад, дерево, вугілля) або нетрадиційні (наприклад, біогаз) методи генерування тепла.

Придатність: Кип'ятіння є простим, відомим для більшості домогосподарств методом, який добре приймається населенням. У разі наявності та доступності пального на гострому етапі реагування швидким і простим рішенням може бути порадити користувачам кип'ятити воду перед споживанням, коли якість води невідома, коли вода забруднена патогенними мікроорганізмами або коли очікується погіршення якості води. Проте у разі, якщо пальне дороге, не дуже доступне або навколишнє середовище зазнало суттєвого впливу вирубки лісів, варто запровадити інші методи очищення води в середньо- і довгостроковій перспективі із метою зменшення витрат, захисту навколишнього середовища та заощадження обмеженого пального для приготування їжі.

Експлуатація та обслуговування: Якщо спершу потрібно зібрати чи очистити пальне, це може зайняти багато часу. На кухонному рівні повсякденне обслуговування включає перевірку кухонної плити та каструль. Частотність, з якою потрібно ремонтувати чи замінювати кухонну плиту, залежить від якості матеріалів і роботи, а також інтенсивності використання. Каструлі рідко коли ремонтуються, а глиняні посудини потрібно часто замінять. Необхідні навички для заходів з експлуатації та обслуговування зазвичай наявні у всіх громадах.

Здоров'я та безпека: Кип'ятіння ефективно інактивує патогенні мікроорганізми всіх класів і наразі є найефективнішим методом очищення води в побутових умовах. Проте можливим є забруднення кип'яченої води під час та після охолодження. З водою потрібно поводитися обережно, і жодне приладдя не має контактувати із нею у процесі переливання у чистий контейнер для споживання. Кип'ятіння може бути недоречним для хімічно забрудненої води, оскільки концентрація деяких хімічних забрудників збільшиться після кип'ятіння або вони будуть випаровуватися в зону дихання, наприклад, нітрати і розчинники. Кип'ятіння води може спричини такі травми як опіки. Довгострокова дія диму від вогню та кухонних плит може спричиняти відповідні захворювання дихальної системи.

Витрати: Каструлі і кухонні плити можуть вже бути в наявності в домогосподарстві, або їх також потрібно буде розповсюджувати з метою приготування їжі. Витрати на пальне можуть варіюватися залежно від виду пального, наявності та місцевого контексту. У різних контекстах повідомляли про витрати на рівні від 3 до 20 доларів США на рік на особу.

Соціальні та екологічні аспекти: У багатьох місцях кип'ятіння води для пиття є сталою культурною практикою, тому рівень прийняття цієї практики населенням є дуже високим. Відтак цей метод є підходящим для надзвичайних ситуацій на будь-якому етапі, коли пальне є в наявності або його можна знайти. Оскільки така вода має ніякий смак, що може впливати на її прийняття, кип'ячену воду часто споживають у вигляді гарячих напоїв, наприклад, чаю, що маскує змінений смак та підвищує рівень її прийняття. Кип'ятіння може використовуватися у поєднанні з іншими технологіями, наприклад, кип'ятіння для гарячих напоїв разом з іншим методом очищення для безпосереднього споживання води. Смак можна покращити шляхом охолодження води (уникаючи додавання потенційно забрудненого льоду). Залежно від пального кип'ятіння може бути екологічно несталим і збільшувати обсяг викидів парникових газів, а також погіршувати інші місцеві проблеми, пов'язані з вирубкою лісу, що впливатиме на здоров'я та безпеку. Особливо у густонаселених районах кип'ятіння з використанням дров не є доречним з огляду на надмірну експлуатацію деревних ресурсів та подальшу шкоду для навколишнього середовища.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Дуже ефективний метод інактивації патогенних мікроорганізмів всіх класів

⊕ Простий, легкий та широко прийнятний у різних культурах

⊖ Може бути дорогим через споживання пального

⊖ Використання традиційного пального (наприклад, дров, викопного палива) може погіршувати ситуацію з вирубкою лісів та викидом парникових газів, при цьому також спричиняючи проблеми із забрудненням повітря в приміщеннях

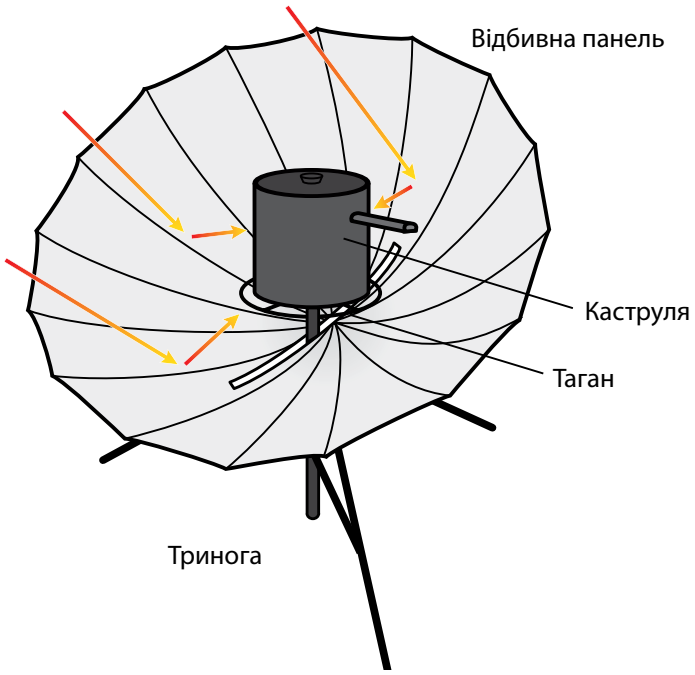
⊖ Не усуває каламутність, хімікати, смак, запах чи колір і займає багато часу

⊖ Воду потрібно охолоджувати перед споживанням, за винятком гарячих напоїв

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 222**

Пастеризація

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, дезінфекція води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶✶ Середня	✶✶ Середній	



Пастеризація води використовує тепло для інактивації патогенних мікроорганізмів. Більшість найпростіших організмів, бактерій та вірусів інактивуються при температурі від 60 до 70° С та періоду дії в мінімум 1 хвилину, хоча у випадку деяких бактеріальних спор та цист найпростіших може знадобитися більше часу. На практиці пастеризація води означає підтримання температури води у 70° С протягом 15 хвилин.

Пастеризацією води можна назвати приготування води на сонячній печі, що є одним з основних методів пастеризації в побутових умовах. Сонячна піч використовує енергію прямого сонячного світла, яке концентрується на каструлі із використанням дзеркальної поверхні із високою відбивною здатністю. Під час прямої сонячної пастеризації темні контейнери з водою поміщають під сонце, допоки температура не сягне 65 – 70° С. Також можуть використовуватися й інші форми тепла для пастеризації в побутових умовах, наприклад, залишкове тепло після приготування їжі або відкритий вогонь, коли вода проходить по металевій трубці, встановленій навколо кухонної плити, або тече через коротку трубку, поміщену у відкритий вогонь.

Проєктні міркування: На відміну від кип'ятіння, за якого рекомендовано довести воду до кипіння з бурлінням, у випадку пастеризації води відсутні візуальні підказки щодо необхідної температури, і може бути складно підтримувати правильну температуру протягом необхідного періоду часу. Задля забезпечення правильного періоду часу і температури для пастеризації на ринку існує кілька продуктів. Наприклад, термостатичні клапани випускають воду лише після досягнення температури пастеризації, або є індикатори, виготовлені з прозорої пластикової труби, частково заповненої воском, який тане при 70° С, вказуючи на досягнення пастеризації.

Матеріали: У випадку сонячної печі каструля виготовляється із матеріалів, які добре проводять і утримують тепло та є часто чорного або темного кольору. Кришка зменшує втрати тепла. Скляні кришки можуть ще більше посилити ефективність, створивши парниковий ефект, проте загалом можна використовувати будь-яку металеву каструлю з кришкою. Пристрої, які використовують надлишкове тепло від традиційних кухонних плит через дуже базовий теплообмінник, можуть виготовлятися на місцевому рівні. Індикатори

пастеризації рекомендовані для гарантування досягнення необхідної температури.

Придатність: Побутові пристрої зазвичай дуже дешеві та можуть виготовлятися локально. Сонячні печі також можуть використовуватися для приготування їжі, що робить їх більш привабливими. Зазвичай розповсюдження пристроїв для пастеризації більше підходить для етапу відновлення, оскільки знання про методологію та матеріали можуть не бути широко доступними на етапі гострого реагування, і може знадобитися навчання для виробництва та/або використання пристроїв. Загалом для належного використання побутових пристроїв потрібне лише базове початкове навчання. Проте за відсутності індикатору часу і температури існують ризики неправильного проведення пастеризації. Загалом каламутну воду також можна пастеризувати, хоча каламутність залишиться, і може бути потрібно збільшити час пастеризації для гарантування достатньої інактивації мікроорганізмів. Коли каламутність усувають з естетичних причин, це потрібно робити до проведення пастеризації задля уникнення повторного забруднення води. У випадку сонячної пастеризації через відносно низький вихід та високу чутливість до хмарної погоди важливим є гарне планування, а також необхідно достатньо місця для зберігання.

Експлуатація та обслуговування: Підходящі контейнери для сонячної пастеризації мають якийсь вид вікна для сонячного опромінення, яке потрібно регулярно чистити та замінювати, коли воно перестає бути прозорим. У випадку сонячної печі потрібно щодня чистити поверхню пристрою для збору сонячної енергії. Чищення можна проводити з використанням віника, щітки або шматка тканини, проте потрібно уникати подряпин на поверхні. Пастеризація не забезпечує залишковий захист, і очищену воду потрібно споживати невдовзі після проведення пастеризації і зберігати у контейнерах для безпечного зберігання води.

Здоров'я та безпека: У випадку живих клітин патогенних бактерій, вірусів і найпростіших організмів можна досягнути показники усунення log на рівні понад 99,9999% при температурі 60 – 70° C за менше ніж 1 хвилину. Проте бактеріальні спори та цисти найпростіших можуть бути більш стійкими до термальної інактивації. Із метою забезпечення суттєвого зменшення кількості спор потрібно гарантувати достатню температуру і час дії, зазвичай це 70° C протягом як мінімум 15 хвилин. Опіки внаслідок контакту з гарячою поверхнею становлять основну загрозу здоров'ю людей при використанні сонячної печі чи інших технік пастеризації, хоча також слід уникати прямого зорового контакту зі світлом, що відбивається від сонячної печі. Дітям не можна самостійно використовувати сонячну піч або інше обладнання для пастеризації, та за можливості працююче обладнання потрібно тримати подалі від дітей. У разі використання вогню чи пального для пастеризації довгостроковий контакт із димом може спричинити відповідні захворювання дихальної системи. У такому разі потрібно добре провітрювати місця для приготування їжі в приміщенні.

Витрати: Вартість високоякісної сонячної печі становить приблизно 200 доларів США, хоча подекуди в наявності є локально виготовлені сонячні печі, які коштують до 50 доларів США. Витрати на індикатори з воском для прямої сонячної пастеризації варіюються у межах від 0,9 до 2 доларів США.

Соціальні та екологічні аспекти: Теплий неприємний смак може погано сприйматися користувачами, якщо воду не охолоджують. Під час пастеризації зовнішній вигляд води не змінюється, що також може зменшити рівень прийняття цього методу у районах із каламутною водою. У разі використання вогню та пального пастеризація може бути екологічно несталою та збільшувати рівень викидів парникових газів, а також погіршувати інші місцеві проблеми, пов'язані з вирубкою лісів, що впливатиме не здоров'я та безпеку. Особливо у густо населених районах обробка води з використанням дров не є доречною з огляду на надмірну експлуатацію деревних ресурсів та подальшу шкоду для навколишнього середовища.

Сильні та слабкі сторони:

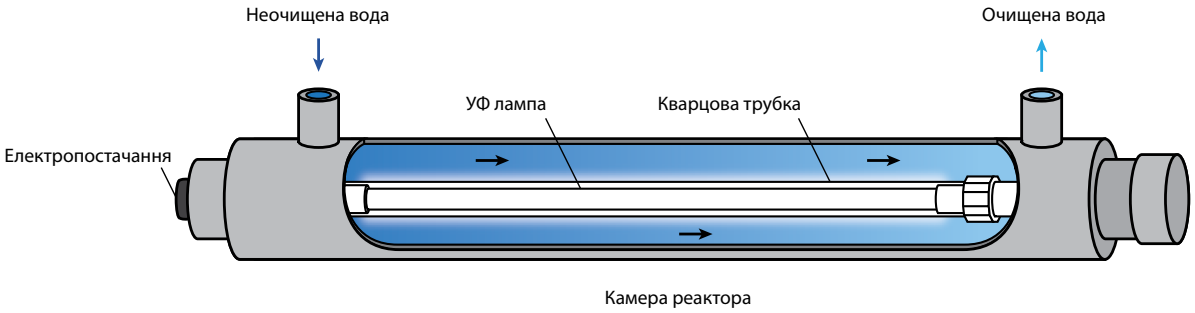
⊕ Майже відсутні витрати на очищення, потрібні лише підходящі контейнери
⊕ Можливо використовувати будь-яке джерело енергії

⊖ Досить невелика спроможність щодо очищення води
⊖ У результаті отримують неприємну теплу воду після очищення
⊖ Чутливість до нестабільної погоди (за умови використання сонячної енергії); хмари, дощ та полярні регіони обмежують ефективність
⊖ Не містить залишкової дезінфікуючої речовини (інакшим чином потрібно забезпечити безпечне постачання та зберігання)

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 222**

Ультрафіолетова лампа

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування * Стабілізація ** Відновлення	** Домогосподарство ** Район Місто	** Домогосподарство ** Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, дезінфекція води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
* Низька	** Середня	** Середній	



УФ лампа – це нехімічний спосіб дезінфекції води в побутових умовах, який є ефективним проти всіх класів патогенів і потребує лише кілька секунд контактного часу. Вона використовує короткохвильове УФ опромінення у діапазоні 200 – 300 нм, яке генерується ртутними лампами або УФ світлодіодами.

УФ дезінфекція – це фізичний процес, який інактивує мікроорганізми шляхом руйнування їх нуклеїнових кислот та протеїнів, які поглинають світло в діапазоні 200 – 300 нм. Деякі бактерії можуть ремонтувати пошкодження своїх ДНК, особливо під дією довжини хвиль, присутніх на сонячному світлі та коли доза опромінення є недостатньою. У випадку очищення питної води в побутових умовах за допомогою УФ опромінення зазвичай використовуються ртутні лампи низького тиску, які випромінюють один пік УФ опромінення за 254 нм. УФ світлодіодні лампи швидко здобувають популярність і можуть бути спроєктовані для різних вихідних результатів опромінення, хоча зазвичай використовуються у діапазоні від 255 до 285 нм.

Проєктні міркування: Вода тече через лампи з одного боку УФ системи до іншого та дезінфікується за секунди. Час гідравлічного утримання є ключовим фактором у проєкті системи задля забезпечення того, що час дії УФ опромінення, разом із вихідною інтенсивністю лампи забезпечує належну дозу УФ для інактивації всіх класів патогенних мікроорганізмів. Проте якість води впливає на УФ проникність та ефективність УФ опромінення. Наприклад, висока каламутність чи зважені частки можуть зменшувати ефективність дезінфекції, закриваючи собою патогенні цілі. Неорганічні елементи, такі як залізо чи марганець також можуть забруднювати лампу і зменшувати передачу світла. В ідеалі каламутність має бути на рівні до 5 нефелометричних одиниць каламутності, а проникність – понад 70% при 254 нм над 1 см ходу променя. Може знадобитися попереднє очищення, коли параметри якості не відповідають граничному значенню.

Типова УФ система включає одну УФ лампу у кварцовому скляному тубусі, поміщену у закриту систему із нержавіючої сталі, тефлону, що відбиває УФ промені, або пластику. УФ лампи також можна розміщувати над

поверхнею води. Невеликі пристрої цільового використання, які працюють від батарейок, так звані УФ 'ручки' можуть безпосередньо очищувати воду у пляшках із поліетилентерефталату. Коли використовуються УФ світлодіодні лампи, зазвичай ряд світлодіодів поміщується у світловідбивну камеру за кварцовою плитою, і вода тече через камеру у ході того, як вона опромінюється.

Матеріали: Пристрої для очищення води на основі УФ ламп або УФ світлодіодних ламп є зазвичай готовими для використання системами. Вони можуть вбудовуватися у трубопровідну систему водопостачання і зазвичай є повністю автоматизованими. УФ 'ручки' є невеликими за розміром і зазвичай мають захисне покриття, яке потрібно знімати до початку використання, а також індикатор для позначення строку експлуатації батарейок та лампи. УФ лампи потребують постійного джерела енергії від традиційного електропостачання, сонячної енергії або механічних засобів. В ідеалі потрібно здійснювати моніторинг за статусом інтенсивності та очікуваним строком експлуатації, що лишився, використовуючи сенсор УФ та індикатор лампи вкл/викл. Для УФ 'ручок' потрібні батарейки, які можна заряджати. У багатьох країнах УФ системи часто не доступні локально.

Придатність: УФ дезінфекція можлива лише тоді, коли є надійне джерело енергії на рівні домогосподарства, чого найімовірніше може не бути на гострому етапі надзвичайної ситуації. Тому системи більше підходять для етапів стабілізації та відновлення. УФ 'ручки' можуть бути корисними на етапі гострого реагування, коли є можливість заряджати батарейки кожні 5 – 10 днів. Можуть використовуватися побутові системи або системи невеликого масштабу для великих домогосподарств і кіосків по продажу води. Зазвичай експлуатація є простою і може бути повністю автоматизованою. Користувачів потрібно навчити обслуговувати системи, або місцеві надавачі послуг мають надавати послуги з обслуговування. УФ опромінення не усуває фізичні чи хімічні забрудники.

Експлуатація та обслуговування: У випадку невеликих побутових систем повсякденна експлуатація включає вмикання і вимикання лампи, коли потрібно очистити воду. Повністю автоматизовані вбудовані системи вмикаються і вимикаються автоматично, коли виявляють потік води. Якщо є сенсор інтенсивності, можна відслідковувати інтенсивність працюючої лампи до рівня, коли вона падає нижче визначеного показника для підтвердженої ефективності (~70% чи менше від початкового проєктного показника). Регулярне обслуговування системи має включати промивання контейнеру (реактора) від будь-якого бруду, який може там накопичуватися і протирання УФ трубки чи кварцової трубки шматком м'якої тканини для уникнення подряпин. Зазвичай після 8 000 годин експлуатації УФ ртутна лампа досягне кінця свого строку експлуатації, і її потрібно буде замінити задля забезпечення належної дезінфекції. Строк експлуатації світлодіодних ламп варіюється залежно від специфікацій світлодіодів та виробника. У випадку всіх видів ламп потрібно оглядати і чистити внутрішню поверхню реактора як мінімум раз на рік.

Здоров'я та безпека: Типове УФ очищення забезпечує як мінімум 3-log інактивацію бактерій і найпростіших організмів, включаючи криптоспоридії та лямблії в низьких дозах (1 – 10 мДж на см^2). УФ дезінфекція не захищає від мікробіологічного повторного забруднення і росту після очищення, тому очищену воду потрібно зберігати у безпеці. Потрібно використовувати лише підтверджені УФ системи, які забезпечують спроєктовану дозу при звичайній швидкості потоку та показниках УФ проникності. Потрібно уникати прямої дії УФ опромінення, оскільки воно може спричиняти опіки шкіри та пошкоджувати очі. У разі поломки ртутної лампи може вивільнятися токсична ртуть, потенційно спричиняючи ризики для здоров'я та завдаючи шкоди навколишньому середовищу.

Витрати: Наразі вартість побутової УФ системи коливається від 55 до 220 доларів США, але може бути і вищою. У процесі того, як на ринку з'являються світлодіодні системи, очікується, що ціни суттєво знизяться. Проте УФ системи часто не доступні локально, і потрібно враховувати витрати на транспортування та імпорт. Тим не менш через невелику логістичну присутність витрати на транспортування є порівняно низькими.

Соціальні та екологічні аспекти: Системи добре приймаються населенням як сучасні та зручні. Наявність енергопостачання є обов'язковою для УФ очищення, проте електроенергія, отримана з використанням викопного палива, збільшує рівень викидів парникових газів. Вивільнення ртуті із УФ ламп завдає шкоди навколишньому середовищу і становить ризик для здоров'я людей. УФ лампи з ртуттю потрібно утилізувати належним чином як токсичні відходи, що може бути неможливим у деяких місцях. Перевагу слід віддавати нертутним лампам (наприклад, світлодіодним), коли належне управління токсичними відходами є неможливим.

Сильні та слабкі сторони:

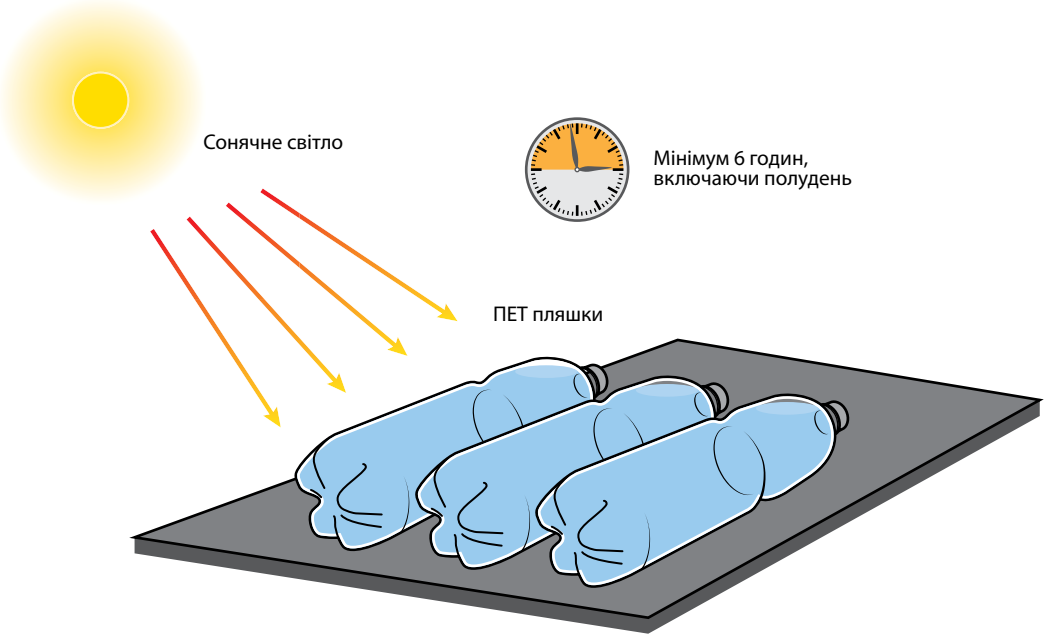
⊕ Легко експлуатується, без жодних необхідних хімікатів
⊕ Не спричиняє жодних змін у смаку і запаху води, а також відсутнє утворення побічних продуктів дезінфекції
⊕ Дезінфекція від мікроорганізмів із високою стійкістю до хлору (наприклад, ооцист криптоспоридій)

⊖ Потрібне надійне електропостачання
⊖ Час від часу потрібні запчастини (ртутні лампи)
⊖ Відсутня залишкова дезінфекція, тому потрібно інакшим чином забезпечити безпечне зберігання
⊖ У випадку каламутної води потрібне попереднє очищення

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 222**

Сонячна дезінфекція

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
** Гострий етап реагування ** Стабілізація ** Відновлення	** Домогосподарство ** Район Місто	** Домогосподарство * Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, дезінфекція води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
*** Висока	* Низька	*** Високий	



Сонячна дезінфекція води очищує воду для пиття з низьким рівнем каламутності, використовуючи поєднання тепла, ультрафіолетового опромінення та опромінення видимим світлом, отриманого в результаті сонячної енергії. Цей метод підходить для дезінфекції невеликої кількості води із низьким рівнем каламутності.

Використані прозорі ПЕТ пляшки очищують, наповнюють неочищеною водою та добре закривають. Пляшки кладуть в горизонтальному положенні на яскравому сонці на щонайменше 6 годин. У вітряну погоду цей період часу потрібно продовжити до 48 годин. Як альтернативний варіант можна використовувати пластикові пакети, які пропускають ультрафіолет, скляні пляшки або інші контейнери, призначені для сонячної дезінфекції води. Гарним місцем для того, щоб розкласти пляшки, є світловідбиваюча поверхня, наприклад, гофрована сталь. Відбиття та висока температура пришвидшують процес дезінфекції. У разі відсутності світловідбиваючого матеріалу пляшки можна розмістити на будь-якій поверхні, єдине, що потрібно переконатися в тому, що на них не буде падати тінь.

Проєктні міркування: Пляшки, які використовуються для процесу дезінфекції, мають бути безбарвними та прозорими, не мати подряпин чи пошкоджень, бути без етикеток, а також добре очищеними. УФ опромінення зменшується при більшій глибині води, тому перевага віддається невеликим пляшкам (1 – 1,5 літрів) порівняно з пляшками більшого об'єму (понад 3 літри). Наприклад, на глибині в 10 см (зазвичай діаметр 2-літрової ПЕТ пляшки) та помірній каламутності води (до 30 нефелометричних одиниць каламутності) УФА опромінення зменшується до 50%. Для досягнення дезінфекції на рівні понад 99,9% у випадку бактерій та понад 99% у випадку вірусів потрібно 3 – 5 годин сонячного опромінення на рівні понад 500 Вт на м^2. Це залежить від інтенсивності сонячного світла, що залежить від таких факторів, як географічне розташування, висота та клімат. На практиці це означає, що час перебування на сонці становить від 6 до 48 годин. Відтак, популяризуючи використання сонячної дезінфекції води, у разі коли користувачам буде незрозуміло, в який момент вода стане безпечною, може бути краще рекомендувати залишати пляшки під сонцем протягом 2 днів. На контейнери не повинна падати тінь від дерев, будинків чи інших об'єктів. Сонячна дезінфекція води не підходить для води із каламутністю вищою за 30 нефелометричних одиниць. У такому випадку потрібно використовувати інші методи або попереднє оброблення із застосуванням методів очищення від каламутності.

Матеріали: Незалежно від того, який матеріал використовується, він має мати гарну проникність для УФА і бути придатним для застосування в харчовій промисловості. Гарним вибором є ПЕТ або скляні пляшки із

об'ємом до максимум 3 літрів або гнучкі пакети (наприклад, спеціально виготовлені для сонячної дезінфекції пакети або наявні на ринку пакети для заморожування продуктів). Пакети можуть мати більше переваг у використанні для цього методу порівняно з пляшками, наприклад, їх простіше зберігати, транспортувати, розповсюджувати та наповнювати, а також простіше купувати на більшості ринків по всьому світові. Проте проблемою у випадку використання пакетів є те, що їх не настільки довго вистачає і вони створюють більше проблем з відходами для екології. Пластикові пляшки рекомендовано замінювати після 6 – 12 місяців щоденного використання. Зазвичай ПЕТ пляшки маркують значком переробки 1 ПЕТ. Не варто використовувати пляшки коричневого та зеленого кольору, оскільки вони частково поглинають УФ світло. Голубуватий відтінок, який має багато пляшок, є прийнятним. Не слід використовувати ПВХ пляшки.

Придатність: Сонячна дезінфекція води підходить для застосування в побутових умовах для мікробіологічно забрудненої води. Зокрема, сонячна дезінфекція води може бути корисним методом у програмах забезпечення готовності до надзвичайної ситуації. Якщо люди пройшли навчання з використання сонячної дезінфекції води та мають доступ до підходящих матеріалів, вони можуть почати очищувати воду для себе ще до того, як до них дійдуть заходи з надання допомоги. Сонячна дезінфекція води не рекомендується до застосування на гострому етапі реагування, якщо в людей відсутні попередні знання про цей метод, оскільки логістика розповсюдження порожніх пляшок є невигідною, особливо порівняно з іншими методами (наприклад, хімічна дезінфекція), і подібно до всіх інших технологій очищення води в побутових умовах за таких обставин складно швидко запровадити нову технологію, яка потребує значного навчання.

Експлуатація та обслуговування: Обов'язковою передумовою для застосування сонячної дезінфекції води є сонячна погода. У хмарні дні (коли більше половини неба вкрито хмарами) пляшки мають лежати під сонцем протягом двох днів підряд. У дощові дні сонячна дезінфекція води не працює, тобто в наявності мають бути альтернативні варіанти (наприклад, збір дощової води, 3.1 та 3.2). Якщо погодні умови є мінливими, ефективність очищення можна визначати за допомогою електронних пристроїв з індикаторами або простих температурних датчиків на парафіновій основі. Метод сонячної дезінфекції води підходить лише для води із низьким рівнем каламутності до 30 нефелометричних одиниць. Для того щоб вирішити, чи вода є занадто каламутною і чи потрібне попереднє очищення, можна покласти наповнені водою пляшки на газету в тіні (щоб уникнути втручання світла у процес) і подивитися через пляшку згори донизу. Якщо можна прочитати літери через воду, то це означає, що каламутність є нижчою за 30 нефелометричних одиниць. Якщо каламутність є занадто високою, її можна зменшити шляхом флокуляції/седиментації (із використанням сульфату алюмінію чи подрібненого насіння моринги маслянистої) або фільтрації. Задля уникнення повторного забруднення очищену воду потрібно зберігати у пляшках, в яких вона дезінфікувалася, до моменту споживання. Очищену воду потрібно пити безпосередньо з пляшки, коли це можливо, щоб уникнути повторного забруднення.

Здоров'я та безпека: Дослідження показали, що сонячна дезінфекція води суттєво зменшує рівень поширеності захворювань, пов'язаних із вживанням забрудненої води. Це переважно досягається завдяки УФА передачі (довжина хвиль: 320 – 400 нм) та температурі понад 50° С. Лабораторні дослідження продемонстрували, що сонячна дезінфекція води видаляє до 99,99% бактерій і понад 99% вірусів, а також найпростіших організмів (лямблії та криптоспоридії стають неінфекційними через 10 годин перебування на сонці).

Вода, забруднена небіологічними агентами, такими як миш'як, фтор та промислові сільськогосподарські органічні забрудники або важкі метали, потребує додаткових етапів очищення, щоб зробити таку воду безпечною для пиття.

Витрати: У разі наявності використаних пляшок відсутні інші додаткові матеріальні витрати. У разі відсутності використаних пляшок дешевою альтернативою можуть стати мішки для заморожування продуктів.

Соціальні та екологічні аспекти: Сонячна дезінфекція води – це простий, економічно доступний, ефективний та гідний спосіб отримання чистої води в побутових умовах. Сонячна дезінфекція забезпечує ефективне очищення води будь-якого нехлорованого джерела води із низькою каламутністю, і будь-кого можна навчити використовувати цей метод локально. Проте у деяких випадках рівень прийняття методу населенням є низьким. Люди перестають використовувати сонячну дезінфекцію води через час і зусилля, необхідні для очищення води для всього домогосподарства, занепокоєння щодо ефективності, обмежений доступ до пляшок і небажання платити за нові пляшки. Деякі люди можуть відмовитися від теплої води, а також вода може мати неприємний смак. Порожні ПЕТ пляшки та пластикові пакети можуть спричинити серйозну проблему щодо управління твердими побутовими відходами. Коли порожні пляшки або пакети для сонячної дезінфекції води розповсюджуються у місцях без працюючої системи утилізації відходів, потрібно враховувати вплив розповсюджених пляшок та продуктів. Наприклад, утилізація ПЕТ пляшок у вигрібних ямах може забивати насосне обладнання вакуумних автоцистерн, таким чином спричиняючи в подальшому проблеми.

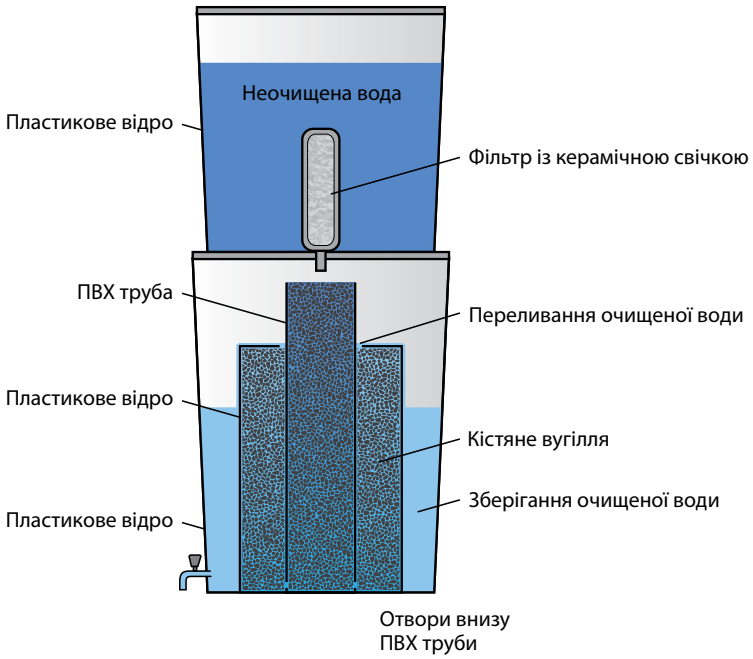
Сильні та слабкі сторони:

- ⊕ Простий, легкий у використанні та дешевий метод без потреби у зовнішньому джерелі енергії, окрім сонячного світла
- ⊕ Ефективно зменшує кількість бактерій, вірусів та найпростіших організмів
- ⊕ Зручний у зберігання та транспортуванні, очищена вода захищена від повторного забруднення у пляшці
- ⊕ Не потрібне обслуговування (жодних хімікатів, енергії чи розхідників)
- ⊖ Очищує лише невелику кількість води із каламутністю до 30 нефелометричних одиниць, і відсутній залишковий захист
- ⊖ Для очищення води для всієї сім'ї потрібно кілька пляшок
- ⊖ Пляшки потрібно міняти кожні 6 – 12 місяців, що створює проблему із засміченням навколишнього середовища
- ⊖ Є період очікування у 6 – 48 годин залежно від сонячних умов та не підходить у періоди, коли постійно йде дощ
- ⊖ Зазвичай виробляється невелика кількість

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 222**

Фільтр для видалення фтору

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶ Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, видалення хімікатів із води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶✶ Середня	✶✶ Середній	



Фтор – це забрудник підземних вод, присутній у кам'янистій породі та ґрунтах (зазвичай відкладеннях вулканічного походження). На рівні понад 1,5 мг на літр він може дуже негативно впливати на здоров'я людей. Оскільки такий вплив відбувається в результаті тривалого споживання, видалення фтору переважно є релевантним для етапу відновлення і затягнутих надзвичайних ситуацій.

Фтор можна видалити із підземних вод шляхом адсорбції з використанням кальцієво-фосфатних чи алюмінієво-оксидних фільтраційних матеріалів, завдяки процесам очищення з використанням утворення осаду та коагуляції або зворотного осмосу. Додаючи хімікати, такі як кальцій та солі алюмінію, формуються осади, які зв'язують фтор і які можна видалити з використанням традиційної седиментації та фільтрації. Техніка Нальгонда використовує сульфат алюмінію та гідроксид кальцію (вапно) в якості коагулянтів. До інших технік відносять електрокоагуляцію та техніку Накуру, що є поєднанням процесів утворення осаду та адсорбції. У випадку адсорбції та іонного обміну забруднена фтором вода проходить через шар пористого матеріалу (контактний шар), який усуває фтор із води шляхом іонного обміну або адсорбції на речовину контактного шару. Належними матеріалами контактного шару є речовини на основі активованого оксиду алюмінію чи фосфату кальцію, наприклад, синтетичний гідроксиапатит і кістяне вугілля. Важливою перевагою технік абсорбції є те, що багато фільтраційних матеріалів можна відновити.

Проєктні міркування: Техніки, які потребують щоденного додавання хімікатів для коагуляції та утворення осаду з метою видалення фтору (наприклад, техніка Нальгонда), є не дуже практичними в побутових умовах, оскільки повсякденна експлуатація (дозування хімікатів, перемішування, осідання, видалення мулу) займає досить багато часу, а також у процесі можна припуститися помилок. Тому у випадку побутових систем перевага віддається методам адсорбції/іонного обміну, за яких кількість фільтрованої води зазвичай становить від 20 до 40 літрів на день. Фільтри зазвичай складаються із двох камер, одна з яких заповнена адсорбентом чи іонообмінними смолами, а інша використовується для зберігання чистої води. Коли вода є бактеріально забрудненою, до або після очищення від фтору використовуються керамічні фільтраційні елементи. У випадку фільтрації

в побутових умовах важливо обчислити очікуваний час наповнення фільтраційного матеріалу з огляду на його поглинальну здатність, концентрацію фтору в неочищеній воді та кількість води, що фільтрується протягом дня. При наближенні до моменту насичення потрібно проаналізувати фтор в очищеній воді із використанням фільтраційного розподілювача, і матеріал потрібно замінити або відновити за потреби. Відновлення потрібно організовувати не на об'єкті, та його має проводити кваліфікований персонал (робота з кислотами та лугами). Здатність видаляти фтор зменшується із кожним циклом відновлення. Більшість технік можуть видаляти понад 90% фтору, хоча вищий рівень pH/лужність можуть зробити деякі техніки менш ефективними (наприклад, активований алюміній та коагуляція/утворення осаду є менш ефективними при таких високих рівнях).

Матеріали: Фільтри для видалення фтору можна споруджувати із використанням місцевих відер. Кістяне вугілля та синтетичний гідроксиапатит також можуть вироблятися локально, хоча потребують навчання та інвестицій у виробничі потужності. Активований алюміній може бути недоступний локально.

Придатність: Фтор є надзвичайно важливим структурним елементом для формування зубної емалі та кісток, але споживання питної води із високою концентрацією фтору протягом довгого періоду часу може призвести до серйозного погіршення стану зубів і кісток. Рекомендоване значення, визначене Всесвітньою організацією охорони здоров'я щодо фтору у питній воді, становить 1,5 мг на літр. В наявності є карти ризику (наприклад, Платформа оцінювання підземних вод), які демонструють регіони з високою ймовірністю підвищеного вмісту фтору у підземних водах. Залежно від кількості членів сім'ї та спроможностей побутової системи, яка використовується, може бути потреба розділяти очищену воду, яка використовується для пиття та для приготування їжі, і неочищену воду, яка використовується для миття рук, купання та прання, і потрібно бути обережним, щоб не переплутати контейнери. Оскільки вплив на здоров'я проявляється в результаті довготривалого споживання, технологія більше підходить для етапу відновлення та затягнутих надзвичайних ситуацій, які мають місце у районах із високим ризиком наявності підвищеного вмісту фтору. У разі використання коагуляції з інших причин все одно може спостерігатися зниження концентрації фтору.

Експлуатація та обслуговування: Експлуатація побутових фільтраційних систем видалення фтору зазвичай є простою для користувачів. Потрібно дотримуватися необхідного часу контакту між водою та фільтраційним шаром, який варіюється залежно від фільтраційного матеріалу, задля забезпечення ефективного видалення фтору. Потрібно, щоб дистриб'ютор/продавець фільтрів організував проведення регулярного моніторингу якості води, заміну та/або відновлення матеріалу, і для цього потрібна співпраця з боку споживачів. Коли досягається максимальна поглинальна здатність побутового фільтру, фтор видаляється шляхом пропускання лугового розчину над фільтраційним шаром, після чого використовується кислотний розчин для його реактивації. Хімікати потрібно зберігати та використовувати обережно, і для цього потрібен висококваліфікований персонал у сервісному центрі. Фільтраційні матеріали після цього можна повторно використовувати для видалення фтору в подальшому.

Здоров'я та безпека: Технології видалення фтору не усувають мікробіологічне забруднення, і може знадобитися подальша фільтрація або дезінфекція. Очищена вода має постійно зберігатися у фільтрах або контейнерах для безпечного зберігання води. Мул, розчини для відновлення та насичені фільтраційні матеріали становлять загрозу для здоров'я та навколишнього середовища, і їх потрібно утилізувати у безпечний спосіб (наприклад, на полігоні далеко від джерел питної води). Оператори, залучені до виробництва або відновлення фільтраційних матеріалів, повинні пройти тренінг із заходів особистої безпеки, наприклад, правильного використання захисного обладнання.

Витрати: Вартість простого локального виготовленого фільтру може варіюватися у межах 20 – 40 доларів США, коли вже є готові виробничі потужності. Виробництво кістяного вугілля потребує багато праці та інфраструктури, і ці витрати також потрібно враховувати. У випадку необхідності імпортувати і транспортувати комерційні продукти вартість може вирости до 50 – 100 доларів США за фільтр. Проте відновлення матеріалу зменшує поточні витрати. У деяких постраждалих країнах (наприклад, Ефіопії, Кенії) невеликі надавачі послуг запровадили бізнес моделі на основі позик чи доставки товарів.

Соціальні та екологічні аспекти: Кістяне вугілля може не прийматися населенням у деяких районах з релігійних чи культурних причин. Потреба в очищенні води може бути не очевидною для користувачів, і можуть бути необхідні інформаційні кампанії та інтервенції із просування змін у поведінці **(див. X.16).** Мул, розчини для відновлення або насичені фільтраційні матеріали становлять загрозу для навколишнього середовища і повинні бути утилізовані у безпечний спосіб подалі від джерел питної води чи земельних ділянок, залучених до ведення сільського господарства.

Сильні та слабкі сторони:

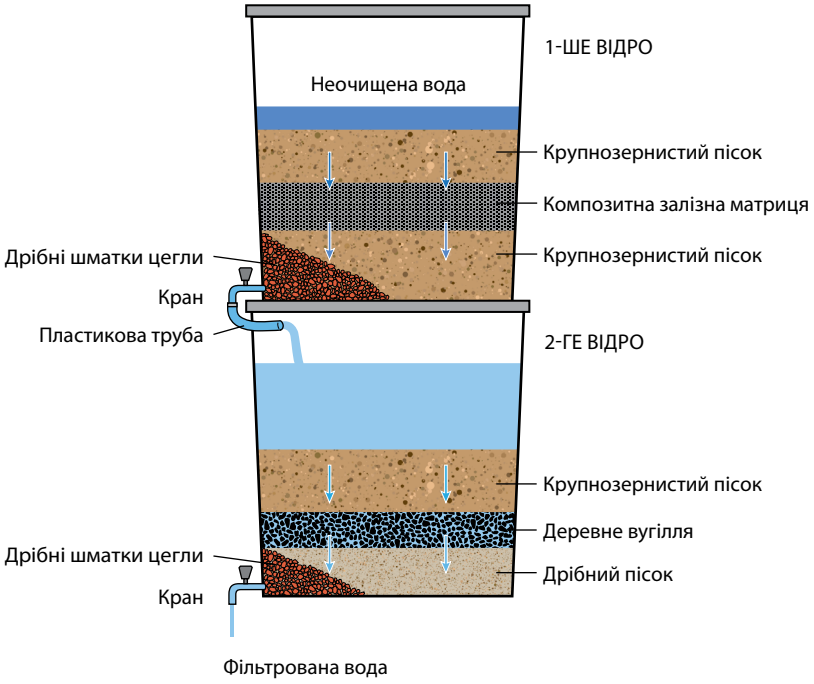
⊕ Висока здатність поглинання фтору у випадку деяких процесів (наприклад, активований алюміній)
⊕ Можна відновлювати фільтраційний матеріал у випадку деяких процесів
⊕ У випадку деяких процесів потрібно небагато часу контакту (наприклад, кістяне вугілля)

⊖ Може бути більш затратним щодо праці (наприклад, виробництво кістяного вугілля)
⊖ Може бути менш ефективним залежно від рівня pH (активований алюміній)
⊖ Потрібні кваліфіковані оператори для відновлення матеріалу
⊖ Для виробництва кістяного вугілля потрібні навички (наприклад, сушильня із правильною температурою) для попередження варіацій у якості

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 223**

Фільтр для видалення миш'яку

Етап реагування	Рівень застосування	Рівень управління	Завдання/Ключові риси
Гострий етап реагування ✶✶ Стабілізація ✶✶ Відновлення	✶✶ Домогосподарство ✶✶ Район Місто	✶✶ Домогосподарство ✶ Спільний Суспільний/ державний	Очищення води в побутових умовах, видалення хімікатів із води
Наявність на місцевому рівні	**Технічна складність**	**Рівень готовності**	
✶✶ Середня	✶ Низька	✶✶✶ Високий	



Миш'як – це забрудник підземних вод, присутній у кам'янистій породі та ґрунтах, а також може виникати в результаті промислової діяльності. Коли миш'як присутній на рівні 10 мкг на літр, то він може безпосередньо впливати на здоров'я, і проблему його наявності потрібно вирішувати якомога швидше. Миш'як можна усунути з підземних вод шляхом окислення, за чим слідує фільтрація, утворення осаду, адсорбція, процеси іонного обміну чи зворотній осмос.

Найпоширенішою формою миш'яку в підземних водах є тривалентний арсеніт, (As III), який видалити не так просто як п'ятивалентний арсенат (As V), що приєднується до різних твердих часток, наприклад, оксиду заліза. Відтак рекомендується провести попередній етап окислення As III повітрям чи хімікатами до проведення очищення води. Після окислення до As V побутові системи можуть усунути його шляхом адсорбції, утворення осаду та іонного обміну.

Проєктні міркування: Більшість побутових систем для видалення миш'яку складаються із двох відер/відділень, в яких As III спершу окислюється до As V, а тоді у другому відділенні As V видаляється шляхом утворення осаду або адсорбції у заводському комерційному фільтраційному матеріалі. Об'єм води, який можна відфільтрувати з використанням побутових систем, становить 20 – 60 літрів на день. Ефективність видалення залежить від проєкту і компонентів фільтру, але буде в діапазоні 85 – 99%. Побутові фільтри для видалення миш'яку є простими в експлуатації, проте потрібно дотримуватися вказаного часу контакту, і фільтри зазвичай мають працювати повільно. Усі матеріали потрібно буде відновлювати після насичення, що складно визначити і для цього потрібно проводити тести якості води. Тому потрібно запровадити функціонуючу мережу обслуговування.

Однією з недорогих та широко використовуваних технологій є фільтр Канчан для видалення миш'яку. Це модифікація біологічного повільного піщаного фільтру **(Б.5)** із залізом нульової валентності (часто у формі іржавих цвяхів), що додається до шару розсіювача. Миш'як у воді адсорбується на оксид заліза (із іржавих цвяхів) і тоді вловлюється на поверхні піску у фільтрі. Подібно до інших біологічних повільних піщаних фільтрів корпус фільтру Канчан для видалення миш'яку може бути

виготовлений із бетону, пластику або нержавіючої сталі. Він містить стовп із подрібненого каміння (піску), на якому живуть мікроорганізми.

Матеріали: Належні фільтраційні матеріали включають іонообмінні синтетичні смоли, активований оксид алюмінію, активоване вугілля та тверді частки на основі заліза (гранульований гідроксид заліза або вкритий залізом пісок). Прикладом недорогого матеріалу є композитна залізна матриця, яка складається із обрізків заліза, що продукують новий адсорбент завдяки постійній корозії заліза. Утворений осад миш'яку із тривалентним залізом тоді видаляється завдяки фільтрації через пісок та шари активованого вугілля. В наявності є різноманітні сильноосновні аніоніти, але їх слід використовувати лише для низькосульфатної води через ризик вивільнення великої кількості миш'яку за наявності сульфату. Активований оксид алюмінію доступний у гранульованій формі або як оксид алюмінію, і забрудники обмінюються з поверхневими гідроксидами алюмінію. Фільтраційний матеріал можна насипати у локально доступні відра. У випадку домогосподарств, під'єднаних до мережі водопостачання, варіантом можуть бути мембранні фільтри (нанофільтрація або зворотний осмос), які працюють із використання наявного тиску у крані.

Придатність: Споживання забрудненої миш'яком води протягом тривалого періоду часу може призвести до хронічного отруєння миш'яком. Довгострокова дія миш'яку призводить до змін у пігментації шкіри та підвищує ризик різноманітних захворювань легень і серця. ВООЗ визначала рекомендований показник щодо миш'яку в питній воді на рівні 10 мкг на літр, що залежить від ефективності очищення та аналітичної здатності досягнути такого результату. За наявності в помірній концентрації вплив на здоров'я спричиняється довготривалим споживанням, і технологія є релевантною переважно для етапу відновлення та затягнутої надзвичайної ситуації, яка має місце в районах із високим ризиком підвищеного вмісту миш'яку. Проте за наявності у високій концентрації миш'як потрібно видаляти якомога швидше. Відтак у районах із високим ризиком потрібно виміряти рівень миш'яку перш ніж обирати джерело води, і за умови наявності альтернативних джерел потрібно використовувати джерела без або з низькою концентрацією миш'яку. На Платформі з оцінки підземних вод доступні карти ризиків, які демонструють регіони із високою ймовірністю підвищеного вмісту миш'яку в підземних водах.

Експлуатація та обслуговування: Експлуатація фільтрів для видалення миш'яку є відносно простою, і для цього потрібне лише щоденне поповнення води. Задля забезпечення ефективного видалення миш'яку потрібно дотримуватися необхідного часу контакту між водою та фільтраційним шаром, що залежить від моделі фільтру та використаного матеріалу. Заходи з обслуговування включають періодичне чищення/змивання та дезінфекцію і заміну піску, активованого вугілля або залізних елементів у фільтрах. Потрібно, щоб дистриб'ютор/продавець фільтрів організував проведення регулярного моніторингу та обслуговування, і для цього потрібна співпраця з боку споживачів. Коли використовуються фільтраційні матеріали, які потрібно відновлювати, ця процедура повинна проводитися у сервісному центрі висококваліфікованим персоналом, оскільки поводитися з необхідними хімікатами потрібно обережно.

Здоров'я та безпека: Вплив вживання миш'яку протягом довгого періоду часу на здоров'я включає зміни у пігментації шкіри, а також інші симптоми (наприклад, бронхіт, судинні захворювання) і підвищення ризику різноманітних видів раку. У короткостроковій перспективі миш'як може підвищити ризик інфаркту міокарда. Такий вплив на здоров'я може тривати навіть після видалення миш'яку. Відходи із високим вмістом миш'яку виробляються фільтраційною системою, та їх потрібно утилізувати належним чином через високу токсичність (наприклад, на полігоні далеко від джерел питної води). Фільтри для видалення миш'яку не усувають мікробіологічне забруднення. Існує ризик повторного забруднення води через погане дотримання гігієни, і може бути потрібна подальша фільтрація чи дезінфекція. Очищена вода завжди має зберігатися у фільтрах або контейнерах для безпечного зберігання води. У разі використання іонообмінних смол уважно потрібно зважити на якість води, оскільки інші іони з більшою тягою до смол можуть замінити собою As V, що призведе до неконтрольованого вивільнення великої кількості миш'яку в очищену воду.

Витрати: Фільтри, які можна спорудити з використанням локально доступних матеріалів, коштують починаючи від 20 – 40 доларів США. Витрати на активований оксид алюмінію та іонообмінні смоли є високими, і вони можуть бути недоступними на місці.

Соціальні та екологічні аспекти: Фільтри для усунення миш'яку добре приймаються населенням, коли людям відомо про проблеми зі здоров'ям, пов'язані з наявністю миш'яку у воді. Проте запровадження нової технології – це складний процес, до якого потрібно залучати всі зацікавлені сторони від самого початку. Знадобиться інформація та інтервенції, спрямовані на стимулювання змін у поведінці, **(див. X.16)** з метою підвищення рівня обізнаності населення у районах, де цього немає. Довгостроковий вплив отруєння миш'яком не є очевидним, і користувачі можуть неохоче використовувати фільтри регулярно. Розчини для відновлення або насичені фільтраційні матеріали становлять загрозу для навколишнього середовища, і їх потрібно утилізувати у безпечний спосіб подалі від джерел питної води чи земельних ділянок, залучених до ведення сільського господарства.

Сильні та слабкі сторони:

⊕ Відносно недорогі та прості у користуванні
⊕ Використовують локально доступні матеріали

⊖ Якість води та склад сильно впливають на ефективність видалення миш'яку; фільтри не є ідеальним варіантом для багатої на аніони води (наприклад, сульфат і фосфат є конкуруючими іонами)
⊖ Складно передбачити строк експлуатації фільтру та те, коли в подальшому потрібно замінювати фільтр
⊖ Потрібна працююча система постачання для ефективної заміни

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 223**

Оцінювання, визначення та відбір належного поєднання технологій водопостачання для конкретної ситуації залежить не лише від технічних аспектів, а й від інших факторів навколишнього середовища, таких як місцеві умови, соціальні норми і культура, а також «сприятливе середовище». Для того, щоб допомогти ухвалити правильне рішення, потрібно враховувати історію сектору WASH в районі впровадження інтервенції, зокрема, щодо місцевих практик і вподобань, конкретних потреб населення, існуючої регуляторної бази і статусу існуючої інфраструктури. Інтервенції з водопостачання повинні ґрунтуватися на комплексному оцінюванні та враховувати вимоги щодо моніторингу і стратегій переходу і виходу. Також важливо планувати підходи для конкретного контексту, наприклад, для міст, профілактики холери, залучення громади та ринкового програмування. У цьому розділі представлені найбільш релевантні загальні питання, поділені на чотири групи:

Початкова ситуація

X.1 Оцінювання
X.2 Умови в певному районі та стосовно певної ситуації
X.3 Інституційний/регуляторний контекст та координування
X.4 Залучення громади та підзвітність

Моніторинг та контроль якості

X.5 Моніторинг
X.6 Моніторинг підземних вод
X.7 Моніторинг якості води
X.8 Безпека води та управління ризиками
X.9 Потік даних, інформаційні та комунікаційні технології

Концептуальні питання

X.10 Резильєнтність, готовність та зменшення ризиків стихійного лиха
X.11 Стратегія виходу та передачі
X.12 Вода для використання в різних цілях та повторне використання води
X.13 Водопостачання в місті в умовах затяжної кризи
X.14 Профілактика холери та управління епідемією

Проєктування та соціальні аспекти

X.15 Інклюзивне та справедливе проєктування
X.16 Просування гігієни та робота з постраждалими громадами
X.17 Ринкове програмування

X

ЧАСТИНА 2:
Загальні питання

Початкова ситуація

X.1 Оцінювання

У разі настання надзвичайної ситуації до запровадження будь-якої інтервенції потрібні чіткий аналіз та пріоритизація гуманітарних потреб шляхом проведення добре скоординованого і спланованого оцінювання. Останнє є найпершим кроком у гуманітарному програмному циклі, що дозволяє вимірювати такі індикатори, які перелічені у наборі індикаторів Глобального кластеру з питань WASH, при цьому в подальшому реагуючи конкретно на слабкі місця для координованої оптимізації впливу. Оцінювання має відповідати на такі п'ять запитань у випадку як надзвичайних ситуацій, які розпочинаються швидко і раптово, так і для затягнутих криз:

1. Якими є пріоритети?
2. Які групи мають найбільше потреб?
3. На чому інтервенції мають зосереджувати увагу перш за все?
4. Орієнтовно протягом якого періоду часу будуть потрібні інтервенції?
5. У порівнянні з якими стандартами та індикаторами потрібно вимірювати прогрес?

Оцінювання буде або комплексним міжвідомчим секторальним оцінюванням, або конкретним оцінюванням сектору WASH залежно від масштабу надзвичайної ситуації і контексту, ступеня координації між партнерами, наявних ресурсів та загального потенціалу. Конкретні оцінювання сектору WASH мають завжди включати міжсекторальний збір даних та аналіз контексту шляхом проведення обробки вторинних даних. Первинний контакт в якості важливого першого кроку буде надзвичайно важливим для розуміння сприятливого середовища, включаючи різні урядові зацікавлені сторони, представників громади, постраждалі громади, ключових інформаторів, а також присутніх гуманітарних виконавців і виконавців із питань розвитку. Якщо впровадження інтервенції очолює держава, надзвичайно важливим є розуміння інституційного середовища та існуючих планів на випадок непередбачуваних обставин і готовності до надзвичайної ситуації. Національний уряд може попросити гуманітарних виконавців суттєво збільшити спроможності, особливо, під час надзвичайних ситуацій середнього чи великого масштабу, де може буде приведена в дію активація кластеру.

Підходи щодо проведення швидкого оцінювання, наприклад, багатосекторальне початкове швидке оцінювання або ті, які використовуються такими організаціями як УВКБ ООН, є релевантними під час раптового настання події, як-от стихійного лиха або додаткової неочікуваної події під час затягнутої кризи або масового переміщення людей. У випадку більш комплексних довгострокових стихійних лих із повільним початком або затягнутих криз також можуть використовуватися складніші оцінювання, наприклад, багатосекторальне оцінювання потреб, яке використовується для інформування огляду гуманітарних потреб. У результаті використання огляду гуманітарних потреб, що проводиться щороку як перший крок під час процесу подання заявок на отримання фінансування від ООН, розробляється план гуманітарного реагування як частина загальної системи заявок до ООН. У випадку вже існуючих мереж водопостачання та/або новостворених систем для середньо- і довгострокового використання рекомендованим є більш систематичний підхід на основі ризику, наприклад, план безпеки води **(див. X.8).**

Задля проведення оцінювання потрібно враховувати такі фактори:

1. Відповідні органи влади та зацікавлені сторони із громади очолюють процес і беруть відповідальність за нього з огляду на їхні наявні ресурси та здатність реагувати;
2. Оцінювання координуються та проєктуються із врахуванням відповідного контексту (сільський, передмістя та/або міський) залежно від виду надзвичайної ситуації та з огляду на існуючі спроможності і норми;
3. Оцінювання є інклюзивним та покриває потреби і спроможності хлопців, дівчат, жінок і чоловіків незалежно від їхнього віку, національності, раси, інвалідності, релігії/переконань, політичної приналежності або сексуальної орієнтації тощо;
4. Реагування на загрози і ризики щодо захисту;
5. Реагування на проблемні питання щодо безпеки, включаючи доступ;
6. Залучення громади із метою забезпечення проєктування інтервенцій для їхніх потреб;
7. Підзвітність перед постраждалим населенням;
8. Наявність товарів і послуг, аналіз ринку, готівка і логістика;
9. Оцінювання включає аналіз впливу на навколишнє середовище відповідно до концепції кращої відбудови (більш резильєнтної) та за можливості не завдання шкоди.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 223**

X.2 Інституційний/регуляторний контекст та координування

Інституційні ролі

Оцінювання контекстуального рівня

Контекстуальне оцінювання рідко коли є точним за характером, оскільки воно має зважувати багато комплексних факторів і враховувати широкий спектр варіантів. До того ж вони можуть бути дуже політичними, і на кону можуть бути інтереси особливо зацікавлених осіб або часом приховані інтереси. Характер надзвичайної ситуації означає, що часто потрібно ухвалювати важливі рішення з огляду на обмежену, неповну та приблизну або неточну інформацію. З огляду на це спершу пріоритизлуються короткострокові заходи, допоки інформація не стане наявною, що уможливить впевненіше приймати середньострокові рішення.

Ролі, відповідальність та потенціал: Оскільки саме національний уряд несе відповідальність за забезпечення доступу до безпечної води і санітарії (як право людини), ті уряди, в яких є можливість, зазвичай очолюють процес реагування на надзвичайну ситуацію за підтримки місцевих служб екстреного реагування. У такому разі зовнішні агентства можуть надавати лише додаткові спроможності і підтримку (або взагалі не надавати). Якщо уряд не здатний (або не хоче) забезпечувати спроможності і координацію, необхідні для ефективного управління реагуванням у секторі WASH, то більш вагому роль відіграватимуть зовнішні агентства. У такому разі вони можуть мати більше свободи щодо вибору технологій, оскільки це часто передбачається короткостроковими бюджетами. Проте потрібно розглядати також середньострокові наслідки та стратегії виходу **(див. X.11).**

Очікувана тривалість надзвичайної ситуації: У випадку переміщення населення важливо розуміти, як довго можуть бути потрібними будь-які нові системи чи як довго може тривати збільшення існуючої потужності. Зазвичай зливові паводки та обмежені пошкодження внаслідок шторму означають, що таке переміщення триватиме від днів до місяців, тоді як землетруси і конфлікти можуть потребувати нагальних рішень, які або можуть тривати роками, або щонайменше не заважатимуть ймовірним довгостроковим рішенням. Швидко доступні засоби для надання послуг: на гострому етапі великомасштабних надзвичайних ситуацій важливо розглядати те, що можна розгорнути якнайшвидше із метою забезпечення оперативного нагального рішення, навіть якщо це може бути не найкращим технічно і не найбільш економічно вигідним рішенням у середньо- чи довгостроковій перспективі. На противагу цьому у випадках, які не є надзвичайними ситуаціями, надавачі послуг з WASH враховують місцеві спроможності та знання, соціально-культурні аспекти, економічну ефективність, підтримку на етапі після спорудження та сталість на ранніх етапах фази планування. Ці міркування потрібно враховувати від самого початку так, щоб початкові рішення щодо реагування на надзвичайну ситуацію можна було поетапно вивести, як тільки це буде реально, замість того, щоб підтримувати їх використання довше ніж потрібно.

Характер збудованого середовища та ступінь концентрації населення: У міських районах, де рівні послуг часто є вищими, уряд більш присутнім, мережі більш усталеними, послуги часто надаються через комунальні підприємства, муніципалітети чи приватні компанії, вибір технології часто залежить саме від цих виконавців. Проте прості заходи реагування першого етапу (наприклад, крани, локалізоване зберігання, побутові контейнери), які часто вважаються «сільськими», все одно можуть відігравати дуже важливу роль. Натомість у сільських районах, де населення залишається розкиданим по території, рідко використовуються централізовані системи, такі як масштабне очищення води, і варіанти очищення води в побутових умовах (див. розділ про очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання) можуть бути більш доречними.

Оцінювання технічного рівня

У цьому розділі представлений короткий огляд існуючих технологій. Детальніше пояснення можна знайти у посібнику проєкту «Сфера». Потрібно перевірити переважаючі національні стандарти по відношенню до проєкту «Сфера», і за можливості потрібно використовувати вищий стандарт або відповідні індикатори. Коли очікування постраждалого населення перевищують стандарти, їх потрібно зрозуміти та обговорити, і відповідним чином потрібно домовитися про надання послуг у межах фінансових і техніко-економічних обмежень. Найбільш релевантні параметри, які потрібно оцінити, є такими:

Джерело/Збір/Видобуток/Очищення

- Існуючі технічно-матеріальні засоби. Будь-які існуючі технічно-матеріальні засоби можуть мати можливість покривати певні вимоги щодо водопостачання і мають оцінюватися разом із потенційними додатковими «надзвичайними» джерелами. Важливо оцінити стан існуючих технічно-матеріальних засобів, особливо, після землетрусів, зсувів ґрунту, повеней та довготривалих конфліктів.
- Кількість необхідної додаткової води та періоду часу, протягом якого вона буде потрібна.
- Якість води (як у джерелі, так і та, яка буде зрештою потрібна). Аналіз якості включає перевірку загальної кількості зважених часток, загальної кількості розчинених часток, температури та рівня pH задля скеровування необхідних процесів очищення. В умовах надзвичайної ситуації зазвичай використовується дезінфекція хлором, тому мікробіологічне тестування не є основним пріоритетним завданням, хоча вона і має проводитися згодом. Проте потрібно перевірити каламутність води задля оцінювання доречності хлорування і потреби в додатковому попередньому очищенні. На етапах стабілізації і відновлення потрібно проконсультуватися з національним регулюванням із метою визначення потреби в проведенні додаткового оцінювання якості води. Хімічні загрози для здоров'я часто не становлять особливого короткострокового ризику для здоров'я, тому тестування хімічних параметрів також може не бути нагальним завданням, хоча воно може бути потрібним у міських районах і районах із відомим ризиком геогенного забруднення (наприклад, миш'яком).
- Можливість короткочасного фізичного та мікробіологічного очищення, оскільки такі види забруднення зазвичай становлять більший короткостроковий ризик для здоров'я, та потенціал щодо очищення від хімічних забрудників у подальшому. Це також включає такі аспекти, як швидкість впровадження та потенційний вплив на інші громади.
- Транспортування/Розповсюдження
- Місце розташування та густота розселення населення для визначення кількості джерел, які можуть знадобитися та/або масштаб систем. Найкорисніше працювати у зворотному порядку – від визначеного місця розташування точок наповнення, щоб зрозуміти як там буде постачатися вода. Наприклад, резервуари для зберігання води з кранами спершу можуть обслуговуватися за допомогою водовозів і лише згодом бути під'єднаними до мережі водопостачання.
- Оптимальні локації точок наповнення, які ймовірно будуть комунальними/спільними. Потрібно забезпечити достатню кількість точок наповнення задля забезпечення дотримання стандартів та індикаторів, наприклад, максимальна відстань від домогосподарств, норми для гарантування доступності води в ключові періоди – вранці та ввечері, обмеження

часу очікування біля точок наповнення, мінімізація відходів, достатній дренаж, безпечний доступ до точок наповнення для представників меншин, людей з інвалідністю і дітей.

Управління водою на рівні домогосподарства (включаючи очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання)

- Потреба в та місце розташування спільних закладів для миття (на комунальному рівні з розбивкою за домогосподарствами або гендерною ознакою). Ймовірніше, що домогосподарства очікуватимуть, що заклади для миття будуть розміщені у межах притулку/будинку з міркувань безпеки і гідності, і в такому разі може бути краще надати матеріали домогосподарствам для того, щоб вони побудували власні ванні кімнати, замість того щоб будувати комунальні заклади такого типу. Проте це може призвести до виникнення проблем зі стічними водами. До того ж може бути потрібно гріти воду або централізовано у душових блоках, або із можливим використанням пального, щоб заохотити регулярне дбання про особисту гігієну, особливо в районах із нижчою температурою.
- Механізми управління менструальною гігієною у поєднанні з закладами для миття. Ймовірно для цього знадобиться окремий виділений простір у межах закладів для миття або інші належні механізми.
- Потреба у пральнях. У короткостроковій перспективі часто домогосподарства самі ситуативно дбають про це, тому часто це є середньостроковим пріоритетним завданням.
- Потреба в побутових контейнерах для води. Зазвичай у домогосподарствах вони відсутні, і їх потрібно надавати для використання води вдома і потенційно для її очищення в побутових умовах, а також для перенесення води для миття і використання вбиралень за потреби. Можна розглянути можливість розповсюдження контейнерів для води та/або готівки/ваучерів для їх придбання.
- Очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання. Особливо в сільських районах очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання може бути ефективним варіантом задля покращення якості води в короткостроковій перспективі, коли нереально забезпечувати масштабне водопостачання.

Утилізація

- Кількість втраченої води (в результаті переливання) у точках наповнення. Її потрібно мінімізувати шляхом використання кранів, які самі закриваються, клапанів, які зменшують тиск, чи інших засобів, проте все одно будуть певні відходи, і це потрібно спроєктувати та спостерігати за цим на практиці, щоб визначити вимоги щодо дренажу. Потрібно враховувати локалізовані дренажні стічні ями та/або використовувати для вирощування харчових продуктів/худоби.
- Потреба в механізмах відведення побутових стічних вод для побутових потреб, миття та прання. Їх потрібно проєктувати для повторного використання, коли спостерігається дефіцит води.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 223**

X.3 Інституційний/регуляторний контекст та координування

Інституційні ролі

Держави несуть відповідальність за своїх громадян, і зовнішні виконавці повинні поважати їх мандат, обов'язок та провідну роль. В умовах надзвичайної ситуації зазвичай уряд бере на себе цей обов'язок, і він часто чітко виражається у національних політиках з управління надзвичайними ситуаціями. Спроможність уряду реагувати на такі ситуації залежить певною мірою від багатства держави, при цьому країни із середнім рівнем доходів можуть стабільно розгортати більше активів і залучати більше інституційних спроможностей. Такі міжнародні неурядові виконавці, як ООН, МНУО та Міжнародний рух Червоного Хреста і Червоного Півмісяця забезпечують значну підтримку для доповнення можливостей країн з низьким рівнем доходів та, меншою мірою, країн із середнім рівнем доходів. Проте під час збройних конфліктів за участі уряду, населення в районах, які не контролюються державою, часто не отримує підтримку уряду, тому міжнародна спільнота мобілізується задля забезпечення необхідної допомоги. Там, де конфлікт призводить до масового переміщення біженців до третіх країн у пошуках прихистку, навіть коли уряд є підписантом конвенції про біженців 1951 року, може бути потрібно більше спроможностей, ніж є в уряду. У такому разі зазвичай міжнародна громада залучає значні ресурси, та агентства часто відіграють потужну роль щодо надання послуг у цьому процесі.

Правова та регулятивна база

Яким би не був баланс між національними спроможностями та міжнародною підтримкою, мобілізованою у відповідь на кризу, всі сторони повинні дотримуватися і виконувати регулятивне середовище, включаючи відповідні національні політики, стандарти міністерств та нормативно-правові акти місцевого уряду. Нормативно-правові акти місцевого/муніципального рівня ймовірно будуть невідомими для зовнішніх виконавців, проте їх потрібно зрозуміти. Зрештою нормативно-правові акти щодо встановлення тарифів на воду часто тимчасово не впроваджуються, коли на період надзвичайної ситуації забезпечується «безкоштовна» вода. Тому надзвичайно важливо, щоб всі виконавці, які забезпечують воду на місці, розуміли нормативно-правові акти щодо тарифів і домовлялися з місцевим урядом та комунальними підприємствами про те, коли знову буде запроваджена оплата за воду. У такому разі відновлення тарифів на воду не має призводити до того, щоб домогосподарства вдавалися до негативних стратегій рішення проблем для забезпечення базових потреб у воді.

Національні уряди можуть знайти ширші цілі, до досягнення яких вони можуть прагнути, звернувшись до завдання 6.1 цілей сталого розвитку «Безпечна і недорога питна вода для всіх до 2030 року». Тоді як цілі сталого розвитку є широкими цілями для нормативного розвитку, спершу потрібно стабілізувати перебої, спричинені надзвичайними ситуаціями, і тоді країну потрібно повернути на шлях розвитку задля досягнення цієї мети. Щоб допомогти з цим, екстрені служби реагування мають пам'ятати про завдання 6.1 для етапу надзвичайної

ситуації і активно намагатися сприяти досягненню цієї цілі на етапах відновлення та довгострокового розвитку. Регулювання та стандарти можна трактувати і застосовувати по-різному для біженців, хоча цілі сталого розвитку прагнуть нікого не залишати поза увагою.

Національні стандарти щодо води, чи то розроблені секторальним міністерством, чи то включені як частина національних планів реагування на надзвичайні ситуації, не завжди адаптуються для кризових ситуацій. Це означає, що не завжди може бути належним чи доречним реалізовувати неадаптовані стандарти. Якщо національні рекомендації щодо надзвичайної ситуації не є конкретними або не існують, потрібно звернутися до Гуманітарної хартії і мінімальних стандартів при наданні гуманітарної допомоги проєкту «Сфера» **(див. розділ про проєкт «Сфера»)** у вступному розділі цього посібника). Може бути необхідно залучити урядових зацікавлених сторін до обговорення про застосування цих стандартів.

Координаційні механізми

У масштабних кризових ситуаціях часто запроваджують ситуативні обмежені в часі координаційні механізми. Коли це є частиною національного плану управління надзвичайною ситуацією, лідерство з боку уряду ймовірно буде потужним, і міжнародні агентства повинні підтримувати такі запроваджені механізми. Міжнародна розвинена система кластерного координування забезпечує ЮНІСЕФ глобальним, а національний кластер/сектор WASH регіональним лідерством. Інколи це запроваджують як частину урядового плану координації, або це може існувати паралельно з іншими урядовими механізмами, при цьому це все одно має підтримувати урядові плани задля виконання їхніх зобов'язань. Механізм координування біженців, очолюваний УВКБ ООН, може зберігати певну дистанцію від національного уряду для того, щоб залишитися неупередженим захисним наглядачем, проте зрештою все одно має відбуватися комунікація між сторонами. З огляду на зосередження уваги загальних механізмів координації на порятунку життя (а не на розвитку) під час надзвичайної ситуації, зазвичай їхні зв'язки з нормативними координаційними платформами у секторі з питань розвитку є слабкими. Під час етапу відновлення особливо важливо, щоб уряд, агентства ООН у провідних ролях щодо координації та інші агентства узгоджували свої погоджувальні заходи із нормативною координаційною платформою у секторі з питань розвитку. Це також включає координацію між організаціями-виконавцями на місцях задля забезпечення послідовності у послугах і технологіях та довгострокового обслуговування і експлуатації.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 223**

X.4 Залучення громади та підзвітність

Гуманітарний програмний цикл складається із таких п'яти елементів: 1) оцінювання та аналіз потреб; 2) стратегічне планування реагування; 3) мобілізація ресурсів; 4) впровадження і моніторинг; 5) операційний перегляд та оцінка. Успішне впровадження будь-якої гуманітарної інтервенції залежить від координації та поєднання всіх цих елементів разом із ефективним інформаційним менеджментом та постійними заходами із попередження і готовності. Це має допомогти із пом'якшенням негативного впливу у режимі реального часу внаслідок відсутності доступу до безпечного водопостачання та уникненням погіршення ситуації. Найважливішим аспектом є поміщення людей у центр цього циклу задля забезпечення врахування принципів захисту, які є такими:

1. Посилення безпеки, гідності та прав людини, при цьому уникаючи наражання їх на небезпеку;
2. Забезпечення доступу людей до допомоги відповідно до потреб і без дискримінації;
3. Надання допомоги людям із відновленням після фізичного та психологічного впливу загрози чи реального насильства, примусу і навмисного позбавлення волі;
4. Допомога людям із реалізацією їхніх прав.

Задля забезпечення рівного доступу всіх постраждалих осіб до безпечної води потрібно проконсультуватися з громадами та активно залучати їх на всіх етапах гуманітарного програмного циклу. Громади мають забезпечуватися можливостями та операційним простором для надання зворотного зв'язку, який мають чути і відповідно враховувати задля забезпечення доречності інтервенцій та уможливлення сталого надання послуг. Часто це називають «Залученням і підзвітністю перед громадою». Основними завданнями «Залучення і підзвітності перед громадою» є:

1. Заохочення залучення та участі громади, а також отримання від неї зворотного зв'язку, щоб уможливити двосторонній обмін інформацією про всі аспекти оцінювання, проєктування та реалізації програм із можливістю подання скарг у разі невідповідності інфраструктури і послуг стандартам;
2. Надання інформації задля сприяння обміну ключовою інформацію для порятунку життів та/або підтримання життєдіяльності до або під час кризи із використанням засобів масової інформації, наприклад, текстових повідомлень, соціальних мереж та/або радіо;
3. Включення повідомлень про поведінку та соціальні зміни із метою просування більш безпечної та/або більш доречної поведінки до інтервенцій з WASH;
4. Використання науково-доказової агітаційної діяльності для забезпечення безпечної платформи для людей, які зазнали впливу кризи, щоб вплинути на осіб, відповідальних за ухвалення рішень, задля кращих результатів.

Моніторинг та контроль якості

X.5 Моніторинг

Кінцева мета будь-якої інтервенції у сфері водопостачання полягає у забезпеченні доступу до достатньої кількості безпечної води для збереження та підтримки життя. Це означає, що операційний моніторинг у ході впровадження інтервенції є надзвичайно важливим, щоб оцінити, чи інтервенції мають запланований вплив і чи досягаються поставлені цілі. Із метою координування моніторинг є також важливим для забезпечення того, що всі зацікавлені сторони сприяють досягненню цільових показників на високому рівні та працюють із тими самими стандартами в тому самому операційному просторі. Після гострого етапу має продовжуватися звичайний моніторинг незалежно від ситуації, щонайменше допоки не будуть запроваджені сталі рішення. Вартість також є важливим індикатором для відслідковування ефективності програми та забезпечення того, що системи водопостачання можуть надалі стало впроваджуватися особами, яким передано довгостроковий контроль. До того ж не потрібно ігнорувати індикатори інклюзії, захисту та підзвітності **(див. X.4)**. Як приклад, індикатори УВКБ ООН щодо води для етапів гострого реагування і після надзвичайної ситуації (стабілізація та відновлення) для табору для біженців представлені в **Таблиці 2.**

Задля забезпечення безпроблемного переходу від етапу надзвичайної ситуації до довгострокового розвитку моніторинг має здійснюватися координуючим органом, яким керують місцеві органи влади, за підтримки інших гуманітарних виконавців та фахівців у сфері розвитку. Підтримка має надаватися існуючим сектором чи кластером із WASH, який буде давати поради щодо індикаторів і цілей у межах координаційного механізму **(див. X.3)**.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 223**

Таблиця 2: Індикатори УВКБ ООН щодо води (адаптовано із Посібника УВКБ ООН про надзвичайні ситуації)

Індикатор		Ціль в умовах надзвичайної ситуації	Ціль після надзвичайної ситуації
Кількість води	Середня к-сть літрів питної води на особу на день	≥ 15	≥ 20
	Середня к-сть літрів на особу на день питної води, зібраної на рівні домогосподарства	≥ 15	≥ 20
	% домогосподарств із можливістю зберігання як мінімум 10 літрів питної води на особу	≥ 70%	≥ 80%
Доступ до води	Максимальна відстань (м) від домогосподарства до місця збору питної води	≤ 500 м	≤ 200 м
	Кількість осіб на ручний насос/ свердловину/ джерело, що можна використовувати	≤ 500	≤ 250
	Кількість осіб на кран із водою, який можна використовувати	≤ 250	≤ 100
Якість води	% домогосподарств, які збирають питну воду із захищених/ очищених джерел	≥ 70 %	≥ 95 %
	% тестів якості води у місцях збору нехлорованої води із 0 КУО/100 мл	≥ 95 %	≥ 95 %
	% тестів якості води у місцях збору хлорованої води із вільним залишковим хлором у діапазоні 0,2 – 2 мг на літр та каламутністю до 5 нефелометричних одиниць каламутності	≥ 95 %	≥ 95 %

X.6 Моніторинг підземних вод

Підземні води – це найбагатше джерело наявної (незамерзлої) питної води, яке становить 97% глобальних запасів, тоді як решта знаходиться у вигляді поверхневих і дощових вод. Хоча вони переважно є невидимими, вони надзвичайно важливі для досягнення позитивних людських, екологічних та економічних результатів. У гуманітарному контексті перевага часто віддається видобутку підземних вод, а не поверхневих, оскільки останні зазвичай є забрудненими та потребують очищення, перш ніж їх можна буде споживати.

Для ефективного управління підземними водами надзвичайно важливо здійснювати моніторинг ресурсів та збирати належні дані щодо їх використання, пов'язані з якістю і кількістю. Логічні етапи моніторингу підземних вод включають: 1) визначення проблеми; 2) підготовку управлінських завдань; 3) оцінювання потреб в інформації; 4) збір даних для цих потреб (рівні води, розхід води, якість води); 5) запровадження або використання систем зберігання даних (наприклад, база даних УВКБ ООН про свердловини); 6) трактування і розповсюдження результатів. Надзвичайно важливою є розробка завдань ефективного управління, і такі кроки можуть включати:

1. **Моніторинг та оцінка ресурсів:** Щоб розуміти існуючі ресурси підземних вод із точки зору простору, часу (із часом), локації (тобто поблизу чи на місці встановлення) та відстані задля визначення того, чи можна буде постачати достатньо безпечної води з огляду на попит;
2. **Моніторинг відповідності:** Щоб переконатися в тому, що видобуток підземних вод не впливає негативно на інші свердловини у групі свердловин, користувачів тих самих ресурсів чи якість води. Органи влади можуть встановлювати і здійснювати моніторинг таких цілей відповідності;
3. **Моніторинг захисту:** У випадку екосистем, залежних від підземних вод, потрібно здійснювати моніторинг інших користувачів водоносного горизонту, джерела та/або річки задля пом'якшення впливу просідання ґрунту внаслідок видобутку води в умовах міста;
4. **Моніторинг забруднення:** Щоб забезпечити систему раннього попередження про потенційні загрози для існуючого незабрудненого ресурсу внаслідок таких видів діяльності, як сільське господарство, промисловість, полігони тощо;
5. **Оптимізація насосних свердловин та/або групи свердловин:** Щоб задовольнити щоденний попит та керувати споживання енергії.

Наявність чітко визначених завдань для моніторингу на початку інтервенції, які були б тісно пов'язаними з наявними індикаторами щодо води, забезпечить науково-доказовий характер стратегічних рішень. Це також допоможе попереджувати потенційні конфлікти, наприклад, між табором для біженців та приймаючою громадою, які використовують один і той самий водоносний горизонт або негативний вплив на якість води із близько розміщених одна до одної вбиралень на алювіальній рівнині із розташованим близько до поверхні водоносним горизонтом та високою швидкістю інфільтрації. Моніторинг за ресурсами від самого початку інтервенції вказуватиме на виникнення проблемних питань, які виникають у результаті наявності спільних занепокоєнь щодо громадського здоров'я та стану екології, а також суттєво сприятиме розумінню системи підземних вод щодо видів водоносних горизонтів; наявності ресурсів (механізми поповнення запасів/виходу води; властивості водоносного горизонту; потік підземних вод); і зрештою реагування на різноманітні природні та антропогенні стресові чинники (поповнення запасів води та видобуток).

Вимоги щодо збору даних і частотності, масштабу та обсягу моніторингу підземних вод залежатимуть від прописаних завдань, складності контексту та етапу надзвичайної ситуації. Наприклад, коли постраждале населення використовує свердловини із ручними насосами на гострому етапі надзвичайної ситуації, моніторинг має як мінімум покривати параметри якості води, такі як бактеріальний вміст (0 КУО/ 100 мл), електропровідність (ЕП або мінералізація), рівень pH, температуру; рівень видобутку (як середня кількість стандартних відер для води (5, 10 чи 20 літрів) на сім'ю на день); та за можливості рівень підземних вод. Як тільки буде забезпечено постачання, потрібно додати більш комплексний моніторинг шляхом запровадження станцій вимірювання опадів і поверхневих вод. Все більш популярною стає тенденція до запровадження насосних систем на сонячній енергії, яка ґрунтується на припущенні, що існуючі свердловини перебувають у гарному стані для встановлення насосів, в ідеалі включаючи облицювання та наявність нещодавньої перевірки їхньої потужності. Як критерій для ухвалення рішення про те, чи потрібно перетворювати свердловину на невелику насосну систему, можна розглянути такий показник: безпечний вихід свердловини має становити від 5 000 до 10 000 літрів на годину порівняно з 1 000 літрів на годину у випадку стандартного ручного насосу. До оснащення свердловин механізованими системами потрібно як мінімум провести належне гідрогеологічне оцінювання потужності водоносного горизонту (гідравлічної провідності та зберігання) і наявності ресурсів (зони поповнення запасів підземних вод і виходу). Знову ж таки для цього потрібно, щоб спершу були визначені відповідні завдання для моніторингу та в ідеалі, щоб в наявності були дані моніторингу. Тому рекомендується, щоб свердловини були обладнані пристроями для моніторингу рівня підземних вод задля сприянню відповідальному управлінню водними ресурсами та уникненню надмірної експлуатації ресурсів підземних вод.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 223**

X.7 Моніторинг якості води

Має проводитися звичний моніторинг систем питної води із метою: 1) здійснення контролю за операційними процесами та верифікації ефективності очищення і 2) спостереження за відповідністю, забезпечуючи, що питна вода відповідає регуляторним стандартам і захищає громадське здоров'я. Надзвичайно важливими є регулярні санітарні перевірки. Списки санітарних контрольних показників для систем водопостачання можуть бути корисним доповненням для моніторингу якості води шляхом спостереження, що дозволяє групам користувачів контролювати власні запаси постачання.

Параметри моніторингу

Мікробіологічні забрудники: Захворювання, які переносяться через воду, викликаються патогенними бактеріями, вірусами та паразитами, які походять із людських і тваринних екскрементів. Такі мікроорганізми є різноманітними за своїми характеристиками, участю та перенесенням і можуть спричиняти гострі або хронічні стани. Ризик захворювання від таких організмів залежить від дози та вірулентності патогену, а також діяльності імунної системи особи. Оскільки безпосереднє виявлення патогенів є дорогим та технічно складним, підтвердження мікробіологічної безпеки залежить від індикаторних організмів, таких як кишкова паличка (E. coli) або терморезистентних бактерій групи кишкової палички. Наразі доступні набори для тестування надають результати у вигляді присутності/відсутності (П/В), найбільш ймовірної кількості або підрахунку колоній (в якості колонієутворюючих одиниць (КУО) на 100 мл). Зазвичай результати готові через як мінімум через 24 години.

Дезінфекція хлором: Дезінфекція з використанням хлору – це найпоширеніший спосіб очищення для руйнування патогенних мікроорганізмів у питній воді та забезпечення залишкового захисту від забруднення низького рівня та росту бактерій у системі. Ефективність хлорування залежить від каламутності води. Рівні залишкового хлору потрібно часто моніторити, оскільки концентрації можуть варіюватися впродовж короткого періоду часу. Процедури тестування є відносно дешевими і простими. Поширеним тестом є індикатор діетил парафенілендіаміну, який використовує компаратор, також часто наявний на ринку у вигляді простого і дешевого тестера для басейнів. Під час проведення тесту на діетил парафенілендіамін до зразку води додається таблетка реагенту, і потужність зміни кольору порівняно зі схемою стандартних кольорів визначає діапазон концентрації хлору. Прості тестові стрічки також легкі у використанні і достатньо точні у верифікації.

Хімічні та фізичні забрудники: У питній воді може зустрічатися багато різних хімічних елементів. Хімічні забрудники можуть бути природного походження (наприклад, геогенне забруднення, як-от фтор чи миш'як), антропогенного походження (промислова, житлова чи сільськогосподарська діяльність) або походити із самої системи постачання питної води. Лише невелика частка хімікатів, що можна знайти у питній воді, має негативний вплив на здоров'я і зазвичай лише після тривалого контакту. Хімічними забрудниками природного походження із найбільш суттєвим впливом на здоров'я є миш'як, фтор, барій, бор, хром, селен та уран. Суттєвими хімічними забрудниками від людської діяльності або самої системи водопостачання є свинець, пестициди, нітрати, стійкі органічні забрудники, фармацевтичні препарати та важкі метали. Такі естетичні параметри, як каламутність, колір, запах і смак не є ризиками для здоров'я, проте можуть суттєво впливати на прийняття водопостачання користувачами, і, зокрема, каламутність може негативно впливати на ефективність такого способу очищення, як хлорування. З огляду на аналітичну чутливість та меншу частотність потреби здійснювати моніторинг хімічні елементи зазвичай аналізуються у лабораторії. Польові набори для тестування можуть бути корисними у регіонах, де існують відомі загрози або припускається їх існування і де лабораторії не є легко доступними. Місцеві фахівці з питань водопостачання ймовірно знатимуть про основні хімічні загрози у питній воді, тому важливо користуватися цими експертними знаннями для пріоритизації хімічних забрудників, які викликають занепокоєння, і розробки ефективної програми моніторингу з врахуванням наявних ресурсів. У **Таблиці 3** представлений короткий огляд поширених хімічних забрудників у питній воді із прикладами польових та лабораторних методів тестування.

Перевірки системи: Моніторинг якості води має доповнюватися перевірками всієї системи і має оцінювати заходи захисту джерела, структурну цілісність системи збору води, операційний статус пристроїв для очищення води і показники тиску у мережі водопостачання. Виявлення протікань і ремонтні роботи зменшать ризик інфільтрації та відтоку води. Регулярні перевірки також можуть визначити гігієнічні проблеми біля кранів для забору води, що може потребувати проведення навчання чи підвищення рівня обізнаності водокористувачів.
Стратегія операційного моніторингу

Частотність взяття проб: Частотність моніторингу має відповідати очікуваній варіативності кожного параметру якості води. Довго- і короткострокові варіації, такі як зношування обладнання (роки), сезонність (місяці), хімічне використання (тижні), фільтраційні цикли (дні), погодні події (години) і контроль процесу (хвилини), впливають на кількість і якість води. Наприклад, рівні каламутності можуть швидко змінюватися після дощу або запровадження нових процесів очищення (наприклад, седиментації чи фільтрації). Особливо у випадку непостійного трубопровідного водопостачання мікробіологічна якість може погіршуватися швидко і в десятки разів під впливом втручання та відтоку води або біоплівки, втрачати поклади і зазнавати росту мікробіологічних організмів. Геогенні забрудники, такі як миш'як та фтор, зазвичай варіюються лише поступово, проте змінні рівні підземних вод через сезонні коливання або видобуток можуть мобілізувати забрудники. У випадку більшості параметрів якості води спостерігається відставання у часі між інтервалами відбору проб та між часом взяття проб і аналізом результатів. Таке відставання у часі може ставати на заваді впровадженню інтервенцій, залишаючи споживачів нараженими на ризики для здоров'я через погану якість води. Такі підходи, як плани забезпечення безпеки води і санітарні перевірки намагаються реагувати на це складне питання, зосереджуючи увагу на попередженні проблем та визначенні їх до того, як вони вплинуть на якість води **(див. X.8).**

Супутня інфраструктура: На додачу до частотності взяття проб ефективна стратегія моніторингу повинна враховувати транспортування і зберігання проб, аналіз даних, трактування результатів і підтримку коригуючих дій. Централізоване водопостачання зазвичай відповідає юридичним вимогам і стандартним операційним процедурам щодо моніторингу, та аналіз проводиться в акредитованих лабораторіях, які надають надійні результати. Операційні параметри можна визначити за допомогою вбудованих сенсорів чи лабораторій на місці. Модернізація системи моніторингу якості води має бути одним із завдань під час виникнення надзвичайної ситуації. У системах аварійного водопостачання, а також у сільських і громадських системах частота та обсяг моніторингу якості води зазвичай визначаються такими факторами, як доступ до доріг, ланцюги постачання матері-

алів та наявність кваліфікованого технічного персоналу. Відтак ефективна і стала програма моніторингу залежить від контексту і має бути адаптована під місцеві умови, а не просто копіювати стандартні протоколи з іншої локації. Підходи до оцінювання ризиків і пом'якшення впливу, наприклад, як ті, що описані в Плані ВОО3 із забезпечення безпеки води, формують систематичну основу для проєктування програм моніторингу для конкретних місць. Підхід Плану ВОО3 із забезпечення безпеки води також окреслює організацію звітування, трактування звітів та коригуючі дії на основі даних моніторингу **(див. X.8)**.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 223**

Таблиця 3:
Обрані хімічні та фізичні параметри із польовими та лабораторними методами тестування (адаптовано з ВОО3, 2011 рік)

	Хімікат	Показник відповідно до рекомендації ВОО3 (µ на літр)	Методи тестування	Вплив на здоров'я через питну воду
Природного походження	Миш'як	10 [а, б]	Абсорціометрія[в], колориметрія[в], ЕААС, ІЗП, ІЗП-МС, ПААС	Довготривала дія спричиняє рак, шкірні пошкодження, серцево-судинні захворювання та діабет. Дія внутрішньоутробна та в ранньому дитинстві пов'язана з когнітивними порушеннями.
	Фтор	1,500	Абсорціометрія[в], колориметрія[в], ІХ	Тривала дія у високій концентрації спричиняє флюороз емалі та опорно-рухового апарату.
	Загальний хром	50	Абсорціометрія[в], ЕААС, ІЗП, ІЗП-МС	Канцерогенність хрому (VI) через вдихання.
	Залізо	0	Колориметрія[в], ПААС	Не викликає занепокоєння щодо здоров'я у концентрації нижчій за прийнятне порогове значення у питній воді.
	Загальні розчинені зважені частки	0	Гравіметричний аналіз, кондуктометричний зонд[в]	Не викликає занепокоєння щодо здоров'я у концентрації нижчій за прийнятне порогове значення у питній воді.
Промислові	Кадмій	3	Абсорціометрія[в], ЕААС, ІЗП, ІЗП-МС	Канцерогенність через вдихання
	Ртуть	6	ПААС	Токсичний для нервової, травної та імунної систем, легень і нирок.
	Трихлорбензоли	0	РХ-МС	Не викликає занепокоєння щодо здоров'я у концентрації нижчій за прийнятність смаку.
Сільськогосподарські	Нітрат	50,000	Абсорціометрія[в], колориметрія[в], ІХ	Метгемоглобінемія у немовлят після короткострокової дії.
	Нітрит	3,000		
	Атразин	100	ГХ-МС, ВЕРХ	Трапляється у питній воді у концентрації набагато нижчій ніж та, яка спричиняє занепокоєння для здоров'я.
Система водопостачання	Хлор	5,000	Колориметрія[в]	Не викликає занепокоєння щодо здоров'я у концентрації нижчій за прийнятне порогове значення у питній воді.
	Хлорат/Хлорит	700	ІХ	Оксидативний стрес для порогового рівня червоних клітин крові у питній воді.
	Свинець	10	Абсорціометрія[в], ЕААС, ІЗП, ІЗП-МС	Неорганічний свинець є ймовірним канцерогеном для людей. Накопичувальні ефекти на когнітивний розвиток, функцію нирок, гіпертензію та репродуктивну функцію.
	Нікель	70	Абсорціометрія[в], ЕААС, ІЗП, ІЗП-МС, ПААС	Канцерогенність через вдихання. Алергічний контактний дерматит.

[а] **Умовний рекомендований показник, оскільки підрахований рекомендований показник є нижчим за рівень обчислення, який можна досягнути**

[б] **Умовний рекомендований показник, оскільки підрахований рекомендований показник є нижчим за рівень обчислення, який можна досягнути із використанням практичних методів очищення, джерела, захисту тощо**

[в] **Польовий метод**

ІХ	**Іонообмінна хроматографія**
ІЗП	**Індукційно-зв'язана плазма**
ІЗП-МС	**Мас-спектрометрія з індукційно-зв'язаною плазмою**
РХ-МС	**Рідинна хроматографія - мас-спектрометрія**

ІХ	**Іонообмінна хроматографія**
ІЗП	**Індукційно-зв'язана плазма**
ІЗП МС	**Мас-спектрометрія з індукційно-зв'язаною плазмою**
РХ МС	**Рідинна хроматографія - мас-спектрометрія**

X.8 Безпека води та управління ризиками

Питна вода не повинна становити ризик для здоров'я людей. Оскільки заходи із забезпечення безпеки води неможливо безпосередньо спостерігати чи вимірювати, потрібен підхід до оцінювання та управління ризиками. Управління ризиками від джерела до споживача уможливлює передбачення можливих ризиків та забезпечує найефективніший захист від дії забрудників, які переносяться водою. Це включає захист води від забруднення та/або її очищення із метою видалення забрудників. В умовах надзвичайної ситуації це також може включати інші ризики, такі як безпека користувачів, системи та операторів (наприклад, від насильства), а також ризики, пов'язані з інституційними та фінансовими слабкими місцями.

Мета схеми управління ризиками полягає у їх контролюванні, попередженні чи зменшенні. Цю схему можна використовувати як інструмент для проєктування, впровадження і покращення стратегій управління ризиками як частину загальної стратегії керування. Процес управління ризиками використовується для ефективного впровадження принципів управління ризиками на всіх рівнях та функціях організації чи інституції. Ключові кроки процесу управління ризиками є такими:

- Характеристика контексту
- Оцінювання ризику, що включає його визначення, аналіз та оцінку
- Вирішення (очищення) ризику, що включає вибір та впровадження практик для вирішення (очищення) ризику
- Моніторинг та аналіз процесу та заходів із вирішення (очищення) ризику
- Комунікація та консультація

План забезпечення безпеки води – це підхід до управління ризиками саме для систем постачання питної води. Він зосереджує основну увагу на ризиках, пов'язаних зі здоров'ям групи користувачів чи споживачів питної води. План забезпечення безпеки води було розроблено для практикуючих фахівців для застосування схеми ВООЗ для безпечної питної води для всіх видів і розмірів мереж постачання питної води в міському та сільському контекстах. В умовах надзвичайної ситуації впровадження Плану забезпечення питної води є надзвичайно важливим для гарантування довгострокової безпеки води на етапі відновлення та під час затягнутої кризи. План забезпечення безпеки води уможливлює захист джерела, видалення забрудників під час очищення та попередження повторного забруднення під час розповсюдження, транспортування, зберігання і поводження.

Для кожної конкретної системи водопостачання потрібно ретельно розглянути кожен крок ланцюга постачання, щоб визначити ступінь потенційних загроз і ймовірність того, що ці загрози або потраплять до системи, або не будуть належним чином видаленими. Ризики оцінюються та пріоритизуються, і розробляється план покращення ситуації задля реагування на визначені ризики. Операційний план моніторингу є надзвичайно важливим для підтвердження того, що План забезпечення безпеки води завжди працює належним чином, і для підготовки відповідних стратегій управління та комунікації. За умови належного впровадження План забезпечення захисту води покращить розуміння системи, співпрацю зацікавлених сторін та обмін знаннями, а також навички і спроможності. Це також допоможе пріоритизувати потреби в оптимізації і покращить експлуатацію, управління та інфраструктуру, підвищить рівень впевненості користувачів чи громади в їхній системі водопостачання, посилить відчуття відповідальності і збалансує фінансову підтримку.

Впровадження Плану забезпечення безпеки води

Підхід із використанням Плану забезпечення безпеки води є гнучким і має постійно адаптуватися до місцевих умов та обставин.

Впровадження складається з одинадцяти кроків (які також називають модулями):

1. **Організація команди із впровадження Плану забезпечення безпеки води.** Залучення старшого керівництва, визначення необхідних експертних знань та належного розміру команди, призначення її керівника, окреслення ролей та обов'язків, а також визначення часових рамок для розробки Плану забезпечення безпеки води.
2. **Опис мережі водопостачання.** Підготовка детальної карти мережі, визначення користувачів та способів використання води і збір детальної інформації про мережу. Проведення візиту на місце для підтвердження точності опису.
3. **Визначення загроз і загрозливих подій.** Визначення всіх потенційних загроз та всіх загрозливих подій, які можуть вплинути на безпеку води по всьому ланцюгу постачання.
4. **Визначення і підтвердження контрольних вимірювань та оцінювання і пріоритизація ризиків.** Перелічення існуючих контрольних вимірювань для всіх загрозливих подій та отримання доказів того, що їх можна контролювати. Оцінювання ризиків, пов'язаних із кожною загрозливою подією, при цьому зважаючи на ефективність існуючих контрольних вимірювань.
5. **Розробка, впровадження і підтримка плану покращення ситуації.** У випадку ризиків, які не контролюються належним чином, ухвалення рішень про дії та розробку плану покращення ситуації із визначеними ролями і обов'язками із метою забезпечення його впровадження.
6. **Визначення моніторингу за контрольними вимірюваннями.** Запровадження програми операційного моніторингу задля оцінювання постійної ефективності контрольних вимірювань та уможливлення своєчасних дій для попередження виникнення проблем. Це включає списки контрольних показників, план моніторингу із визначеними обов'язками, ведення записів та аналіз даних.
7. **Верифікація ефективності Плану забезпечення безпеки води.** Підтвердження того, що загалом План забезпечення безпеки води працює ефективно із використанням трьох верифікаційно-моніторингових заходів: моніторинг дотримання, аудити та опитування споживачів. ВООЗ та МВА розробили конкретний посібник із рекомендаціями для проведення аудиту Плану забезпечення безпеки води.

8. **Підготовка процедур управління.** Документування дій, які потрібно вжити, та кроків, яким потрібно слідувати, під час нормальних експлуатаційних умов та надзвичайних ситуацій.
9. **Розробка програм підтримки.** Розробка чи покращення навчальних програм для операторів, освітніх програм для споживачів, навчання з лабораторного контролю якості тощо.
10. **Планування та проведення періодичного перегляду Плану забезпечення безпеки води.** Задля забезпечення актуальності Плану забезпечення безпеки води потрібно періодично переглядати повний план та за потреби вносити до нього зміни, особливо, після впровадження плану покращення ситуації та для врахування будь-яких нових загроз, які можуть виникати.
11. **Перегляд Плану забезпечення безпеки води після будь-якого інциденту.** Аналіз здобутого досвіду після ситуацій, близьких до провалу, непередбачуваних подій чи надзвичайних ситуацій.

Потенційними перешкодами, які можуть призвести до низької відданості керівництва впровадженню Плану забезпечення безпеки води, можуть бути:

- Постачальники води можуть розглядати План забезпечення безпеки води як джерело додаткової роботи
- Високий рівень зміни операторів може поставити під загрозу впровадження Плану забезпечення безпеки води
- Відсутність фінансових ресурсів
- Виклики щодо проєктування та проведення аудитів

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 224**

X.9 Потік даних, інформаційні та комунікаційні технології

Можна збирати, аналізувати та організовувати дані про функціональність, ефективність, операційні витрати та якість мережі водопостачання із метою покращення управління, експлуатації та безпеки водопостачання у містах та сільських районах. Для того, щоб бути ефективними, ці дані, які складаються з вимірювань, статистики, геоданих та якісних даних, мають опрацьовуватися у вигляді інформації (визначеної як відомості, отримані на основі даних) та передаватися відповідним виконавцям. Таку інформацію згодом можна використовувати для оцінювання, моніторингу, управління та покращення водопостачання, сприяння отриманню ресурсів та планування проєктів у секторі водопостачання.

Оцінювання існуючих інформаційних систем

Інформаційні системи складаються з інструментів та компонентів для організації та повідомлення інформації у межах установи чи програми, включаючи ті, які ґрунтуються на людській взаємодії, паперових, аудіо та цифрових інструментах. Інформаційні та комунікаційні технології охоплюють електронні інструменти, які використовуються для збору, організації, зберігання, отримання доступу, опрацювання чи передачі даних.

Потрібно дотримуватися політик країни щодо інформаційних та комунікаційних технологій (якщо такі є), і потрібно залучати органи влади у секторі водопостачання, за можливості, до відбору належних інформаційних та комунікаційних технологій. Перш ніж вирішувати, чи необхідна нова система для збору та управління інформацією, потрібно оцінити існуючі системи, які могли вже існувати до настання надзвичайної ситуації. Одним з інструментів для картування цих систем є діаграма потоку даних, що є методом проведення аналізу для картування вхідних даних, процесів і вихідних даних у межах системи, таким чином моделюючи, як збираються і передаються дані. Діаграми потоку даних мають чотири елементи: 1) зовнішні установи (організації за межами системи); 2) процеси (трансформації чи зміни в даних); 3) бази даних (зберігання фізичних даних, наприклад, записник чи комп'ютерний файл); 4) потік даних (передача даних між попередніми елементами). Інформація про ці елементи отримується завдяки проведенню інтерв'ю та спостережень за управлінням даними та існуючими записами. Отримані в результаті діаграми потоку даних можна використовувати для розуміння існуючих процесів (наприклад, Які дані збираються?, Хто залучений?, Як розповсюджуються дані?, Хто має доступ до даних?) та для моделювання потенційних змін до інформаційних систем.

Під час оцінювання поточних інформаційних систем або розгляду можливості внесення змін важливо враховувати такі запитання, як:
- Які види рішень можуть ухвалюватися для підтримання чи покращення мережі водопостачання (наприклад, ремонт точок наповнення, очищення води)?
- Яка інформація необхідна для ухвалення таких рішень (наприклад, функціональна/не функціональна, забруднена/безпечна)?
- Як будуть збиратися такі дані та хто або що) буде опрацьовувати і аналізувати такі дані (наприклад, персонал місцевих НУО, комітет точки наповнення, датчик)?
- Кому потрібно побачити інформацію для ухвалення рішень (наприклад, місцевим органам влади, гуманітарній організації, місцевому медичному персоналу, домогосподарству)?

Інструменти інформаційних та комунікаційних технологій для сектору водопостачання

Оптимальна інформаційна система залежить від видів даних, які будуть збиратися (наприклад, числові, текстові, візуальні), коли вона потрібна (на один раз, періодично або постійно; зворотний зв'язок чи система реагування), в якому напрямку будуть рухатися дані (односторонньо чи інтерактивно) та як вони будуть передаватися (наприклад, вручну чи електронно). Існує багато паперових та мобільних інструментів для збору інформації, пов'язаної із забезпеченням безпечною водою, які часто ґрунтуються на файлах Excel та текстовому програмному забезпеченні. Такі інструменти можуть використовуватися для однієї системи або для синтезу інформації із численних мереж водопостачання, наприклад, у межах регіону чи комунального підприємства у секторі водопостачання. Важливими технологіями картування у

секторі водопостачання є GPS (глобальна система позиціонування) для визначення місця розташування мережі водопостачання або її компоненту та GIS (географічна інформаційна система) для візуалізації та аналізу даних на основі локації. Мобільні інструменти для картування точок наповнення використовують GPS та камеру для проведення інвентаризації сільських точок наповнення шляхом збору даних про точку наповнення та її місце розташування; у минулому такі заходи записувалися на папері і з використанням спеціальних GPS пристроїв.

Мобільні телефони також використовуються для покращення операцій з оплати комунальних платежів за водопостачання, наприклад, відслідковування клієнтів та виставлення рахунків (і уможливлення оплати) за воду із використанням мобільних грошей, безконтактної оплати картками чи текстового інтерфейсу у смартфоні, а також для повідомлення клієнтів про перебої у наданні послуг. Мобільні телефони також можуть використовуватися для збору і зведення результатів тестів якості води, які вводяться в телефон в ручному режимі, за допомогою камери телефону або приєднаних датчиків для записування і опрацювання результатів.

Зрештою, тоді як більшість мобільних застосунків залежить від введення даних людьми, існують також автоматичні системи збору даних, які безпосередньо записують, опрацьовують та передають дані, і такі системи є надзвичайно важливими у випадках, коли доступ і людські ресурси є обмеженими. Приклади включають датчики, які вимірюють функціональність ручного насосу чи очищення води, їх діяльність та використання; управління активами; рівень води у резервуарі для зберігання; параметри якості води після очищення, наприклад, залишковий хлор, а також рівні виробництва та споживання води.

Сталість інформаційних систем

Тоді як інформаційні системи оптимально покращують сталість і діяльність мереж водопостачання, такі системи й самі мають обслуговуватися. Вони також пов'язані з багатьма викликами, наприклад, відсутністю залучення користувачів і неспроможністю системи працювати, як очікувалося, або надавати корисну інформацію.

Із швидким темпом технологічного розвитку постійно виникають нові інструменти інформаційних та комунікаційних технологій. Різноманітні гуманітарні виконавці можуть використовувати різні інструменти, що може потребувати додаткових зусиль для гармонізації даних та інформаційного потоку. Сталому функціонуванню та використанню інформаційних та комунікаційних технологій може сприяти забезпечення того, що нові інструменти та інформаційні системи посилюють існуючі практики. Оскільки дані потрібно опрацьовувати, оновлювати та конвертувати в інформацію, яка має бути корисною, потрібно провести ретельне оцінювання інформаційних систем або інструментів інформаційних та комунікаційних технологій стосовно повного життєвого циклу і порівняти з потенційними перевагами задля забезпечення наявності ресурсів і бажання їх використовувати, щоб обґрунтувати таку інвестицію.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 224**

Концептуальні питання

X.10 Резильєнтність, готовність та зменшення ризиків стихійного лиха

Профілактичні заходи, впроваджені заздалегідь, можуть допомогти зменшити тяжкість стихійного лиха та оптимізувати управління стихійним лихом. Багато надзвичайних ситуацій протікають відповідно до передбачуваних тенденцій, і більшість регіонів, схильних до стихійних лих, є добре відомими. Водночас сценарії стихійних лих і криз стають все складнішими, і традиційні інтервенції з надання допомоги у відповідь виявляються недостатніми. Відтак попередження чи пом'якшення впливу стихійного лиха відіграють важливу роль і повинні розглядатися виконавцями з надання допомоги та розвитку задля реагування на основоположні вразливі місця та розбудови спроможностей, щоб можна було краще впоратися із впливом у майбутньому. Профілактичні заходи, які є невід'ємною частиною планування водопостачання і стратегій національного, регіонального та місцевого розвитку, включають посилення резильєнтності, підвищення рівня готовності до гострих надзвичайних ситуацій і зменшення ризиків стихійного лиха.

Резильєнтність

У своїй основі резильєнтність можна описати як здатність країн, громад, осіб та організацій, які зазнають впливу стихійних лих, криз та відповідних вразливих аспектів, управляти змінами. Цього можна досягнути завдяки прогнозуванню, зменшенню впливу, реагуванню на та відновленню після наслідків негативної події без наражання на ризик довгострокових перспектив. Метою посилення резильєнтності є розробка локальних заходів, які можуть інтегруватися в існуючі структури і процеси та збільшувати спроможності і можливості залучених зацікавлених сторін та їхнього потенціалу до самоорганізації. Цей процес потребує більш довгострокового залучення та інвестицій, а також глибокого аналізу попередніх надзвичайних ситуацій, основоположних причин вразливих місць та існуючих людських, психологічних, соціальних, фінансових, фізичних, природних або політичних активів на різних рівнях суспільства. Важливими компонентами для посилення резильєнтності є розбудова спроможностей, тренінги, освіта, підвищення рівня обізнаності, сенситизація та пропаганда, а також покращення надійності і стійкості впроваджених технологій і послуг водопостачання. Ключові заходи із забезпечення резильєнтності, пов'язані з водопостачанням, включають:

- Впровадження надійної і стійкої інфраструктури водопостачання, адаптованої до місцевих надзвичайних умов та потенційних сценаріїв надзвичайної ситуації
- Розгляд заходів адаптації до змін клімату задля гарантування сталого водопостачання
- Розгляд впливу водопостачання на природний водний цикл та сталість джерела води, у тому числі врахування впливу змін клімату
- Розгляд майбутнього розвитку населення та поселень та їхнього впливу на джерела води
- Розширення розбудови спроможностей для будівництва, ремонту, експлуатації та обслуговування об'єктів інфраструктури водопостачання
- Проведення заходів із популяризації гігієни та підвищення рівня обізнаності
- Запровадження громадських структур (наприклад, комітетів з WASH та клубів здоров'я) та залучення користувачів до управління попитом
- Розробка та покращення протоколів управління непередбачуваними ситуаціями та інноваціями

Надійність – це здатність технології забезпечувати задовільний результат у середовищі, яке змінюється. В умовах надзвичайної ситуації особливо важливо, щоб технології водопостачання були стійкими до поломок і функціонували попри перебої (наприклад, з електропостачанням, дефіцит води чи повені). Відтак надійність потрібно враховувати на ранніх етапах у процесі планування. З огляду на можливі непевності рекомендовано розглядати системи водопостачання, які є функціональними у різних сценаріях (наприклад, точки наповнення на підвищенні у районах, схильних до повеней). Не існує ідеального «рецепту» для планування надійного варіанту водопостачання – у кожної технології є свої особливі сильні та слабкі сторони залежно від місцевого контексту та наявних навичок і можливостей.

Витривалість – це здатність технології працювати впродовж тривалого періоду часу без суттєвого погіршення її стану. Чим довше вистачає технології, тим менше ресурсів знадобиться для її заміни. Чим стійкішою вона є до нормального зносу, тим менше ресурсів потрібно для експлуатації та обслуговування і тим меншим буде ризик її поломки. Технології потрібно обирати після врахування місцевих спроможностей для експлуатації та обслуговування, ремонту і наявності запчастин. У деяких випадках може бути необхідно обирати нижчий рівень обслуговування для уникнення необхідності використовувати важливе обладнання, яке неможливо відремонтувати після його поломки (наприклад, насоси, дробарки тощо). Задля посилення витривалості більшості технологій очищення води потрібно розглянути належні методи попереднього очищення води.

Заходи адаптації до **змін клімату** стають все важливішими для гарантування сталого водопостачання. Хоча деякі кліматичні тенденції є непевними на регіональному рівні, є достатньо відомостей для інформативного наповнення політики і планування у секторі водопостачання у більшості регіонів. Задля забезпечення стійкості до змін клімату увагу потрібно зосереджувати як на наявних водних ресурсах, так і на попиті. Це включає заходи із захисту джерела води, покращення природного зберігання/поповнення запасів води і моніторингу за джерелом води, водночас зменшення споживання і втрат води стають все важливішими.

Готовність

Готовність включає всі попереджувальні заходи, вжиті з огляду на очікуване стихійне лихо чи кризу задля посилення здатності постраждалого населення та організацій невідкладно реагувати. Готовність є результатом спроможностей, відносин і знань, набутих урядами, гуманітарними агентствами, місцевими громадськими організаціями, громадами та особами для очікування і ефективного реагування на вплив ймовірних, невідворотних загроз. Люди, які наражаються на ризик, і відповідальні організації та установи мають мати можливість здійснити всю необхідну логістичну та організаційну підготовку до потенційної події та знати, що робити у разі настання надзвичайної ситуації. Окрім систем раннього попередження та планів евакуації ключові заходи із забезпечення готовності, пов'язані з водопостачанням, включають:

- Планування на випадок непередбачуваних ситуацій і розробку планів готовності до надзвичайної ситуації для потенційних сценаріїв надзвичайних ситуацій
- Накопичення обладнання і розхідників у секторі WASH
- Підготовку служб оперативного реагування та механізми підтримки стану готовності із чітким розподілом обов'язків та підвідомчості
- Запровадження мереж підтримки серед різних регіонів
- Розбудову спроможностей та навчання волонтерів і персоналу служб екстреного реагування
- Посилення місцевих структур шляхом планування та навчання на рівні громади

Попередження і зменшення ризику стихійного лиха

Зменшення ризику стихійного лиха – це загальний термін для всіх профілактичних заходів, включаючи ті, які описані у частинах про резильєнтність та готовність. Мета полягає у зменшенні ризиків стихійного лиха завдяки систематичним діям з аналізу та зменшення факторів, які до них призводять. Прикладами зменшення ризику стихійного лиха є зменшення масштабу нараження на загрози, зменшення вразливості людей та майна, належне управління земельними ділянками та навколишнім середовищем, а також покращення готовності та систем раннього сповіщення. Належний аналіз ризиків становить підґрунтя для відповідних заходів зі зменшення ризику стихійного лиха шляхом оцінювання потенційного нараження громад на ці ризики, соціальної та інфраструктурної вразливості, а також можливостей громад справлятися з ними.

Міжнародна спільнота все більше визнає важливість підходу зі зменшення ризиків стихійного лиха. Історично виконавці у сфері розвитку не суттєво інвестували у їх зменшення та попередження.

Проте впродовж останніх років зменшення ризику стихійного лиха та попередження конфліктів перетворилися на важливі питання, на які реагують через інструменти з надання допомоги, відновлення та розвитку. Непрацюючі або недостатні послуги з водопостачання можуть потенційно спричиняти стихійні лиха, а загрози натомість можуть погіршувати послуги з водопостачання,

що може призвести до підвищення загроз. Відтак неминуче потрібно враховувати потенційні ризики стихійного лиха, чи то під час надання допомоги, відновлення чи розвитку. Ключові заходи із забезпечення безпеки води, пов'язані з водопостачанням, включають:

- Зменшення потенційного впливу загрозливих подій на обладнання для водопостачання і послуги (резильєнтність та пом'якшення впливу)
- Забезпечення високого рівня обслуговування і структурного відновлення обладнання для водопостачання і послуг після загрозливих подій (готовність)
- Забезпечення того, що проєкт системи водопостачання реагує на раніше виявлені вразливі місця (краща відбудова і резильєнтність)
- Забезпечення того, що послуги з водопостачання мають мінімальний негативний вплив на суспільство та на природний водний цикл і навколишнє середовище (не нашкодь)

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 224**

X.11 Стратегія виходу та передачі

Стратегія виходу в контексті інтервенцій із водопостачання в умовах надзвичайної ситуації – це запланований підхід про те, чому, що, коли та як організації-виконавці будуть закінчувати свою гуманітарну діяльність, пов'язану з водопостачанням. Цей процес потрібно розглядати і планувати від самого початку діяльності. Реагування на стратегію виходу на ранньому етапі інтервенції забезпечує прозорість для партнерів та сприяє безпроблемній передачі відповідним урядовим департаментам чи агентствам із розвитку. Загалом стратегія виходу включає процес переходу, передачі та можливо виведення з експлуатації інфраструктури та вихід чи припинення діяльності, проєктів, у програмних сферах чи країнах. Це є особливо важливим, коли закінчився гострий етап, і це потрібно впроваджувати, як тільки базові послуги з водопостачання буде втілено (відновлено) на рівні, що успішно зменшує вразливий стан. Для етапів після гострого реагування, хронічних і затягнутих криз, застосовуються ті критерії виходу, які порівнюють переваги та економічну ефективність сталої гуманітарної інтервенції із критеріями інтервенції, очолюваної місцевими органами влади та агентствами чи іншими донорами та/або партнерами. Як і у випадку інших міркувань щодо водопостачання стратегії виходу і переходу залежать від ситуації.

Стратегії виходу також мають узгоджуватися з національними стратегіями і політиками **(X.3).** Якщо дозволяє місцева ситуація, вони мають впроваджуватися у координуванні із урядом та/або відповідними виконавцями у сфері розвитку задля спільного визначення обсягу та акценту інтервенцій із метою забезпечення безпроблемного переходу. Партнери-виконавці повинні чітко зазначити, коли та як буде припинено надання проєктної підтримки і передано проєкт місцевому уряду, іншим місцевим організаціями чи надавачам послуг, спроможним підтримувати досягнутий рівень обслуговування або уточнити, чи та як буде проводитися подальший контроль за проєктами (наприклад, під час наступного етапу із потенційним подальшим фінансуванням для продовження діяльності у секторі WASH за потреби). Якомога раніше потрібно врахувати нижче перелічені критерії сталості, щоб уможливити успішну передачу місцевому уряду чи іншим виконавцям у сфері розвитку та гарантувати майбутню функціональність системи:

- **Технічна сталість:** Інтервенції з водопостачання повинні підтримувати відповідні місцеві технології та проєкти, а також наявні та доступні місцеві будівельні матеріали. Системи водопостачання мають бути в гарному технічному стані на момент їх передачі місцевій установі. Для того, щоб послуги з водопостачання продовжували надаватися, інтервенції мають бути збалансованими між технічно реалістичними рішеннями та тим, що хочуть і чим можуть управляти після закінчення проєкту постраждале населення, місцеві урядові інституції чи надавачі послуг.

- **Фінансова сталість:** Відповідні витрати на довгострокове обслуговування та експлуатацію об'єктів інфраструктури з водопостачання мають розглядатися як частина процесу вибору технології. Тоді як повернення витрат не є пріоритетом на гострому етапі реагування, усвідомлення тривалих фінансових наслідків (відновлення) запровадження послуг із водопостачання є надзвичайно важливим від самого початку.

- **Соціально-культурна та інституційна сталість:** Інтервенції з водопостачання мають враховувати місцеву прийнятність та належність впроваджених технологій, зручність послуг, смак і запах води, сприйняття користувачів та надавачів послуг, гендерні питання та вплив на людську гідність. Коли послуги з водопостачання надаються переміщеним особам, потрібно переконатися в тому, що подібний рівень послуг надається і приймаючим громадам. Потрібно вживати дії для забезпечення сталості заходів із популяризації гігієни та інтервенції із просування змін у поведінці **(X.16).** Потрібно чітко визначити власність щодо об'єктів інфраструктури, включаючи відповідальність за експлуатацію та обслуговування. Щоб визначити вимоги сприятливого середовища, важливо знати можливості постраждалого населення, громадських організацій, обслуговуючих організацій та надавачів послуг із планування, управління та моніторингу послуг із водопостачання, включаючи фінансові аспекти, управління активами, експлуатацію та обслуговування. Потрібні організації та структури (державні, приватні чи громадські) на місці для надання необхідної підтримки.

- Екологічна сталість: Вплив інтервенцій на місцеві водні ресурси потрібно оцінити до їх реалізації. Для побудови стійких систем водопостачання проєкт потрібно адаптувати до визначених ризиків. Включення інтегрованого управління водними ресурсами та планів водної безпеки **(X.8)** вважається невід'ємною частиною реагування. Проєкт включає комплексну оцінку водних ресурсів; оцінювання поточного та майбутнього попиту; визначення ролей і функцій місцевих та національних органів влади; а також визначення і забезпечення виконання правил водокористування та/або генеральних планів для систем водопостачання/водовідведення в міському контексті. В гострих сценаріях, які передбачають тимчасові рішення, може бути необхідно демонтувати та вивести з експлуатації об'єкти водопостачання. Організація-виконавець, відповідальна за спорудження та надання послуг, також зазвичай несе відповідальність за виведення з експлуатації.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 224**

X.12 Вода для використання в різних цілях та повторне використання води

Вода для використання в різних цілях

Використання води в різних цілях – це практика використання води із однієї природної чи антропогенної системи чи об'єкта інфраструктури в різноманітних цілях та функціях. На гострому етапі реагування на надзвичайну ситуацію увага зосереджується на забезпеченні достатньої кількості безпечної питної води, оскільки це надзвичайно важливо для підтримки гарного стану здоров'я. Внаслідок вимог клімату (наприклад, сухий клімат) або стану здоров'я (наприклад, матері, які годують груддю) може знадобитися додаткова вода. Подібним чином надзвичайні ситуації, пов'язані зі здоров'ям, потрібно пріоритизувати щодо доступу до води задля забезпечення наявності достатньої кількості води для клінічного використання (тобто миття рук, прибирання, миття обладнання, медичної допомоги або перорального прийому медикаментів). Може знадобитися додаткова вода залежно від населення і ситуації. У будь-якому разі водокористувачі, а не надавачі води будуть обирати, як будуть розподіляти воду, тому для надавачів послуг важливо розуміти побажання користувачів і визначити, щодо чого не узгоджуються пріоритети користувачів і надавачів (тобто користувачі можуть пріоритизувати воду для худоби порівняно з миттям рук). У таких випадках надавачі мають прагнути забезпечувати достатньо води як для користувачів, так і для інших пріоритетів, але не обов'язково з одного джерела або однакової якості.

На етапі після завершення надзвичайної ситуації (стабілізації та відновлення) потрібна додаткова вода на рівні домогосподарства для дрібномасштабного продуктивного використання, наприклад, прибудинкових садків, худоби або мікропідприємств. За можливості системи водопостачання в умовах надзвичайної ситуації потрібно проєктувати з врахуванням можливого майбутнього застосування для підтримки численних громадських потреб у воді на етапі після завершення надзвичайної ситуації. Наприклад, воду, яка переливається з резервуару чи водонапірних колонок, можна спрямувати до садків поблизу або в канали з водою для тварин. Системи збору дощової води можуть мати частину зібраної води, очищеної для пиття, а решту можна використовувати у продуктивних цілях або для худоби. У районах із дефіцитом води громади часто не розрізняють воду для побутового і непобутового використання, тому системи водопостачання потрібно проєктувати з огляду на різні цілі використання задля досягнення бажаного впливу та уникнення конкуренції у межах громади. Надзвичайні ситуації також впливають на комерційних, сільськогосподарських, інституційних і промислових користувачів, які також будуть вважати свої потреби у воді життєво необхідними. Хоча це і не є ключовим пріоритетом на гострому етапі реагування, такі додаткові вимоги щодо використання води потрібно враховувати (і збалансовувати) на етапах стабілізації та відновлення.

Щоб успішно експлуатувати системи водопостачання, які використовуються в різних цілях, потрібні високий рівень організаційного управління та стабільний громадський контекст. Належне оцінювання має забезпечити, що враховуються потреби у водокористуванні різних груп користувачів так, щоб всі хотіли повноцінно співпрацювати щодо аспектів з експлуатації та обслуговування системи водопостачання. З цієї причини надзвичайно важливо, щоб оцінювання проводилося інклюзивно та враховувало соціальні норми і звички, щоб гарантувати, що використання води в різних цілях та повторне використання води застосовуються у спосіб, який є прийнятним для громади.

Повторне використання води

Повторне використання води – це використання (очищених) стічних вод для вирішення питання дефіциту води та збільшення наявного постачання води у громаді. Це є особливо важливим для реагування на зменшення наявних водних ресурсів для сільського господарства, побутового використання, худоби та промислового використання через зміни клімату, збільшення кількості населення чи посухи. Воду можна використовувати безпосередньо без очищення (наприклад, для змивання туалету) або очищувати до рівня, необхідного з метою повторного використання (відновлена вода).

Повторне використання води можна розділити на використання у питних та непитних цілях. Проєктні міркування для повторного використання води у питних цілях є складними та виходять за межі інтервенцій на гострому етапі реагування на надзвичайну ситуацію у разі, якщо такі технології вже не застосовуються у постраждалому районі. Відтак муніципальне відновлення води не завжди є можливим на гострому етапі, проте може бути корисним для більш довгострокових ситуацій, особливо в районах з обмеженим доступом до води. Повторне використання води у непитних цілях (наприклад, полив рослин у садках, прибирання) є реальним у контексті після завершення надзвичайної ситуації після ретельного аналізу та управління ризиками забруднення. Вода, яка переливається у водонапірних колонках, може використовуватися для того, щоб поїти тварин або разом із неочищеною водою та відновленою водою після купання, миття рук та прибирання – для сільського господарства. Вода, яка є біологічно забрудненою, має

розглядатися для використання лише у непитних цілях (наприклад, зрошування).

Існує багато можливостей для повторного використання стічних побутових вод (вода після купання, приготування їжі та миття тарілок чи прання одягу) у садівництві та сільському господарстві, оскільки вони є менш забрудненими ніж каналізаційній стічні води. Дощову воду можна повторно використовувати для штучного поповнення запасів підземних вод у басейнах в районах, які залежать від видобутку підземних вод для постачання питної води. Необхідні захисні заходи (наприклад, фільтраційні системи) можуть знадобитися для уникнення забруднення підземних вод.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 224**

X.13 Водопостачання в місті в умовах затяжної кризи

Тенденції людського розвитку формують передумови подальшого розвитку гуманітарних операцій, і впродовж останніх десятиліть визначною тенденцією стала урбанізація. Збільшення кількості населення та міграція є настільки великими, що понад половина нинішнього населення планети проживає у містах, а також за підрахунками до 2050 року очікується збільшення цієї кількості до 68%. Прогнозується, що більша частина такого збільшення відбудеться у країнах з нижчим рівнем доходів в Африці та Азії, і переважно буде спричинене економічними можливостями, конфліктами та/або змінами клімату. Великий приплив людей до міст суттєво збільшує тиск на послуги, якими користуються приймачі громади та переміщені особи, особливо у випадку коли від самого початку якість послуг є невисокою. Жителі міських районів зазвичай залежать від базових та взаємопов'язаних послуг, таких як водопостачання, водовідведення та електропостачання, і тому є вразливими до перебоїв у наданні послуг, а все більший темп урбанізації спричиняє додаткове навантаження на ці системи. Окрім прямого постачання до домогосподарств, вода уможливлює інші послуги, такі як з охорони здоров'я та освітні послуги, тому поломка однієї лінії електропередачі може повністю або частково зупинити водопостачання по мережі для всіх кінцевих користувачів. Таке погіршення інфраструктури може мати величезний та часом непередбачуваний опосередкований вплив на інші сектори критичної інфраструктури, що часто важко передбачити в умовах кризи без наявності належного плану готовності до надзвичайної ситуації.

Якість послуг в міському контексті не обов'язково є однорідною, оскільки бідні або невизнані офіційно райони часто не так добре обслуговуються, як заможні райони міста. Навіть офіційно визнані райони міста можуть ігноруватися місцевими органами влади з політичних чи інших причин, що може посилити вже існуюче напруження або соціальні проблеми. Відтак існує складний калейдоскоп технічних, організаційних та соціально-політичних проблемних питань, які лежать в основі водопостачання у міському контексті. У результаті цього класичні механізми гуманітарного реагування часто погано підходять для міського середовища, та НУО часто погано підготовлені до розуміння та управління складними аспектами, які існують у великих містах.

Розуміння водопостачання в місті в умовах затяжної кризи

Життєво необхідні послуги в умовах міста розуміються як надання товарів, дій чи інших цінних предметів, які є необхідними для підтримання життєдіяльності міського населення (наприклад, вода, водовідведення, енергія, тверді відходи, охорона здоров'я). Усі міські послуги потребують три елементи для функціонування: люди (персонал надавача послуг, підрядники з приватного сектору та підприємці), обладнання (інфраструктура, обладнання, важка техніка) та розхідники (пальне, хлор). Зовнішні сили, які негативно впливають на будь-який із цих трьох основних елементів, відтак будуть погіршувати надання послуг.

На жаль, тоді як із кожним окремим інцидентом можна впоратися і відновити рівень надання послуг, довгі затягнуті кризи зазвичай мають кумулятивний вплив. Подальше поступове, але постійне погіршення системи надання послуг зрештою досягає критичної точки, після якої суттєво погіршується громадське здоров'я і руйнується система водопостачання. Кризи, які впливають на міські райони, є різноманітними, наприклад, збройні конфлікти чи затяжне насильство (наприклад, банди), повторювані стихійні лиха (повені, голод, урагани, епідемії тощо) або рецесія (коливання цін на предмети споживання, високий національний борг, надмірний друк грошей, фінансування війни тощо), і впливають на необхідні джерела доходу, включаючи урядові субсидії та здатність споживачів платити. За таких обставин основні елементи, які лежать в основі міського водопостачання, поступово, але суттєво погіршуються. Цими основними елементами є:

- **Люди:** Складність великомасштабної міської інфраструктури водопостачання потребує наявності спеціалізованих експертів. Відтак надання послуг виходить за межі технічних спроможностей та прямого фізичного контролю місцевих жителів. Під час таких криз кваліфіковані професіонали часто можуть бути вбитими або втікати з міркувань власної безпеки або заради благополуччя своєї сім'ї, якщо їхній дохід є занадто непостійним або недостатнім через нездатність надавача послуг оплачувати їм заробітну платню. Таким чином знижується рівень обізнаності про систему, ухвалюються погані операційні рішення, зменшуються можливості щодо планування на довший строк, і загалом система стає все більш вразливою до потрясінь.

- **Обладнання:** Для видобутку, очищення, зберігання та транспортування води може знадобитися багато обладнання та об'єктів інфраструктури. Безпосереднє руйнування або пошкодження будь-якого з цих елементів обмежить постачання послуг. До того ж із часом стан інфраструктури буде погіршуватися за відсутності належної експлуатації та регулярного обслуговування. Відтак відсутність коштів протягом тривалого періоду часу призведе до дефіциту запчастин і появи непрацюючих інструментів та машин, що все разом стане на заваді проведенню профілактичного обслуговування. Негативні механізми реагування, такі як зняття справних частин з іншого непрацюючого обладнання, може стати причиною і навіть пришвидшити погіршення стану обладнання. У ході того, як погіршується надання послуг, також

зменшується готовність платити, що суттєво зменшує дохід комунального підприємства і не дозволяє покривати витрати, пов'язані із забезпеченням належної експлуатації та обслуговування, що натомість далі живить це замкнуте коло. Навіть якщо комунальне підприємство успішно реагує на повторювані інциденти обслуговування поломок, це вже є небезпечною ситуацією, і ризик руйнування системи стає все вищим.

- **Розхідники:** Подібно до обладнання запаси пального та хімікатів для очищення води можуть бути знищеними в результаті будь-якого прямого впливу (бомбардування, землетрусу тощо), і відсутність грошового потоку через економічні труднощі також може опосередковано вплинути на постачання. До того ж можуть бути запроваджені ембарго (наприклад, на газоподібний хлор, коагулянти на основі алюмінію чи хімікати для лабораторного аналізу), а також порушені ланцюги постачання через безпекову ситуацію чи обмеження доступу. Відсутність розхідників зменшить періоди постачання та/або якість води тоді, коли попит є найвищим, враховуючи ситуації, коли комунальні підприємства змушені обслуговувати як приймаючу громаду, так і переміщене населення. Це впливатиме на бажання споживачів платити, часто призводячи до зменшення грошового потоку і підкреслюючи дефіцит коштів, які є в наявності у комунального підприємства.

Загалом кумулятивний вплив призводить до довгострокового погіршення міських систем водопостачання через накопичувальний безпосередній та/або опосередкований вплив (впливи) на один чи більше критичних компонентів системи постачання послуг. Після цього складно відновитися з огляду на сам лише масштаб робіт з модернізації інфраструктури, необхідних для відновлення будь-якої послуги. Взаємозалежність міських послуг (наприклад, послуг із водопостачання та послуг з електропостачання) створює додаткові вразливі місця та складність. У випадку більшості гуманітарних ситуацій експертні знання, необхідні для реагування на таку взаємозалежність послуг, можуть не бути в межах їхніх спроможностей і можливостей, і бюджет, необхідний для цього у відповідному масштабі, може бути набагато вищим ніж той, який є в наявності в умовах надзвичайної ситуації.

Примітки для практикуючих фахівців

У процесі залучення до реагування на надзвичайну ситуацію в міському контексті важливо визнавати важливість «організму», яким є комунальне підприємство, та уникати зосередження уваги лише на бенефіціарах. У випадку комунального підприємства як централізованої установи жодна дія не відбувається у вакуумі, і дії, які вживаються в одній локації, можуть мати неочікувані наслідки для інших елементів системи, а також для інших взаємопов'язаних об'єктів критичної інфраструктури. Наприклад, перевезення води водовозами чи продовження трубопроводу може просто позбавити певні райони міста води заради вигоди для інших, що може призвести до виникнення напруження, особливо якщо ці райони мають племінні, релігійні чи політичні відмінності. До того ж, навіть якщо воду видобувають з «гуманітарною метою», несплата рахунків позбавляє комунальне підприємство такого необхідного грошового потоку для обслуговування постачання послуг і навіть виплати заробітної платні персоналу. Подібним чином надання пального чи хімікатів може бути доречною інтервенцією, але водночас це може породити залежність від подачок, і цього потрібно уникати, якщо тільки особливі обставини не вимагають цього (наприклад, санкції) або якщо не було підготовлено чітку стратегію виходу.

Затягнуті збройні конфлікти характеризуються тривалістю, неможливістю вирішити та мінливістю, і тому важливо інвестувати у стосунки з комунальним підприємством, та чим раніше, тим краще. Найбільш доречні інтервенції можна визначити лише розуміючи людей, обладнання та використання розхідників.

Заміна частин і пожертвування товарів натурою є простим і можливо тимчасовим виходом, проте без детальних відомостей про всю систему вони часто можуть пропустити критичні основоположні проблемні питання. Заміна зламаного шнекового насосу, наприклад, не вирішить проблему із профілактичним обслуговуванням, яке могло б втричі продовжити строк експлуатації насосу. Подібним чином надання більшої кількості сульфат алюмінію не виправить неефективну коагуляцію через неналежний контроль рівня pH і не зменшить витрати на розхідники, а виплата зарплатні не покращить ситуацію з отриманням прибутків, проблеми з чим виникли через погану репутацію комунального підприємства серед споживачів через ненадійне надання послуг. Лікування симптомів лише тимчасово замаскує справжні виклики, з якими зіткнулося комунальне підприємство, і навіть може призвести до неналежного використання коштів. Хоча і потенційно складний, але системний підхід загалом буде дешевшим і ефективнішим у довгостроковій перспективі.

Попри те, що реагування на очевидно нагальні потреби може передбачати використання вище згаданих інтервенцій, виділення часу на проведення технічних та інституційних діагностичних досліджень є надзвичайно важливим для визначення та пріоритизації критичних слабких місць у системі задля покращення вибору цілей інтервенцій та сприяння забезпеченню послідовності у наданні послуг. Підтримка надавачів послуг також має включати розробку планів готовності до надзвичайної ситуації (наприклад пошук та підготовка альтернативних джерел води), передбачення додаткових зайвих елементів задля посилення резильєнтності системи чи, за доречності, спорудження подовжень до поселень переселенців – хоча для цього потрібні досить глибокі просторові знання про споживання, а також моделювання інфраструктури задля уникнення спричинення збоїв за межами цільової локації. Гуманітарна організація також може виступати в якості координатора між взаємопов'язаними секторами і надавачами послуг задля забезпечення, наприклад, достатнього постачання енергії до критичних структур системи водопостачання. Результатом буде ширша, більш різностороння програма інтервенцій, включаючи покращення інфраструктури, плани з розбудови технічних чи управлінських спроможностей та матеріальну допомогу (пальне, запчастини, хімікати, екскаватори, транспортні засоби, комп'ютери тощо), що посилить резильєнтність комунального підприємства у разі настання кризи і забезпечить більш довгострокову вигоду для громадського здоров'я.

Після того, як вже розпочалося впровадження інтервенцій із пом'якшення негативного впливу або з

відновлення потужностей, можна допомагати комунальним підприємствам із плануванням на майбутнє. У випадку збройного конфлікту виконавці у сфері розвитку можуть вийти з країни або з міркувань безпеки, або через те, що їхні статути не дозволяють їм працювати із «незаконним» урядом.

Залежно від контексту гуманітарні організації можуть надавати підтримку шляхом розробки Генеральних планів, які описують необхідну траєкторію розвитку комунального підприємства на найближчі 20 – 25 років. Вони виступають в якості документу з фінансового та технічного планування для комунального підприємства, а також підґрунтям для збору коштів з боку держави або навіть гуманітарного виконавця. Це гарантує основний захист від погіршення послуг шляхом перш за все надання підходу, орієнтованого на попередження, спрямованого на захист громадського здоров'я та пом'якшення негативного впливу інших гуманітарних наслідків, при цьому забезпечуючи «підтримку розвитку» шляхом попередження зворотного руху у розвитку внаслідок затягнутого конфлікту, що може використовуватися як відправна точка для діяльності інших донорів після їхнього повернення під час відбудови.

Також можна спробувати більш інноваційні варіанти, проте їх доречність дуже сильно залежатиме від контексту. Можна провести пілотування проєктів із передачі готівки **(див. X.17)**, які оплачують рахунки споживачів за воду (особливо для вразливих груп населення та переміщеного населення), оскільки вони будуть підтримувати грошовий потік і забезпечуватимуть тимчасовий порятунок від фінансового тягаря для сімей під час кризи. Проте для цього знадобляться значні зусилля з комунікації, реєстрації та подальшого контролю, а також витрати. У районах із недостатньою густотою населення для забезпечення економічної ефективності кіосків по продажу води **(T.4)** можна випробувати заздалегідь оплачені розподільні пристрої на сонячній енергії, хоча ще не було доведено їх ефективність у довгостроковій перспективі. Зрештою технології віддаленого збору даних можуть здійснювати моніторинг системи та точно інформувати рішення для управління операціями з обслуговування шляхом надання звітності про потік, споживання енергії, рівень водоносного горизонту та якість води, з-поміж багатьох інших параметрів.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 224**

X.14 Профілактика холери та управління епідемією

Холера – це інфекційна хвороба з фекально-оральним механізмом передачі, спричинена потраплянням бактерії Vibrio cholerae у тіло людини шляхом споживання забрудненої води та/або їжі, через воду низької якості та погані санітарні системи і неналежні гігієнічні практики. Вона інфікує малий кишечник, що призводить до гострої водянистої діареї, швидкого зневоднення і смерті у разі відсутності лікування. У більшості людей не виникає жодних симптомів. Проте вони можуть поширювати холеру, якщо джерела води стають забрудненими фекаліями із бактерією, зазвичай, коли гігієнічні умови є неналежними і превалює відкрита дефекація.

Існує багато способів попередження та контролю за поширенням холери, для чого потрібні дії у секторі охорони здоров'я та за його межами, у тому числі забезпечення доступу до безпечної води, санітарії та практик гігієни (WASH). Деякі країни страждають від ендемічної холери та переживають часті спалахи, які переважно є сезонними. В інших країнах спалахи можуть виникати час від часу, проте вони не обов'язково є ендемічними. В обох випадках потрібне реагування на надзвичайну ситуацію, проте вони не обов'язково призведуть до гуманітарної кризи.

У більшості випадків, однак, спалахи холери мають вплив на нації/регіони, які вже мають справу із раніше існуючим вразливим контекстом, у тому числі поганими умовами дотримання гігієни та обмеженим доступом до питної води і санітарних умов. Хоча у цій частині мова піде переважно про холеру в умовах надзвичайної ситуації, важливо визнавати, що за можливості зусилля, спрямовані на контролювання холери, мають намагатися побудувати довгострокові системи та розглядати довгострокову профілактику за межами підходів із реагування. Цільова розробка багатосекторальних інтервенцій у місцях спалаху холери також є ключовим аспектом у дорожній карті Глобальної робочої групи з питань контролю холери (GTFCC). Відповідно до дорожньої карти, інтервенції мають включати посилення нагляду (за спалахами) та систем охорони здоров'я і впровадження сталих, довгострокових рішень із WASH разом із просуванням активного залучення громади та транскордонної співпраці.

Релевантні інтервенції у секторі WASH з попередження і контролю інфекцій

Надання послуг із WASH є ключовим елементом як попередження, так і реагування на спалахи холери. У районах з ендемічною холерою та з високим ризиком спалахів холери потрібно докладати зусиль для забезпечення безпечного і належного водопостачання та дезінфекції, моніторингу якості води **(X.7)**, популяризації гігієни **(X.16)**, дотримання санітарії та безпечної утилізації продуктів життєдіяльності людей на рівні домогосподарства і громади, в закладах охорони здоров'я чи в спеціальних підрозділах під назвою Центри або відділення з лікування холери. Стосовно водопостачання увагу потрібно зосереджувати на наступному:

Забезпечення безпечної питної води у достатній кількості у місці споживання: Вода потрібна для пиття, приготування розчину для пероральної регідратації, миття (рук, тіла), прання, прибирання/дезінфекції, приготування їжі, туалетів та підготовки тіл померлих до поховання. У Центрах лікування холери має бути в наявності на день як мінімум 60 літрів очищеної хлором води на пацієнта та 15 літрів на медичного працівника. Воду для пиття та миття (наприклад, рук, їжі) і для інших цілей потрібно очищувати до рівня у мінімум 0,5 мг вільного залишкового хлору на літр при рівні pH до 8,0 після 30 хвилин контактного часу, 1,0 мг на літр у джерелі води та мінімум 0,5 мг на літр у місці постачання. Очищену воду потрібно доставляти в окремих і чітко промаркованих контейнерах.

Загалом необхідно розглядати питання очищення до забезпечення користувачів водою (у сільських районах/районах із низькою густотою населення та міських районах, де може бути поширеною забруднена трубопровідна вода) та гарантування безпечного зберігання **(Б.1)**

і попередження (повторного) забруднення у місцях споживання. Для цього потрібні інтервенції із популяризації гігієни **(X.16),** які надають інформацію про безпечний збір води, транспортування, поводження та зберігання, безпечне використання склянок та тарілок, миття рук тощо. Варіанти очищення води в побутових умовах, наприклад, керамічна чи мембранна фільтрація **(Б.3, Б.4)**, хлорування в побутових умовах **(Б.6)** чи кип'ятіння **(Б.9)**, можуть вимагати змін у поведінці людей, які не мають попереднього досвіду використання технології.

Відтак запровадження методів очищення води в побутових умовах потрібно поєднувати із відповідними заходами із популяризації гігієни задля забезпечення безпечної води у місці її використання.

Вбиральні та ванні приміщення: Вони мають бути в наявності в достатній кількості та на належній відстані від джерел води (див. більше рекомендацій у посібнику проєкту «Сфера»). У Центрах лікування холери одна вбиральня може обслуговувати до 20 осіб у відділенні зі спостереження та відновлення та до 50 осіб при госпіталізації, а також одна чи дві вбиральні мають бути виділені для персоналу. Новозбудовані вбиральні мають бути під'єднані до септичного резервуару (відстійника) на відстані мінімум 30 метрів від наступного джерела води. Потрібно розглядати одне ванне приміщення або душову для максимум 50 осіб. Як вбиральні, так і ванні приміщення мають бути окремими для чоловіків і жінок та адаптованими до місцевих звичаїв і конкретних потреб осіб старшого віку, вагітних жінок або осіб з інвалідністю, а також потрібно встановити працюючі засоби для миття рук поблизу вбиральнь.

Попередження забруднення джерел води та навколишнього середовища: Фекалії потрібно тримати подалі від контакту з людьми, водою та продуктами харчування. Таке утримування проводиться шляхом забезпечення наявності працюючих, доступних, належних і безпечних туалетів для постраждалих громад (а також персоналу, пацієнтів і медичного персоналу), які не забруднюють заклад охорони здоров'я чи системи водопостачання. Потрібно спроєктувати весь цей ланцюг надання санітарних послуг (див. Посібник з технологій забезпечення санітарних умов в умовах надзвичайних ситуацій) задля забезпечення належного збору, транспортування, очищення та безпечної утилізації чи повторного використання. До того ж необхідна популяризація гігієни **(X.16)** задля забезпечення того, що люди пріоритизують важливість чистоти навколишнього середовища та поводяться у безпечний для здоров'я спосіб.

Миття рук: Установки для миття рук **(Б.2)** із милом та чистою (хлорованою) водою мають бути наявними і доступними, і потрібно просувати відповідні практики миття рук, особливо, в ключові моменти (перед приготуванням їжі, прийомом їжі і годуванням та після використання туалету або миття дитини після туалету). Миття рук є необхідним для медичного персоналу перш ніж 1) торкатися пацієнта та 2) проводити процедури миття, а також після контакту 3) з пацієнтом, 4) біологічними рідинами організму (або ризику контакту) і 5) їхнім оточенням. Вода для миття рук має бути безпечною, і завжди потрібно використовувати мило. Альтернативним варіантами за умови відсутності мила є дезінфікуючий засіб для рук на спиртовій основі або вода, очищена 0,05% хлорним розчином.

Ізолювання пацієнтів: Кожен випадок холери потрібно розслідувати для оцінювання та зупинення зараження. Пацієнтів із підозрою або підтвердженою холерою потрібно ізолювати від інших пацієнтів і лікувати у Центрах лікування холери задля попередження поширення захворювання у громаді і смертей. Холеру також можна лікувати у медичних центрах та ізоляторах в лікарнях, особливо, на початку спалаху, коли Центри лікування холери ще не створено.

Особисте захисне спорядження: Під час спалахів холери потрібно забезпечити і використовувати відповідне особисте захисне спорядження, якщо є шанс контактування з будь-якими біологічними рідинами організму. Це включає водонепроникні халати (або за їх відсутності – водонепроникні фартухи), маски та окуляри, взуття та рукавиці. Використання особистого захисного спорядження є особливо важливим для персоналу, залученого до прибирання, управління відходами та використання/приготування висококонцентрованих хлорних розчинів.

Харчова гігієна: Харчова гігієна є надзвичайно важливою та включає належне приготування (ретельне приготування сирих продуктів харчування та розігрівання до понад 70° С, миття овочів із милом та безпечною водою, очищення фруктів та овочів від шкірки), прийом їжі відразу ж, поки вона гаряча, ретельне розігрівання (лише одного разу), безпечне зберігання продуктів харчування та миття посуду для приготування їжі (дощечок для нарізання продуктів, кухонного приладдя та тарілок із милом та безпечною водою). Після використання поверхні, які використовувалися для приготування та прийому їжі, а також кухонне приладдя і контейнери для їжі потрібно мити із миючим і 0,2% хлорним розчином. Різне кухонне приладдя потрібно використовувати для сирих і приготованих продуктів.

Прання: Захисний одяг, а також одяг пацієнтів, простирадла, халати і форму персоналу потрібно прати із 0,2% хлорним розчином протягом 10 хвилин. Після цього їх потрібно прати у воді з пральним засобом та сушити на повітрі та сонці, за можливості.

Безпечне і гідне поховання та підготовка до поховання: Якщо хтось помирає від холери (або стану, який за підозрою є холерою), потрібно попросити кваліфікований персонал допомогти із безпечним і належним похованням. Особи в захисному спорядженні мають продезінфікувати тіло та винести його у мішку для тіл або тканині, просякнутій 2% хлорним розчином. Учасникам церемонії поховання потрібно пояснити ризики під час поховання, за потреби, і можливо потрібно буде обговорити різні варіації традиційних ритуалів. Прямого фізичного контакту потрібно уникати. Якщо це неможливо, то потрібно використовувати особисте захисне спорядження і відразу ж після контакту мити руки. Місце поховання або кладовище має бути розташоване на відстані мінімум 50 метрів від джерел води і бути на глибині щонайменше 1,5 метри. Під час церемонії поховання не можна вживати їжу. У випадку її споживання вона має бути гарячою, і потрібно забезпечити дотримання правил гігієни рук.

Прибирання та дезінфекція: Відповідні хлорні розчини потрібно використовувати для відповідних цілей, і ці розчини відрізняються необхідним відсотком вільного залишкового хлору: 1) 0,05% для дезінфекції рук, коли відсутні мило та дезінфікуючий засіб для рук на спиртовій основі; 2) 0,2% для

дезінфекції відділень із лікування холери загалом, у тому числі вбиральні та ванні приміщення (які зазнали впливу), пральні, кухню та морг. До того ж також потрібно очищувати ліжка та дивани, постільну білизну та простирадла, особисте захисне спорядження, контейнери для відходів і кришки, кухонне приладдя, контейнери для їжі та тарілки, транспортні засоби, які використовуються для транспортування пацієнтів. 3) 2% розчин для додавання до високоінфекційних продуктів життєдіяльності людей та блювотиння пацієнтів із холерою для дезінфекції та омивання тіл померлих (або як альтернатива – очищення вапном).

Інтервенції у секторі WASH та з попередження і контролю інфекцій у випадку холери можна широко поділити на ті, які стосуються домогосподарств, установ та Центрів або відділень із лікування холери **(див. нижче)**.

Домогосподарства:

Ризик забруднення є особливо високим у побутових умовах, і члени домогосподарств, де є пацієнти з холерою наражаються на ризик інфікування у 100 разів вищий ніж інші члени громади.

- Потрібно запровадити безпечну систему водопостачання із достатньою кількістю води в наявності на гострому етапі реагування із відповідним відсотком вільного залишкового хлору залежно від призначеного використання води. Воду потрібно збирати у відомому безпечному (яке часто перевіряється) джерелі. Потрібно провести оцінювання безпеки води у громаді задля усунення потенційного зараження.
- Місця видобутку води (наприклад, свердловини, водонапірні колонки) не варто використовувати для миття (наприклад, посуду та прання одягу) і купання, особливо, інфікованих осіб. Закриття відкритих свердловин, підтримання їх та середовища навколо у чистоті, усунення стоячої води навколо джерела та підвішування відер, коли вони не використовуються, допомагає уникнути зараження.
- Потрібно просувати очищення води в побутових умовах та безпечне зберігання **(див. розділ Б)**.
- Потрібно просувати миття рук із милом (або попелом/вапном за відсутності мила) і безпечною водою, особливо, перед прийомом їжі; приготуванням їжі; після підмивання немовляти, дитини чи дорослого; після використання вбиральні та доглядаючи за або торкаючись до хворої особи.
- Потрібно просувати харчову гігієну: приготувати, почистити або відкласти. Див. більше про харчову гігієну у відповідному розділі.
- На етапі гострого реагування потрібно відразу ж запровадити системи управління продуктами життєдіяльності людей із метою належної утилізації продуктів життєдіяльності та уникнення забруднення підземних вод і джерела води. Вбиральні потрібно регулярно використовувати, прибирати та обслуговувати, а також задля заохочення використання потрібно гарантувати безпеку і приватність.
- У разі інфікування особи холерою потрібно вживати невідкладні заходи. Інфікована особа має пити пероральний розчин для регідратації, виготовлений із безпечної води, та невідкладно звернутися до медичного фахівця. Заохочується продовжування вигодовування немовляти груддю. Потрібно уникати прямого контакту із речовинами з організму інфікованої особи.
- У разі смерті особи від холери (чи стану, який за підозрою є холерою) потрібно вживати вищезазначених заходів із попередження та контролю інфекції.

Установи:

- В установах має бути в наявності безпечна вода для пиття із належним управлінням чашками та зберіганням води **(див. Б.1)**, а також на території установи має бути наявним безпечне джерело води задля забезпечення достатньої кількості води для пиття і прибирання.
- Залежно від передбаченого способу використання води (наприклад, вода для пиття, миття рук, прибирання тощо) потрібно гарантувати наявність відповідного рівня вільного залишкового хлору.
- Безпечні санітарні установи мають бути в наявності в достатній кількості (з огляду на кількість людей, які користуються установою).
- Станції для миття рук із милом мають бути в наявності у всіх публічних місцях, особливо поблизу туалетів та закладів харчування.
- Знаки/плакати можуть заохочувати людей мити руки з милом після користування туалетом та до приготування/прийому їжі.
- В установах/громадських місцях потрібно реагувати на питання продовольчої безпеки (наприклад, у школах, урядових будівлях та на ринках).

Центри/відділення з лікування холери:

- Центри/відділення з лікування холери мають бути легко доступними для пацієнтів (наприклад, поблизу закладу охорони здоров'я, який пацієнти зазвичай відвідують) та транспортних засобів (наприклад, водовозів, карет швидкої допомоги, транспортних засобів пацієнтів). Важливо забезпечити, щоб громада та місцеві органи влади були залучені до процесу відбору.
- Установа має мати приміщення для госпіталізації, спостереження, палати для пацієнтів із холерою з ізоляторами (можливо мають бути розділеними за статтю для дотримання культурних цінностей), відновлення, а також нейтральну зону, місце для кухні, пральні (поблизу палат), відходів, моргу, вбиралень, душових і ванних кімнат із можливістю їх розширення.
- Доступ до електропостачання та світла має бути наявним постійно. Близькість до надійних і достатніх джерел енергії є важливою, і їх потрібно обирати чи проєктувати так, щоб потенційні джерела забруднення були на відстані. Потрібно уникати місць із потенційними природними загрозами, і там мають бути гарні дренажна та вентиляційна системи.
- Місце потрібно огородити загородженням (низьким, так щоб люди бачили, що відбувається

всередині) із чітким позначенням входу і виходу. Воно не має становити інфекційний ризик для громади навколо.
- Морг найкраще розташовувати поблизу загородження. Ніхто, окрім авторизованого персоналу не повинен мати доступ до нього (та інших критичних зон, таких як управління відходами). У цьому відділенні не має бути вікон, але має бути вентиляція та достатньо місця для зберігання особистих речей померлих.
- Центри/відділення з лікування холери мають споруджуватися так, щоб було простіше прибирати і проводити дезінфекцію підлоги (наприклад, використовувати бетон, плитку, пластикове покриття), матеріалів та транспортних засобів, які в'їжджають і виїжджають звідти.
- Станції для миття рук мають розміщуватися біля входу і виходу з кожної установи, а також на кухні, у пральній, вбиральнях, районі управління відходами та моргзі. Ці станції мають бути легкодоступними із чітким маркуванням та вказівками.
- Потік пацієнтів має відбуватися лише в одному напрямку із лише одним медичним працівником на одного пацієнта.
- Потрібно забезпечувати достатньо матеріалів для прибирання, обладнання та станцій для миття рук для медичних працівників, пацієнтів та відвідувачів задля забезпечення належної гігієни. Має бути достатньо особистого захисного спорядження на місяць.
- Перш ніж починати працювати в центрі/відділенні з лікування холери персонал має пройти навчання з використання відповідних протоколів попередження та контролю інфекції. Має проводитися навчання щодо використання та обслуговування особистого захисного спорядження. Весь персонал кухні має пройти навчання з практик харчової гігієни.
- Управління відходами: Всі відходи, які виробляються в цих установах, є потенційно небезпечними та не повинні покидати район. Гострі, м'які та органічні відходи мають утилізуватися по-різному, але всі вони мають бути промарковані та утилізовані в огородженій зоні для відходів з обмеженим доступом. Відходи з холерою потрібно випорожняти у визначений окремий відстійник чи вбиральні та обробляти 2% хлорним розчином.
- Оскільки пацієнти зазвичай є занадто слабкими для того, щоб користуватися туалетом, відра (10 – 15 літрів) розміщуються під спеціально спорудженою діркою у ліжку та біля ліжка. Відра можна ставити на постамент, щоб унеможливлювати розбризкування навколо. Перш ніж ставити відро під ліжко, в нього потрібно налити приблизно 1 см 2% хлорного розчину. Відра потрібно випорожнювати у туалетах для пацієнтів із холерою та після цього промивати хлорним розчином.
- Вище зазначені інтервенції у секторі WASH та з попередження і контролю інфекцій потрібно застосовувати у всіх центрах/відділеннях з лікування холери.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 224**

Проєктування та соціальні аспекти

X.15 Інклюзивне та справедливе проєктування

Доступ до достатньої кількості безпечної, прийнятної, фізично та економічно доступної води для особистого і побутового використання є визнаним правом людини. Послуги та заклади водопостачання часто проєктуються у стандартний спосіб без врахування різноманіття вимог різних груп користувачів. Особливо на етапі швидкого реагування, коли час і гроші є обмежуючими факторами, перевагу віддають традиційним і стандартним проєктам. Проте існує багато різних можливостей і вимог у кожній постраждалій громаді, і традиційні проєкти неминуче призведуть до виключення частки людей із установ і послуг із водопостачання. Інклюзивні проєкти мають розглядатися на всіх етапах реагування і в межах всієї гуманітарної програми і проєктного циклу, а також у стандартних операційних процедурах. Принцип захисту та включення питань інвалідності, віку та гендеру на етапах оцінювання, планування, проєктування, впровадження, моніторингу та оцінки є гуманітарними стандартами, яких потрібно дотримуватися задля забезпечення того, що кожен може реалізовувати своє право на воду.

Інклюзивний та справедливий (чи універсальний) підхід до проєктування враховує різноманіття як невід'ємну частину суспільства, і вимоги та права різних груп та осіб однаково цінуються і належним чином збалансовуються. За оцінками, особи з інвалідністю становлять 15% населення світу і включають осіб різної статі та віку із довгостроковими порушеннями зору, слуху, мовлення, фізичними, психосоціальними та інтелектуальними вадами. Занадто часто інституційні, соціальні та екологічні бар'єри стають на заваді їхній рівній та значущій участі у житті суспільства, та оскільки вони перебувають серед найбільш маргіналізованих осіб у громадах, які зазнали впливу кризи, вони також зазнають непропорційного високого впливу надзвичайних ситуацій та конфліктів.

Інклюзивне програмування має на меті активно залучати всі групи користувачів і визначати та усувати такі бар'єри. Інклюзивний проєкт має на меті створити установи та середовище, які можуть використовувати всі незалежно від віку, гендеру, захворювання, порушення чи інших особливих характеристик. Безпека, захист, гідність та автономність покращують здоров'я та благополуччя, забезпечують системи соціальної підтримки та борються зі стигмою, цілеспрямованим насильством та невіглаством. Часто потрібні лише незначні зміни або вдосконалення проєкту для того, щоб зробити установи у секторі WASH більш інклюзивними, і вони зазвичай пов'язані із незначними додатковими витратами, особливо, якщо їх враховувати на етапі проєктування.

Задля забезпечення фізичної доступності потрібно враховувати додатковий бюджет у розмірі 0,5 – 1%, а для непродовольчих товарів та допоміжних пристроїв можуть бути потрібні додаткові 3 – 4%.

Задля забезпечення інклюзивності потрібно належним чином враховувати та активно залучати всі групи потенційних користувачів до процесу проєктування установ і послуг із водопостачання. До такого невичерпного списку входять особи з різними видами інвалідності, особи різного віку (особливо старші особи та діти), хворі або поранені особи, вагітні жінки, а також жінки та дівчата з особливими вимогами щодо безпеки. Люди можуть водночас належати до різних груп користувачів (міжсекціональність), а деякі групи потенційних користувачів можуть бути схованими або менш видимими. Надзвичайно важливо, щоб установи будувалися з точки зору відповідних осіб, яких вони стосуються, і з такими особами потрібно консультуватися та активно залучати їх до процесу проєктування і впровадження програми. Інакше невидимість у даних призведе до невидимості у програмах. Дані потрібно розбити з огляду як мінімум на стать, вік та інвалідність, і різні групи користувачів мають брати значущу участь у всіх етапах проєктного циклу для визначення вимог, бар'єрів, факторів, які їх уможливлюють, і ризиків.

Для інклюзивного програмування потрібен підхід із роботою у двох напрямках, що поєднує інклюзивну оптимізацію у програмах у секторі WASH із цільовими інтервенціями для осіб з інвалідністю. По-перше, основні інтервенції, спроєктовані для всього населення, мають включати осіб з інвалідністю, наприклад, доступні точки наповнення із чіткими позначеннями. По-друге, програми у секторі WASH мають реагувати на конкретні вимоги осіб з інвалідністю, надаючи цільові інтервенції, наприклад, врахування потреб у транспортуванні та адаптовані каністри. У межах обох напрямків значуща участь осіб з інвалідністю є надзвичайно важливою та може досягатися шляхом розробки партнерства зі спільнотою осіб з інвалідністю.

Інтервенції, адаптації та/або вдосконалення проєкту задля забезпечення інклюзивного підходу до водопостачання можуть бути такими:

Оцінювання та моніторинг

- Збір якісних та кількісних даних про групи користувачів та забезпечення їх розподілу за статтю, віком та інвалідністю.
- Підвищення рівня обізнаності та розбудова можливостей персоналу, соціальних працівників та партнерів для розуміння статі, віку та інвалідності, універсального проєкту, визначення конкретних вимог, ризиків та можливостей різних груп користувачів.
- Інклюзивний моніторинг реагування задля забезпечення включення всіх груп користувачів.
- Консультування з різними групами користувачів, у тому числі особами з різними видами інвалідності, різної статі та віку для отримання інформації про місце розташування, доступність, проєкт та користування і для розуміння бар'єрів стосовно установ і послуг із водопостачання.
- Залучення організацій осіб з інвалідністю та осіб старшого віку до реагування у секторі WASH та отримання порад від спеціалізованих організацій про те, як гарантувати доступність санітарних установ.
- Партнерство з місцевими та національними організаціями осіб з інвалідністю у процесі реагування у секторі WASH та посилення спроможностей організацій осіб з інвалідністю за потреби.
- Забезпечення представництва всіх відповідних груп користувачів у громадських комітетах у секторі WASH та оцінюванні програм у секторі WASH. Забезпечення того, що організації осіб з інвалідністю та інші відповідні організації мають значущий доступ до кластеру WASH або подібних координаційних механізмів у секторі WASH. Забезпечення наявності достатніх коштів для підтримки такого доступу.
- Забезпечення і передбачення бюджету на раціональні адаптації там, де відсутнє основне рішення, задля забезпечення участі і доступу осіб з інвалідністю на рівні з іншими.
- Забезпечення доступних механізмів надання зворотного зв'язку і скарг для осіб із різними видами інвалідності.
- Наявність доступних установ із водопостачання
- Проєктування мінімум 15% всіх громадських точок наповнення як вільних від бар'єрів та як якомога доступніших.
- Розгляд можливості створення індивідуальних інклюзивних точок наповнення.
- Дорога до установи
- Мінімізація відстані між громадськими чи спільними установами і домівками та притулками шляхом розміщення доступних точок наповнення та інших установ у секторі WASH на відстані до 50 метрів від індивідуальних притулків на етапах реагування на надзвичайну ситуацію та до 30 метрів у межах довгострокових інтервенцій. Це можна зробити, наприклад, шляхом забезпечення водопровідною водою вдома або біля будинку, встановленням резервуару для дощової води або резервуару для зберігання води біля будинку, встановлення побутової криниці на території будинку особи з інвалідністю або встановлення комунальної криниці неподалік. Індивідуальні рішення як цільові дії потрібно супроводжувати підвищенням рівня обізнаності громади задля уникнення посилення стигматизації та потенційної шкоди.
- Пропонування затінених місць відпочинку на шляху до джерела.
- Встановлення чітких позначень про доступні точки наповнення та надання інформації в різних форматах, наприклад, піктограми, текст та/або аудіо.
- Забезпечення штучного освітлення у та по дорозі до точок наповнення задля забезпечення безпеки і доступності. Інші пов'язані з водою види діяльності (наприклад, прання одягу, миття продуктів харчування тощо) можна перенести до джерела води, щоб уникнути проблем із перенесенням води у великій кількості.
- Покращення можливості добиратися до джерел води по рівній, твердій, прямій та неслизькій доріжці (в ідеалі шириною 180 см, мінімум – 90 см), облицьованій камінням або із забезпеченням вказівних мотузок або інших позначок для осіб із порушеннями зору, щоб вони могли знайти воду.

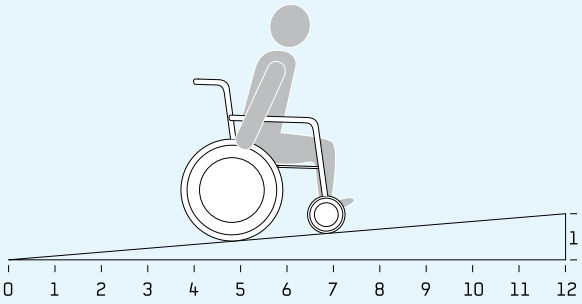
Доступ до установи

- Встановлення сигналів на вході для осіб із поганим зором, наприклад, змінивши текстуру на підлозі або використовуючи контрастні кольори.
- Якщо потрібні сходи або рампа, забезпечення і того, і іншого за можливості, або пріоритет рампи порівняно зі сходами. Кут нахилу має бути якомога меншим (в ідеалі 1:20, але не крутіший ніж 1:12) із проміжними платформами, якщо рампа є довгою. Сходи мають бути однакової висоти і глибини із позначеними краями та поручнями. Подвійні поручні з обох боків є особливо важливими у небезпечних районах (наприклад, біля ставка чи річки). Потрібно уважно продумати доріжку, яка веде до сходів чи рампи та яка також має бути легкодоступною.
- У разі огородження точки наповнення (наприклад, для того, щоб не пускати туди тварин) потрібно забезпечити наявність воріт мінімум 90 см шириною, які відкриваються назовні із найменшими можливими для цього зусиллями та із достатньо великою ручкою (тільки не круглою), щоб могли заїхати користувачі на інвалідних візках.
- Встановлення насосу на краю постаменту та спорудження бетонної основи дозволяє користувачам на інвалідних візках сидіти у процесі качання води, та їм не потрібно заходити на зазвичай слизький постамент.
- Якщо потрібно заходити на постамент, він має бути на тому ж рівні, що і оточуюче середовище із бордюром чи рампою для уможливлення заїзду користувачів на інвалідних візках. Поверхня має бути не слизькою та давати достатньо простору для маневрування.

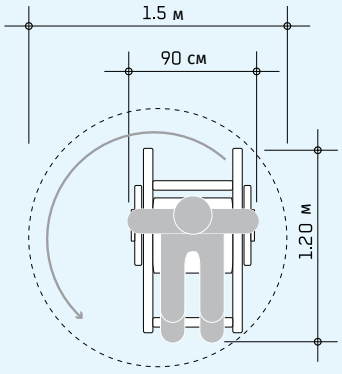
Використання установи

- Забезпечення насосу із довгим Т-подібним поручнем чи Р-подібною ручкою (довжиною приблизно 105 см) на підходящій висоті для того, щоб могли дістати особи на інвалідному візку, діти та невисокі особи. Для уможливлення одночасного викачування води та тримання контейнеру носик та ручка насосу мають бути під кутом 90° по відношенню один до одного, і носик має бути на висоті приблизно у 70 см над постаментом.
- Обладнання відкритих криниць простими тягловими пристроями (наприклад, механізм намотування з важелем) та ножні насоси (енергія ніг). Коли неможливо встановити механізм для підняття, потрібно забезпечити безпечне місце, де можна стояти чи сидіти разом із піднятою стінкою криниці (між бедром і талією та нижче для користувачів на інвалідному візку; мінімальна висота – 50 см).
- Забезпечення блоків для підняття біля точки наповнення для того, щоб спростити і зробити безпечнішим підняття контейнерів у два етапи, коли їх переносять на голові.
- Бажано встановити два крани: один на висоті 80 – 100 см для людей на інвалідних візках та другий вище для осіб, яким важко нахилятися. В обох випадках це має бути достатньо високо, щоб можна було помістити внизу контейнер. Якщо кран розміщений над басейном, то він має бути таким, що до нього можна дістати і сидячи, і стоячи. Великі крани є кращими ніж маленькі, і особливо рекомендовано встановлювати так звані лікарняні крани. Слід уникати кранів із вентилями, та краще їх замінювати кранами із важелями.

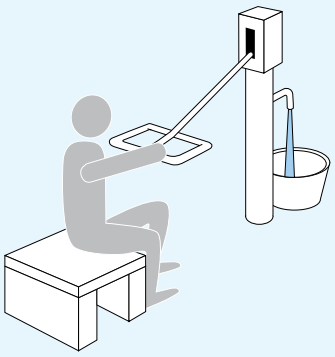
Рисунок 4: Приклади доступних проєктів (адаптовано із Jones & Reed 2005 та Jones & Wilbur 2014)



макс. кут нахилу рампи 1:12



простір для маневрування



Р-подібна ручка: дає можливість обирати позицію для використання ручки (збоку чи спереду) відповідно до вподобань користувача

Блок для підняття: дозволяє піднімати контейнер із підлоги на голову у дві дії і дозволяє людям присісти та відпочити

Перенесення, зберігання та використання води

- Потенційне забезпечення доступними контейнерами чи засобами мобільності для сприяння перенесенню води. Контейнери для води можна носити безпосередньо на голові, на спині чи в руках, використовуючи стійку чи перекладину, або опосередковано, використовуючи, наприклад, тачку. Контейнери для води також можна перевозити на підніжжі чи під сидінням інвалідних візків або на причепі до інвалідного візка. Корисними контейнерами є каністри, відра та миски, скляні посудини або пляшки для води (кожен з цих видів має свої переваги та недоліки). Особам на інвалідних візках може бути простіше транспортувати воду, і це може бути їхнім внеском до виконання домашніх обов'язків.
- Розповсюдження питної води через кран, приєднаний до контейнера для зберігання. Хоча такий контейнер може наповнюватися членом сім'ї, його розміщення в домогосподарстві та висота від підлоги мають бути такими, щоб член сім'ї з інвалідністю міг легко дістати до нього та використовувати його задля гарантування його автономності.
- Забезпечення приватності для купання для осіб з інвалідністю. Внутрішнє джерело води із гарною дренажною системою буде оптимальним варіантом. Для того, щоб можна було відпочити і сісти в процесі купання, можуть знадобитися лавки, але і водонепроникні інвалідні візки можуть бути альтернативним варіантом. У природних джерелах води також корисним може бути поручень із мотузки чи бамбуку, який веде у джерело.
- Розгляд можливості рукомийників та дошок для прання одягу і миття посуду.

Поширення інформації

- Поширення всієї необхідної інформації про WASH та повідомлень із метою популяризації гігієни із використанням відповідних та різноманітних каналів комунікації (наприклад, великі постери, гучномовці, проста для розуміння мова, графіки та діаграми).
- Повідомлення про доступні установи WASH, у тому числі точки наповнення та місця для миття, із чіткими позначеннями.

X.16 Просування гігієни та робота з постраждалими громадами

Просування гігієни – це спланований, систематичний підхід для уможливлення людей діяти та адаптувати свою поведінку із метою попередження чи зменшення впливу захворювань, пов'язаних із WASH. Це стосується забезпечення роботи або більш ефективної роботи послуг із водопостачання та санітарії, та всі залучені до процесу реагування повинні підтримувати це в процесі реагування, включаючи уряд, місцеві чи міжнародні агентства, НУО та постраждалі громади. Для реагування на ризики пов'язаних із WASH захворювань просування гігієни використовує різноманітні стратегії та інструменти, які можуть включати агітацію, мобілізацію громади, інтерактивну освіту та навчання, комунікацію заради зміни поведінки, дослідження за участі зацікавлених осіб, ринкові підходи та людиноцентричний проєкт. Видання посібника проєкту «Сфера» 2018 року чітко зазначає, що залучення громади є центральним елементом всіх інтервенцій у секторі WASH, у тому числі просування гігієни. Важливі елементи залучення громади зображено на **рисунку 5**. Задля забезпечення їх дотримання інтервенції з водопостачання завжди мають реалізовуватися за участі відповідної громади. Просування гігієни має визначати відмінності серед населення та намагатися реагувати по-різному на різні потреби щодо WASH серед чоловіків, жінок, хлопців і дівчат різного віку та різного походження, з різними культурними та соціальними нормами, переконаннями, релігіями, потребами, здібностями, станом здоров'я, гендерними ідентичностями, рівнями впевненості у собі та самореалізації тощо **(див. X.15)**.

В умовах надзвичайної ситуації можуть порушуватися структури та єдність громади, і люди часто зазнають травм і горюють через втрату близьких. Особи, відповідальні за просування гігієни, які працюють із членами громади, мають усвідомлювати це, і спершу, можливо, просто потрібно вислухати людей, щоб зрозуміти їхній досвід та налагодити довірливі стосунки. Майже завжди будуть особи, які відразу ж захочуть бути залученими та ті, які можуть підтримати процес забезпечення справедливого доступу до безпечного водопостачання та кращої гігієни. Залучаючи осіб до ухвалення рішень про водопостачання, інтервенція може допомогти відновити гідність людей та посилити їхню спроможність взяти на себе відповідальність і діяти, щоб покращити ситуацію, в якій вони опинилися. Залучення громади може забезпечити, що установами водопостачання добре керують, обслуговують та що вони є доступними для всіх. Різні ступені участі (інформація, консультація, співпраця чи делегування повноважень) можуть бути можливими в різні періоди в умовах надзвичайної ситуації, проте завжди буде простір для певного рівня консультування.

Принципи просування гігієни по відношенню до покращення водопостачання

Надзвичайно важливо зрозуміти різні точки зору постраждалої громади стосовно водопостачання (із залученням всіх відповідних груп користувачів), у тому числі як його будуть ефективно використовувати та керувати ним, а також залучати їх до ухвалення рішень про програму.

1. **Слухати і запитувати:** Дуже важливо дізнаватися про використання води та пов'язані практики і норми дотримання гігієни. Наприклад: Як різні люди зазвичай збирають, зберігають і використовують воду? Що зараз відбувається та що змінилося в результаті надзвичайної ситуації? Що потрібно різним людям і що вони хочуть задля забезпечення ефективності установ водопостачання та позитивного впливу на здоров'я? Якими є пріоритетні ризики, пов'язані з водою? Хто є найбільш вразливим та яку підтримку вони потребують для отримання доступу до установ водопостачання? Хто з-поміж постраждалого населення, місцевих агентств та урядових департаментів може допомогти (та в кого є необхідні навички і можливості)? Важливо не ставитися до всіх однаково та визначати різні групи для роботи, наприклад, молодь, батьки малих дітей, релігійні лідери, учні початкової школи, працівники їдальнь, перукарі, люди

Рисунок 5: Залучення громади (адаптовано з посібника проєкту «Сфера» 2018 року)

з інвалідністю тощо. Див. також наскрізні розділи про інклюзивний та справедливий проєкт **(X.15)** та оцінювання початкової ситуації **(X.1 – X.4).**

2. **Залучати та уможливлювати дії:** Інтерактивні обговорення можуть підтримувати різні групи користувачів для визначення того, що вони можуть безпосередньо робити для покращення здоров'я та гігієни. Важливо дізнатися, що потенційно не дає їм діяти (бар'єри та перешкоди для покращення гігієни), і дізнатися, якої допомоги вони потребують, якщо вона їм потрібна. Проводячи опитування та розрізняючи між виконавцями і невиконавцями, користувачами і некористувачами установ, можна визначити рушійні сили, які мотивують дії. Підтримка громадських організацій та структур громадянського суспільства є також корисною і може гарантувати, щоб люди мотивували один одного. Різноманітні інтервенції можуть допомогти реагувати на безпосередні ризики, проте інтервенції, які дійсно використовуються, будуть залежати від контексту, наприклад, тимчасові рішення із водопостачання, такі як очищення води в побутових умовах та безпечне зберігання, надання/очищення контейнерів для збору і зберігання води, а також забезпечення установ для прання. Потрібно від самого початку зважати на те, як установи з водопостачання будуть обслуговуватися та залучення громади до цього, наприклад, шляхом формування комітетів чи груп користувачів.

3. **Зосереджувати увагу на вразливості:** Потрібно визначити людей з особливими потребами (наприклад, жінки та дівчата, люди старшого віку та особи з інвалідністю) і гарантувати задоволення їхніх потреб на достатній та справедливий доступ до води (наприклад, для управління менструальною гігієною). Включення жінок до команди реагування є надзвичайно важливим, а також важливо постійно налагоджувати контакти з жінками і дівчатами. Жінки та дівчата часто відповідальні за збір води у багатьох громадах, тому обговорення за їхньої участі є ключовим аспектом забезпечення безпеки і доступу, наприклад, визначивши місцезнаходження кранів у межах доступу та встановлення насосів, які можна легко використовувати. Робота з місцевими організаціями, які представляють вразливі групи, наприклад, осіб з інвалідністю, є також надзвичайно важливою. Див. також наскрізні розділи про інклюзивний та справедливий проєкт **(X.15)** та оцінювання початкової ситуації **(X.1 – X.4).**

4. **Спільно планувати:** Визначення практичних завдань та індикаторів і підготовка стратегії у секторі WASH разом з іншими, залученими до реагування у секторі WASH, є ключовими процесами в інтервенції з просування гігієни. У цьому процесі потрібно визначити «реальні» дії, які впливають на гігієну, і потрібно визначити моніторинг впливу цих дій. Постраждала громада має долучитися до цієї стратегії. Найм, навчання та підтримка існуючих та нових членів команди допомагатиме забезпечувати реалізацію планів.

5. **Співпрацювати та координувати впровадження:** Щодо різних груп можна використовувати різноманітні методи та інструменти для мотивування дій задля покращення та ефективного використання і обслуговування установ і послуг із водопостачання для жінок і чоловіків, людей із різних вікових груп та з різними можливостями. Тісна співпраця з іншими особами, залученими до реагування, особливо урядом, місцевими органами влади та іншими секторами, є також важливою. Для мінімізації дублювання та збільшення ефективного використання ресурсів потрібно координувати обмін планами та ідеями. Має бути можливим вживати спільні дії, такі як оцінювання чи оцінки, або соціальні працівники з питань просування гігієни можуть зосереджувати увагу на інших пріоритетних проблемах, пов'язаних зі здоров'ям та гігієною.

6. **Здійснювати моніторинг та переглядати:** Шляхом спостереження (чи всі люди можуть безпечно, ефективно та без відходів використовувати установи?) та проведення опитувань (чи змінили люди свою поведінку?) можна здійснювати моніторинг ефективності просування гігієни та зусиль зі зміни поведінки. Постійне отримання зворотного зв'язку від населення уможливить адаптування програм та покращення ефективності. Також важливо відслідковувати будь-які плітки, які можуть бути шкідливими, і реагувати на них якомога швидше, наприклад, шляхом інтегрування їх в обговорення із громадськими групами чи надання інформації у соціальних мережах.

Методи просування гігієни

Інтерактивні методи: Методи, які заохочують ведення діалогу та групові обговорення, наприклад, картування громади та трьохелементне сортування із використанням картинок і візуального представлення, потребують активної участі членів громади і зазвичай є більш ефективними ніж просто розповсюдження повідомлень, оскільки останній метод помилково припускає, що люди будуть пасивно засвоювати і діяти відповідно до наданої інформації.

Доступ до гігієни, предметів та об'єктів інфраструктури водопостачання: Важливо враховувати різні потреби груп, таких як чоловіки, жінки, хлопці, дівчата чи особи з інвалідністю. Наприклад, жінки та дівчата-підлітки часто потребуватимуть підтримки з управління менструацією, та консультації щодо цього потрібно включати до будь-якої програми із забезпечення водою та просування гігієни. Також важливо відзначити, що методи просування гігієни та доступ до об'єктів інфраструктури з WASH є тісно пов'язаними між собою, оскільки просування гігієни не буде ефективним без належної інфраструктури, необхідної для бажаної поведінки.

Інформація про поведінку щодо WASH

Протягом останніх років було проведено багато роботи щоб зрозуміти різні впливи на поведінку, пов'язану з дотриманням гігієни. Очевидно, що знання про мікробів та передачу захворювань є часто недостатніми та невідповідними для зміни поведінки. Нижче викладені пропозиції можуть допомогти зробити програми більш ефективними:

1. **Робити практику (наприклад, очищення води, збереігання води, миття рук) простою та привабливою:** Продукти та приладдя (наприклад, станція для миття рук із милом та водою) мають бути легко доступними в кожному місці, де має відбуватися бажана поведінка. Акцентування уваги на зручності і простоті (невеликі, безпосередні, реальні дії) є часто ефективнішим способом просування змін у поведінці ніж зосередження уваги на «ідеальній» поведінці. Винагороди та заохочення, наприклад, змагання, варто розглянути як можливий варіант. Також корисно знаходити способи привертати увагу, наприклад, шляхом фарбування дверей до вбиралень у яскраві кольори або встановлення станцій для миття рук із дзеркалами.

2. **Враховувати те, коли люди будуть найкраще сприймати інформацію:** Негативні зміни в контексті, які пов'язані з більшістю надзвичайних ситуацій, або суттєві зміни у житті, наприклад, народження дитини, можуть забезпечити вікно можливостей для змін у звичках, оскільки люди починають більше зважати на те, що вони роблять. Прив'язування бажаної поведінки до існуючої звички також матиме більше шансів на успіх. Наприклад, варто заохочувати мити руки водночас із поведінкою, яка асоціюється із доглядом за немовлям, наприклад, годування чи зміна підгузків.

3. **Апелювати до соціальних норм та мотивації:** Психосоціальні підходи до змін у поведінці продемонстрували, що вони пов'язані з великою кількістю рушійних сил та що техніки зміни поведінки потрібно застосовувати відповідним чином. Щоб змінити сприйняття про ризики для здоров'я, потрібно надавати особисту інформацію про ці зміни. Щоб змінити ставлення, потрібно обговорювати переконання про витрати та переваги поведінки. Апелювання до почуття огиди у людей, плекання поведінки та афіліація з групою можуть змінити емоційні компоненти поведінки та мотивувати до дій. Щоб змінити сприйняття норм, корисно передавати ідею того, що більшість людей вдаються до бажаної поведінки. Варто визначити, що, на думку людей, інші будуть думати про них, якщо вони вдаватимуться до практики, і намагатися змінити цю думку за потреби. Людей можна заохочувати публічно заявляти, що вони будуть мити руки, користуватися системами для очищення води або підтримувати інших в управлінні водопостачанням, із зосередженням уваги на групах і громадах, а не лише на окремих особах. Щоб змінити сприйняття можливостей реалізовувати певну поведінку, можна продемонструвати поведінку та заохочувати до практикування такої поведінки. Щоб сприяти реалізації поведінки (саморегулювання), надзвичайно важливими є планування дій і бар'єрів, проте нагадування є також корисними для того, щоб не забувати про поведінку в ключових ситуаціях (наприклад, миття рук перед тим, як торкатися до продуктів харчування).

Громадські підходи, такі як Громадські клуби здоров'я, довели свою ефективність у просуванні гігієни, також варто дослідити й інші стратегії, наприклад, проєкт, зосереджений на поведінці, та глибоке оцінювання мотивації.

4. **Заохочувати звичку:** Можна розглянути можливість просування звички через використання підказок (спонукань), наприклад, сліди ніг, які ведуть до станції для миття рук. До того ж випробування певних видів поведінки можуть бути корисними, коли, наприклад, людей можуть попросити використовувати мило чи станцію для миття рук протягом двох тижнів і потім провести інтерв'ю про їхній досвід. Ігри з дітьми також можуть допомогти засвоїти зв'язок між миттям рук і мікробами.

Поширені труднощі

- У кількох звітах, аналізах та рекомендаціях виявлено наступні слабкі місця у програмах просування гігієни:
- Зосередження занадто великої уваги на розповсюдженні односторонніх повідомлень, не слухаючи, не обговорюючи та не залучаючи до діалогу, це не дає можливості людям уточнювати проблемні питання та розібратися в тому, як адаптувати ці зміни відповідно до їхньої конкретної ситуації.
- Зосередження занадто великої уваги на розробці рекламних матеріалів, наприклад, плакатів та буклетів, перш ніж належним чином розібратися в проблемі.
- Зосередження занадто великої уваги на особистій гігієні та недостатньо на використанні, експлуатації та обслуговуванні об'єктів.
- Зосередження недостатньої уваги на практичних діях, які люди можуть реалізовувати, і на тому, як повідомляти про них.
- Одночасно бути націленим на багато видів поведінки та цільових аудиторій. Інтервенції з просування гігієни в умовах надзвичайної ситуації мають зосереджувати увагу на тому, як змінювати лише кілька ключових видів поведінки, які, як відомо, мають найбільший вплив на здоров'я (миття рук із милом, безпечна утилізація продуктів життєдіяльності людини і безпечні практики використання води на рівні домогосподарства).
- Переконання в тому, що люди завжди будуть вмотивованими обіцянкою кращого здоров'я в майбутньому, при цьому не досліджуючи інші шляхи мотивування, наприклад, плекання та почуття огиди.
- Припущення, що всі рішення щодо водопостачання є доречними для всіх користувачів. Потрібно визначити конкретні потреби різних груп користувачів, і потрібно адаптувати відповідним чином установи і послуги **(див. X.15)**.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 225**

X.17 Розробка програм на ринкових засадах

Розробка програм на ринкових засадах (РПРЗ) – це є ряд програмних процедур задля розуміння і підтримки місцевих ринкових систем, пов'язаних з сектором WASH. Впровадження РПРЗ не є новим явищем для сектору WASH, оскільки програми традиційно реалізуються у різних формах, таких як надання готівки за роботу як частина програм реконструкції об'єктів інфраструктури водопостачання (наприклад, риття траншей для трубопроводів), ваучери для контейнерів для води, ярмарки для презентації продуктів для очищення води в побутових умовах (наприклад, фільтри чи хлор), розбудова потенціалу сантехніків та мулярів, технічна підтримка комунальних підприємств із водопостачання і допомога з доступом до фінансових послуг (наприклад, мікрофінансові позики для реконструкції). Багато з цих підходів добре себе проявили у масштабі, а також у контексті, в якому потрібно дотримуватися технічних стандартів і стандартів якості.

РПРЗ часто відрізняють від забезпечення товарів чи послуг натурою, наприклад, предметів для очищення води, каністр та безпосереднього спорудження об'єктів інфраструктури водопостачання і водовідведення, хоча межі між тим, що вважається традиційною допомогою натурою, та РПРЗ є гнучкими. Вибір відповідних практичних аспектів залежить від:

- Гуманітарного контексту
- Виду та етапу надзвичайної ситуації
- Потреб і вразливості постраждалого населення щодо сектору WASH та інших потреб
- Потенційних ризиків для громадського здоров'я
- Цільових груп та платформ постачання (індивідуальні, побутові, комунальні та інституційні рівні)
- Знань, ставлень та практик постраждалого населення
- Потреб виходити за межі звичайних наслідків надзвичайної ситуації для побудови резильєнтності.

Відтак належні рівні оцінювання потреб, технічних оцінок WASH та ринкових оцінювань WASH мають ставати основою для інформативного наповнення належного аналізу реагування, проєктування і впровадження програми.

Оцінювання

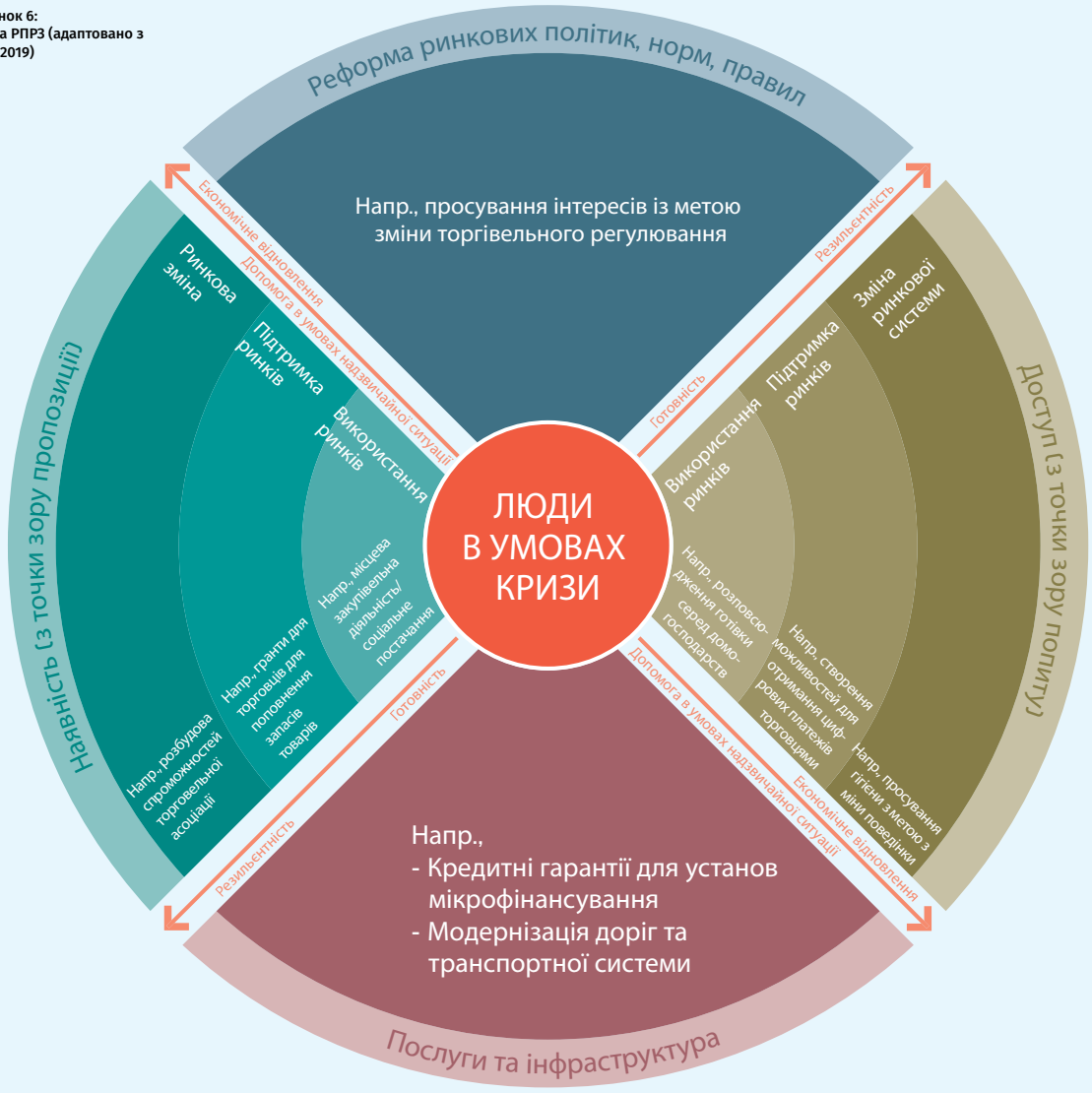
Багатосекторальне оцінювання потреб має на меті визначити різні потреби та можливості населення, яке зазнало впливу кризи, у тому числі розрізнення тих, хто не може задовільнити ці потреби і чому. Для цього в наявності є стандартні методології, включаючи багатосекторальне початкове швидке оцінювання (MIRA) та аналіз базових потреб (BNA). Найбільш доречним для РПРЗ є аналіз базових потреб, оскільки він визначає пріоритетні незадоволені базові потреби населення і найкращий практичний спосіб їх задоволення. Він включає визначення мінімального кошика витрат (MEB), що охоплює всі предмети і послуги, які домогосподарства ймовірно будуть пріоритизувати на регулярній чи сезонній основі та середню вартість протягом певного періоду часу. Порівнюючи мінімальний кошик витрат із підрахунками

середнього поточного доходу цільових домогосподарств, агентства можуть обчислити існуючу прогалину для задоволення потреб домогосподарств. Після визначення цього кожен сектор і агентство можуть спробувати заповнити цю прогалину у найбільш координований та відповідний спосіб для бенефіціарів, або використовуючи чи підтримуючи місцеві ринки, практичні аспекти РПРЗ, наприклад, готівку/ваучери чи допомогу натурою.

Ринкові оцінювання в умовах надзвичайної ситуації намагаються зрозуміти можливості місцевих ринків задовольняти потреби населення, яке зазнало впливу кризи. Вони включають аналіз критичних місцевих ринків (наприклад, ринкові ціни, кількість/якість товарів та наявні послуги), побутові фактори (наприклад, закупівельна поведінка, фінансова грамотність) та сприятливе середовище (наприклад, доступ до ринків і фінансових послуг, інфраструктура, регуляторна база, стабільність валюти). Залежно від контексту, часу та наявних ресурсів ринкові оцінювання можуть бути глибокими аналізами, наприклад, як ті, що описані в наборі інструментів із проведення аналізу для картування ринку в умовах надзвичайної ситуації (EMMA), або просто кілька запитань, доданих до існуючого оцінювання. Ринкові інструменти, як-от аналіз стану ринку до настання кризи (PCMA), можуть використовуватися для розуміння критичних ринків та того, коли вони нормально функціонують, а також для визначення їх спроможності адаптуватися до майбутніх шокових подій, особливо, під час циклічних чи затягнутих криз. Таке розуміння може покращити реагування в майбутньому чи допомогти з проєктуванням програм готовності для посилення виконавців на місцевому ринку так, щоб вони могли продовжити працювати під час кризи і задовольняти потреби швидше, доречніше та ефективніше, ніж просто шляхом надання допомоги натурою.

Аналіз реагування є зв'язком між оцінюваннями та проєктуванням програми. Він передбачає вибір належних варіантів реагування для програми, цільових груп, практичних аспектів та механізмів реалізації. Такий відбір має ґрунтуватися на врахуванні доречності та реальності і має водночас реагувати на потреби, при цьому аналізуючи та мінімізуючи потенційну шкідливу побічну дію. Практичні аспекти позначають форму надання допомоги (наприклад, грошові перекази, ваучери, допомога натурою, технічна підтримка, залучення громади, просування інтересів). Механізми реалізації позначають платформу чи службу, яка використовується для надання допомоги бенефіціарам натурою або готівкою (наприклад, розповсюдження води за допомогою операторів водовозів або торговців водою; пряме розповсюдження грошей готівкою, за допомогою мобільних грошей чи банківського переказу; розповсюдження ваучерів через смарт картки або вже оплачені картки).

Рисунок 6:
Схема РПРЗ (адаптовано з GWC 2019)



Впровадження: чотири види РПРЗ

Ринки WASH можуть зазнавати впливу кризи та використовуватися для реагування на потреби щодо WASH. Для уможливлення більш ефективного та якісного реагування важливо зрозуміти весь спектр видів РПРЗ та можливі рівні залученості на ринку **(див. Рисунок 6)**.

1. Покращення попиту та доступу до ринку

Покращення попиту на ринку до товарів і послуг щодо WASH можна посилити шляхом покращення доступу до місцевих ринків. Бар'єри для доступу можуть бути фінансовими (усуваються завдяки допомозі готівкою та ваучерами), фізичними (усуваються шляхом покращення доріг, організації ярмарків) або соціально-культурними (змінюються за допомогою стратегій для зміни поведінки або соціального маркетингу).

Використання ринків через допомогу готівкою та ваучерами: Задля генерування попиту на послуги чи продукти щодо WASH можна надавати готівкові гранти. На використання гранту може впливати різновид готівкового переказу. Наприклад, гранти можуть надаватися особам, домогосподарствам чи громадам. Вони можуть видаватися регулярно, траншами або як одна основна сума. Вони можуть мати певні умови, які бенефіціари повинні виконати для того, щоб отримати доступ до гранту (наприклад, готівка за роботу) або щоб його використати (наприклад, підключитися до трубопровідної системи водопостачання); або вони можуть бути безумовними, якщо грант надається для забезпечення задоволення певних базових потреб бенефіціарів. Останній вид називають Багатоцільовими грошовими переказами. Гранти, які видаються у формі ваучерів, можуть обмежуватися певними товарами або послугами (наприклад, продукти для очищення води) або бути необмеженими ваучерами на певну суму (до певної визначеної суми готівки чи вартості товарів), які можна використовувати при операціях із певними постачальниками. Допомога готівкою та ваучерами зосереджує увагу виключно на подоланні фінансових бар'єрів, з якими зіткнулися бенефіціари, не реагуючи на інші бар'єри щодо доступу.

Покращення доступу до ринку WASH: Гравці на ринку можуть потребувати тимчасової підтримки для забезпечення того, щоб користувачі могли належним чином отримувати доступ до товарів, послуг і фінансів задля задоволення їхніх потреб під час кризи. Ярмарок може сприяти популяризації інновацій та створювати попит на товари і послуги. Для продавців або постачальників послуг може бути потрібно пройти (попередню) кваліфікацію для того, щоб пересвідчитися, що вони відповідають певним критеріям відбору (наприклад, щоб продавці могли отримувати цифрові платежі) або стандартам (наприклад, якість та формат бухгалтерського обліку) програми допомоги готівкою та ваучерами. Доступ до ринку також можна покращити шляхом вдосконалення об'єктів інфраструктури (наприклад, доріг, мостів).

Покращення попиту шляхом використання стратегій для зміни поведінки, у тому числі соціального маркетингу. Тоді як стратегії для зміни поведінки застосовуються часто, соціальний маркетинг – це нова сфера у секторі гуманітарної допомоги щодо WASH. Вона спрямована на розробку продуктів і послуг, які реагують на потреби користувачів, і запровадження маркетингових інструментів і популяризаційних кампаній, щоб впливати на користувачів, наприклад, щоб вони почали використовувати очищувачі води. Те, як змінюється поведінка чи яка нова поведінка запроваджується, залежить від застосування того, що називають «маркетинговим міксом», до якого входять продукт, місце, ціна та реклама («4P»). Загалом маркетингова інтервенція намагається спрямувати цільове населення до бажаних результатів, навіть якщо загальний вплив по кожній із цих 4P є обмеженим. Маркетингові стратегії щодо WASH також включають комунікацію відносно зміни поведінки, яка мотивує до запровадження певної поведінки (наприклад, миття рук із милом). «Поведінкова економіка» – це ще одна сфера, пов'язана із соціальним маркетингом; вона вивчає найкращі способи покращення сприйняття продуктів, наприклад, хлорових таблеток, серед населення (зокрема, вплив безкоштовного чи субсидійованого розповсюдження, прямих чи опосередкованих ваучерів). Ці заходи складно впроваджувати на гострому етапі надзвичайної ситуації, і вони можуть бути більш доречними на етапах стабілізації та відновлення, під час затягнутих надзвичайних ситуацій чи під час забезпечення резильєнтності до стихійного лиха.

2. Покращення пропозиції та наявності на ринку

Використання, підтримка та розвиток ринків можуть посилити наявність і спроможність ринкової системи щодо постачання критично важливих товарів та послуг в умовах надзвичайної ситуації.

Використання ринків розпочинається з інтегрування існуючих місцевих ринкових структур для надання безпосередньої гуманітарної допомоги, що зазвичай ґрунтується на місцевій закупівлі товарів і послуг щодо WASH або використанні допомоги готівкою і ваучерами. Розуміння ринку є надзвичайно важливим для ухвалення рішення про те, чи можна використовувати ринок. Також може знадобитися тимчасова підтримка постачальників чи продавців задля забезпечення достатнього постачання (див. нижче).

Підтримка ринків спрямована на відновлення ринкових структур після шокової події, що дозволяє гуманітарним виконавцям і бенефіціарам якомога швидше використовувати ринок. Це можна зробити шляхом надання грантів продавцям на ринку для відновлення запасу товарів; створення доступу до інформації про варіанти технологій, пов'язані витрати та контактні дані постачальників відповідних товарів і послуг; забезпечення ваучерів на пальне чи субсидій або запчастин для транспортування бізнесу (наприклад, для операторів водовозів); підтримка торговців на ринку щодо збільшення потужностей для зберігання (наприклад, контейнерів для води) і комунальних підприємств із водопостачання для відновлення чи масштабування існуючих потужностей з очищення води (наприклад, у приймаючих громадах після притоку біженців).

Ринкова системна зміна має на меті досягнення довгострокових позитивних змін та посилення резильєнтності ринкової системи WASH. Це можна зробити шляхом розробки бізнес моделі (наприклад, підтримуючи приватних виконавців чи громадські організації у створенні кіосків по продажу води), розвитку ланцюга створення

вартості (наприклад, визначення того, чи існує ринок для побутових фільтрів для очищення води), розвитку ланцюга постачання (наприклад, для будівельних матеріалів, щоб вони були в наявності на місцевому ринку і за доступнішою ціною), проєктування продуктів (наприклад, проєктування економічно доступних фільтрів для очищення води) та покращення доступу до фінансових послуг (наприклад, пропонування мікрозаймів для операторів кіосків з продажу води для започаткування бізнесу). Малоймовірно, що такі заходи будуть впроваджуватися під час гострого етапу надзвичайної ситуації.

3. Реформа ринкової регуляторної бази

Щоб допомогти ринкам відновитися, гуманітарні інтервенції можуть також включати заходи, спрямовані на підтримку реформування регуляторної бази відповідних ринків (національні правила, норми, стандарти). Це може реалізовуватися шляхом просування інтересів задля покращення нормативної бази (наприклад, гарантії якості води для безпечних кіосків з продажу води), безпосереднього залучення до процесів розробки політики або розбудови потенціалу залучених виконавців (наприклад, урядів, регуляторів, комунальних підприємств тощо).

4. Посилення ринкових послуг та інфраструктури

Для функціонування критичних ринкових систем WASH може бути потрібно підтримувати, відновлювати чи розвивати ширші ринкові послуги та інфраструктуру. Це може включати кредитні гарантії для установ мікрофінансування, технології переказу цифрових грошей, підтримку у вдосконаленні ринкової інформації, а також модернізацію доріг, транспортних та телекомунікаційних мереж. Ці заходи часто не пов'язані безпосередньо із сектором WASH і можуть бути викликом для виконавців із сектору WASH, якщо тільки вони не реалізовуються через міжсекторальні інтервенції та/або за участі мультидисциплінарних команд.

Переваги РПРЗ

РПРЗ все частіше вважають елементом, який матиме надзвичайно важливе місце у процесі розробки гуманітарних програм у майбутньому. Запропоновані переваги роботи через існуючі ринкові системи включають покращення ефективності, результативності та можливості масштабувати програми і посилення гідності та права вибору бенефіціарів. Коли це можливо, РПРЗ може сприяти швидшому економічному відновленню завдяки ефекту економічного посилення, кращому переходу до програм із розвитку, а також вищому рівню прийняття та сталості. Запровадження тарифів на воду і оплати збільшує ймовірність того, що бенефіціари будуть цінувати воду і що можна буде підтримувати співвідношення між прибутками та роботою надавачів послуг, навіть якщо допомога готівкою і ваучерами буде поступово виводитися з користування на етапі відновлення. Загалом РПРЗ представляє шлях для реагування на гуманітарні потреби щодо WASH із системним підходом відповідно до контексту, допомагаючи побудувати довгострокову резильєнтність населення і систем WASH.

Ризики та виклики РПРЗ

Інфраструктура з водопостачання є технічно складною, підпадає під дію регулювання, а також є дорогою (високі капітальні інвестиції) та небезпечною за умови неналежного впровадження. Робота через ринки частково зміщує управління якістю та безпековими ризиками на виконавців місцевого ринку та бенефіціарів, проте це може призвести до зменшення контролю за якістю будівництва у програмі реконструкції на основі готівки. Це може стати проблематичним, якщо бенефіціари, наприклад, використовують менше кваліфікованої праці та менше перероблених матеріалів. Надання бенефіціарам права вибору не позбавляє гуманітарних виконавців відповідальності за забезпечення доступу до установ, які добре обслуговуються, і послуг, якими безпечно управляють, які є інклюзивними та відповідають мінімальним гуманітарним стандартам. Відтак надзвичайно важливим є ретельний та регулярний моніторинг, і РПРЗ має включати стратегії пом'якшення впливу ризиків (наприклад, використання грошових переказів з умовами чи обмеженнями), а також уможливлення таких видів діяльності, як технічна підтримка та розбудова потенціалу. Там, де програми щодо WASH мають визначені фактори ризику, пов'язані зі знаннями, ставленням та практикою, на них потрібно реагувати за допомогою належних супутніх заходів, наприклад, залучення громади, зміни в поведінці щодо гігієни та санітарії **(див. X.16)** чи маркетинг, який має на меті зрозуміти соціально-культурні питання, підвищити підзвітність та підтримувати здорову поведінку. Фахівці у секторі WASH мають завжди наполягати на надійній схемі моніторингу для інтервенцій із РПРЗ, інформативним наповненням для яких є відповідні індикатори WASH та, за можливості, епідеміологічні дані, які можуть допомагати передбачувати спалахи захворювань і оголошувати тривогу щодо спалаху якомога раніше. Це також передбачає готовність активувати необхідні додаткові і супутні дії для стримування спалаху.

→ **Додаткові джерела про цю технологію доступні на сторінці 225**

Додаток

Словник

А

Адгезія: Схильність молекул рідин чи газів прикріплюватися до поверхні твердої частки.

Адсорбція: Адгезія тонкої плівки рідини, пари чи розчинених іонів до твердої речовини без хімічної реакції.

Алювій: Вільний неконсолідований матеріал (тобто частки нескріплені між собою), який раніше було відкладено льодом або потоком води.

Артезіанський водоносний горизонт: Див. обмежений водоносний горизонт.

Б

Біологічні забрудники: Організми у воді, які також називають мікробами або мікробіологічними забрудниками (наприклад, бактерії, віруси, найпростіші організми). (Син.: Мікробіологічні забрудники)

Блочна система: Набір обладнання, яке встановлюється на рами для забезпечення простого і надійного транспортування та використання як одиниці.

В

Важкі метали: Метали із відносно високою щільністю, які можуть потрапити в системи водопостачання або через штучні джерела (наприклад, промислові чи споживчі відходи), або через природні джерела (наприклад, вивільнення із ґрунту) та які можуть становити потенційні ризики для здоров'я.

Вверх за течією: Ближче до джерела; проти напрямку, в якому вода природно тече.

Видобуток: Отримання води з джерела

Випаровування: Процес, під час якого вода переходить із рідкого стану у газ (випари).

Витік: Потік води, який виходить із певної технології.

Вихід: Кількість води, яку можна видобути із часом.

Вихід води: Об'єм води, який проходить певну точку протягом визначеного періоду часу. Це широкий термін, який описує різноманітні потоки, наприклад, із труб чи струмків.

Вихід із насосу: Вода, яка виходить із насосу або вихідного отвору насосу.

Вихідна труба: Частина машини чи структури, через яку виходить вода чи газ.

Відновлення: Відновлення чогось пошкодженого або в погіршеному стані до попереднього гарного стану.

Вниз за течією: Далі від джерела; напрямок, в якому вода природно тече.

Вода для поповнення запасів вод: Позначає воду, яка потрапляє в підземний водоносний горизонт через тріщини, обвали чи безпосередньо абсорбцію.

Водоносний горизонт: Геологічне утворення, здатне зберігати, передавати (потік) та давати вихід кількості води, яку можна використовувати.

Водосховище: Штучна водойма з поверхневими водами у природній западині, яку посилили для утримування води за допомогою створеної людьми структури з одного чи більше сторін.

Всмоктувальний насос: Насос, який розміщується над поверхнею води, звідки він витягує воду шляхом всмоктування у корпус насосу.

Вторинний підйом: Повторний підйом осілих відкладень (наприклад, перемішавши бруд, який осів на дні резервуару).

Втрата на терті: Зменшення енергії, яке має місце, коли вода рухається завдяки тому, що молекули води б'ються одна об одну та об стінку труби, що конвертує певну частину із загальної наявної енергії у тепло, що розсіюється в навколишньому середовищі. (Син.: Втрата напору)

Втрата напору: Див. Втрата на терті (Син.)

Г

Генератор: Машина, яка використовує пальне (наприклад, дизель) для конвертування механічної енергії в електроенергію.

Герметичний насос: Насос, який розміщується під водою, звідки він виштовхує воду. Він має герметично захищений двигун, тісно приєднаний до корпусу насосу.

Гідравлічна провідність: Властивість ґрунту та каміння, що описує легкість, з якою рідина (у цьому випадку вода) може рухатися через пори чи тріщини.

Гідравлічна/пневматична енергія: Передача енергії шляхом регульованої циркуляції рідини під тиском до двигуна, який конвертує її в механічну силу.

Гідравлічне чищення: Набір технік для чищення труб та каналізації, що включає використання води під високим тиском та з високою швидкістю.

Гідравлічний градієнт: Вимірювання зменшення загальної енергії на довжину одиниці в напрямку потоку у процесі того, як рухається вода, що виникає в результаті явища, відомого як втрата напору.

Гідрогеологічне дослідження: Дослідження геології, підземних вод, геохімії та забруднення в певній локації, а також кліматичних умов та умов поповнення запасів підземних вод із метою розуміння ризику для підземних вод або корисності постачання підземних вод у сталий спосіб.

Гравітація: Сила, яка притягує об'єкт чи субстанцію до центру землі чи до будь-якого фізичного тіла, яке має масу.

Д

Дезінфекція: Усунення патогенних мікроорганізмів шляхом інактивації (наприклад, використання хімічних агентів, радіації чи тепла) або процесів фізичного розподілу (наприклад, мембрани).

Дощова вода: Вода із рідких опадів.

Дренаж в основі: Прихована дренажна зона/траншея, яка дозволяє воді проходити, при цьому утримуючи матеріал на поверхні (наприклад, дренажна зона на дні швидкого піщаного фільтру).

Е

Евапотранспірація: Процес, під час якого вода переходить із землі в атмосферу шляхом випаровування із ґрунту та інших поверхонь та шляхом транспірації з рослин.

Експлуатація та обслуговування: Звичні чи періодичні завдання, необхідні для підтримки функціонування процесу чи системи відповідно до вимог діяльності та для попередження затримок, ремонту чи простою.

Електроліз: Техніка, яка використовує прямий електричний струм для спричинення інакше неспонтанної хімічної реакції.

Ерозія: Процес, під час якого ґрунт та каміння зношуються, ослаблюються або розчиняються та зміщуються природними силами, такими як дощ, сніг чи вітер.

Ж

Жорсткість води: Параметр якості води, який вказує на кількість розчинених мінералів, особливо кальцію та магнію. Жорстка вода має вищі рівні цих матеріалів.

З

Забір: Відкрита система, через яку рідина заходить в огороджену зону (річковий водозабір) або машину (наприклад, забір насосом, подібно до водопідвідної труби в насосі).

Забруднення мембрани: Матеріал, який утримується на поверхні мембрани або у порах, що зменшує потік через мембрану.

Забрудник: Фізична, хімічна, біологічна чи радіологічна субстанція, присутня у воді, яка може бути природного чи антропогенного походження та яка може впливати на громадське здоров'я у разі, якщо вона присутня у кількостях, вищих за стандарти безпеки води.

Залишковий тиск: Додатковий тиск над краном чи вихідним отвором, який дорівнює або статичному напору (коли вода не тече), або точці в гідравлічному градієнті (коли вода тече).

Залишковий хлор: Кількість активного хлору, який залишився у воді після певного періоду часу (наприклад, 30 хвилин контак-

тного часу) після задоволення початкової потреби у хлорі.

Замулювання: Відкладення дрібних відкладень на дні струмка, озера чи водосховища.

Запірний клапан: Клапан, який дозволяє рідині чи газу протікати через нього лише в одному напрямку. Також відомий як односторонній клапан.

Засипання: Засипання ями із використанням певної частини матеріалу, що було вийнято під час копання або буріння.

Захищене джерело: Джерело, модифіковане для збору, транспортування і часом зберігання джерельної води, при цьому попереджуючи забруднення.

Зважені тверді частки: Невеликі тверді частки, які залишаються зваженими у воді або як колоїди, або через рух води.

Знемулення: Процес видалення мулу або відкладень із резервуара чи водосховища.

Зона збору: Поверхня, яка збирає та скеровує для стікання дощову воду та талий сніг у певне місце (наприклад, невеликі стоки на даху для збору води, яка падає на дах, або великі поверхневі зони для збору води із землі навколо).

І

Імпульсний насос: Насос, який використовує тиск, утворений повітрям, що виштовхує частину рідини догори.

Інфільтрація: Процес, під час якого вода на поверхні землі проникає у ґрунт.

Іонний обмін: Процес, за якого іон із мінеральної гратки замінюється іоном із контактного розчину.

In situ: На об'єкті чи на місці.

К

Каламутність: Вимірювання відносної прозорості рідини, зазвичай виражене в нефелометричних одиницях каламутності.

Капітальні інвестиції: Витрати, пов'язані із набуттям основного засобу або обладнання.

Кероване поповнення запасів води у водоносному горизонті: Навмисне поповнення запасів вод у підходящому водоносному горизонті для подальшого відновлення або для отримання екологічної вигоди із такими доданими наслідками, як зменшення бідності, зменшення ризику та вразливості і збільшення врожайності сільськогосподарських культур.

Кислотність: Вища концентрація позитивно заряджених іонів водню у розчині, в результаті чого показник рівня pH є низьким (до 7).

Кінетична енергія: Форма енергії, яку має об'єкт завдяки своєму рухові.

Кістяне вугілля: Пориста гранульована субстанція, яка використовується для фільтрації та знебарвлення води; виготовляється шляхом обвуглення кісток тварин.

Коагуляція: Процес, під час якого хімікат (наприклад, сульфат алюмінію чи хлорид заліза) додається до води для дестабілізації електростатичних зарядів колоїдів, що дозволяє цим меншим часткам зібратися разом для утворення більших часток (шляхом флокуляції), які швидше осідають або можуть бути відфільтрованими завдяки їх більшому розміру.

Коефіцієнт смертності від нещасних випадків: Вимірювання тяжкості захворювання, що визначається відсотком смертей від певного захворювання порівняно із загальною кількістю осіб, у яких діагностовано таке захворювання протягом певного періоду часу.

Коефіцієнт стічних вод: Відсоток води, яка стікає по поверхні та яку можна зібрати, тоді як решта втрачається (наприклад, через розплескування, випаровування або інфільтрацію).

Коліформні бактерії: Організм, який можна виявити у шлунково-кишковому тракті та фекаліях тварин і людей та який у разі виявлення у питній воді може вказувати на наявність патогенних бактерій.

Колоїди: Стабільні нерозчинні субстанції, які є настільки дрібними, що випадкового руху молекул води достатньо для того, щоб не дати їм осісти під дією гравітації.

Комплексне управління водними ресурсами: Процес, який заохочує координований розвиток та управління водними, земельними та пов'язаними ресурсами задля максимізації отриманого в результаті економічного і соціального благополуччя у справедливий спосіб без наражання на ризик сталості життєво важливих екосистем.

Концентрований сольовий розчин: Вода із високою солоністю (наприклад, від водянистого хлориду натрію, який використовується в системах електрохлорування).

Криниця: Будь-яка штучно вирита яма, споруджена з метою дослідження та видобутку підземних вод або для введення, здійснення моніторингу чи осушення.

Л

Лопать: Обертальний компонент відцентрового насосу, що пришвидшує швидкість руху рідини назовні від центру обертання.

Лужність: Здатність води чинити спротив або нейтралізувати кислоти для підтримання відносно стабільного рівня pH.

М

Маховик: Механічний пристрій, призначений для ефективного заощадження обертальної кінетичної енергії, забезпечуючи механічну перевагу для підняття води.

Мембрана: Тонкий гнучкий шар із природного чи синтетичного (фільтраційного) матеріалу.

Мікробіологічні забрудники: Див. Біологічні забрудники (Син.)

Мікрозабрудники: Забрудник, зазвичай зі штучного джерела, присутній у надзвичайно низькій концентрації (наприклад, сліди органічних сполук), проте вище фонового рівня.

Місце використання: Місце, де воду насправді використовують та споживають (зазвичай безпосередньо на рівні домогосподарства).

Місце збору/видобутку: Місце, де користувачі збирають воду (наприклад, свердловина, водонапірна колонка, річка чи озеро).

Мулова пастка: Пристрій для попередження потрапляння мулу до резервуару чи системи очищення води.

Н

Насип: Насип із землі або каміння, споруджений для стримування води.

Насичення: Коли всі пори матеріалу чи фільтраційного матеріалу (наприклад, ґрунту) заповнені водою.

Насос Canzee: Недорогий ручний насос прямої дії, який складається із двох труб ПВХ всередині одна одної, кожна з яких має простий односторонній клапан, виготовлений із гумової заслонки. Максимальна висота підйому води становить 12 – 15 метрів.

Насос Tara: Недорогий та надійний ручний насос прямої дії із плавучим штоком насосу, який переміщує воду під час рухів догори і донизу. Максимальна висота підйому води становить 15 метрів.

Незахищене джерело: Джерело, яке перебуває у своєму природному стані та не було модифікованим для попередження забруднення.

Необмежений водоносний горизонт: Насичене геологічне утворення відкрите до атмосферного тиску; його поверхня відома як рівень підземних вод.

Неорганічний: Матеріал, отриманий із неживих джерел (наприклад, каміння чи мінерали) та який не містить вуглець.

Нефелометричні одиниці каламутності: Вимірювання того, наскільки багато світла, яке просвічують через зразок води, досягає детектора на іншому боці зразка. Частки у воді відбивають більше світла в сторони, що означає, що більше світла доходить до детектора. Вища каламутність призводить до вищого показника.

О

Облік води: Практика вимірювання кількості/об'єму використаної води.

Обмежений водоносний горизонт: Насичене геологічне утворення, в якому тиск води в будь-якому місці є вищим ніж атмосферний тиск. (Син.: Артезіанський водоносний горизонт)

Одногвинтовий насос: Поршневий насос, який працює завдяки обертанню гвинтового ротору у формі однієї спіралі, розміщеної

всередині стаціонарного гумового статора з подвійною спіраллю. Вода займає порожнину між ними двома, і коли обертається ротор, ця порожнина рухається догори разом із водою. (Син.: Шнековий насос)

Окислення: Втрата електронів під час реакції молекулою, атомом чи іоном, наприклад, коли залізо вступає в реакцію з киснем, формується іржа, оскільки воно окислилося (залізо втратило електрони), тоді як кисень відновився (кисень набув електрони).

Опади: Конденсація атмосферної водяної пари, що повертається на поверхню землі як, наприклад, дощ, сніг, град чи туман.

Операційні витрати: Витрати, пов'язані з експлуатацією, обслуговуванням та адмініструванням конкретної технології чи системи.

Опріснення: Процес видалення солей та мінералів із води.

Органічний: Матеріал, який містить вуглецеві сполуки із решток організмів, таких як рослини та тварини (та їхні продукти життєдіяльності).

Основна водонапірна труба: Труба із зануреної частини насосу, яка піднімається до місця, в яке постачається вода (наприклад, голівка насосу у випадку ручного насосу або резервуар для води у випадку герметичного насосу).

Основність: Нижча концентрація позитивно заряджених іонів водню у розчині, в результаті чого показник рівня pH є високим (понад 7).

Особисте захисне спорядження: Захисне спорядження (наприклад, одяг, шоломи, окуляри), призначене для захисту особи від травм чи інфекції.

Осушення: Процес видалення води (наприклад, викачування води із виритої ями).

П

Патоген: Організм, який спричиняє захворювання.

Перевезення води водовозами: Масштабне транспортування води із використанням водовозу, який перевозить воду із джерела до місця зберігання неподалік від місця розповсюдження.

Перший змив: Початкові та часто наповнені відкладеннями і забрудниками поверхневі стічні води у системах збору дощових вод, яким не дають потрапити до резервуару для зберігання води.

Підвідна труба: Частина машини або структури, через яку заходить рідина чи газ.

Підземні води: Вода, яка утримується в порах та порожнинах у межах геологічних утворень у поверхні землі.

Підпірна стінка: Стіна з кам'яною кладкою або з бетону, збудована на виході труби, яка підтримує сторони виритої ями, а також (разом із постаментом) попереджує ерозію внаслідок потоку води.

Піщана пастка: Проста секція облицювання під фільтрами на дні свердловини, що дозволяє дрібному мулу/піщаним часткам накопичуватися у процесі розробки свердловини та із часом.

Плавучість: Сила виштовхування, спричинена водою чи рідинами щодо об'єктів, які повністю чи частково занурені.

Плунжер: Рухомий компонент насосів зі зворотно-поступальним рухом (з-поміж іншого), який тісно вміщений у циліндр.

Побутові стічні води: Вода, отримана з душу, ванни, внаслідок прання одягу, миття рук та умивальників.

Поверхневі води: Вода, яка залишається на поверхні землі у великих водоймах (наприклад, струмках, озерах, болотах) і яка не просочилася у землю.

Поверхневі стічні води: Вода з опадів, яка стікає по поверхні землі (а не проникає у ґрунт) і потім потрапляє у річки, озера чи водосховища.

Повністю розчинені тверді частки: Кількість мінералів (солей) у розчині у воді, зазвичай виражена у міліграмах на літр або частках на мільйон.

Повторне забруднення: Процес, коли щось вже очищене знову стає забрудненим (наприклад, очищена вода стає знову забрудненою).

Показники видалення log: Логарифмічне вимірювання здатності процесу очищення видаляти патогенні мікроорганізми. Показник видалення log 1 відповідає зменшенню на 90%, показник видалення log 2 відповідає зменшенню на 99% і т.д.

Пом'якшення впливу: Процес або результат пом'якшення впливу чогось, внаслідок чого воно стає менш небезпечним чи шкідливим.

Поповнення запасів підземних вод: Процес, за якого поповнюються запаси підземних вод. Задля забезпечення сталості воно має дорівнювати або перевищувати видобуток.

Пористість: Співвідношення об'єму порожнин (проміжних пустот) у даному зразку пористого матеріалу до загального об'єму зразку, включаючи пустоти.

Поршневий насос: Насос, який переміщує фіксовану кількість води за один цикл.

Потрапляння солоної води: Рух солоної води у прісні водоносні горизонти, що може погіршити якість підземних вод (див. також Солонувата вода).

Похідні продукти дезінфекції: Хімічні, органічні та неорганічні субстанції, які виникають в результаті реакції між дезінфікуючою речовиною (наприклад, хлором) та органічною речовиною природного походження у воді і які можуть бути шкідливими.

Притік: Потік води в конкретну технологію.

Продуктивність свердловини: Співвідношення втрати з водоносного горизонту (теоретичне зменшення) та загального виміряного зменшення у свердловині/криниці, що демонструє продуктивність свердловини та інженерної структури для видобутку води.

Промивання: Обернення потоку води в зворотному напрямку для вивільнення матеріалу, який спричинив забивання (наприклад, відкладення у швидкому піщаному фільтрі чи фільтраційних патронах для зворотного осмосу).

Промислові стічні води: Похідний продукт промислової чи господарської діяльності, часто із високим рівнем фізичного та хімічного забруднення.

Проникати: Просочуватися; проходити через пори чи пустоти чогось.

Проникність: Гідравлічна провідність ґрунту після усунення впливу в'язкості та густини рідини (тобто описує характерні властивості самого ґрунту та каміння).

Просочування: Повільне протікання рідини (наприклад, води з розсіяного джерела).

Просторово-розподілені джерела забруднення: Забруднення із невизначеного джерела забруднення у великому за площею районі (наприклад, забруднення внаслідок сільськогосподарської діяльності).

Р

Рівень підземних вод: Поверхня насиченого водоносного шару, відкритого до атмосферного тиску, який не є статичним, проте може варіюватися з часом через нижче поповнення запасів або інтенсивніше використання.

Рівень pH: Позначає водневий показник; шкала, яка використовується для позначення того, наскільки кислотним або основним (лужним) є розчин на основі води. Рівень pH до 7 вказує на те, що розчин є кислотним, а рівень pH понад 7 вказує на те, що він є основним (лужним).

Робочий насос: Насос, який використовується більшу частину часу (тобто не резервний насос).

Русло річки: Русло чи канал, через який тече вода, розміщений у нижній точці у дренажній системі.

С

Свердловина: Вузька шахта, пробурена чи просвердлена з поверхні до підземного джерела води для видобутку води.

Седиментація: Осідання часток у рідині за допомогою гравітації.

Сито: Пристрій з отворами або зроблений із перехрещених дротів, який використовується для відділення твердих часток від рідини – для поверхневих водних насосів воно використовується наприкінці водовід-

відної труби для попередження потрапляння великих матеріалів у трубу.

Сифон: Трубка, яка використовується для передачі рідини проти гравітації догори із водосховища і тоді самостійно донизу до нижчого рівня.

Солона вода: Вода із високою концентрацією розчинених твердих часток, яку зазвичай вважають непридатною для споживання людьми.

Солоність: Якість або ступінь розчиненого вмісту солей.

Солонувата вода: Вода із вищою солоністю ніж питна вода, проте нижчою за морську воду (1 000 – 10 000 мг на літр загальних розчинених твердих часток). Зазвичай є результатом потрапляння морської води в підземні води вздовж узбережжя.

Солюбілізація: Процес, за якого субстанція робиться (більш) розчинною у воді.

Спрямована догори фільтрація: Процес фільтрації, при якому вода тече знизу догори.

Стічні води: Відтік води або іншої рідини із труби чи установки з очищення води, який викидається у струмок або джерело води.

Т

Тариф на воду: Ціна, визначена для води, яка постачається користувачам комунальним підприємством (зазвичай через трубопровідну мережу).

Тест у мірній посудині: Лабораторна процедура, яка симулює процес хімічного очищення на меншій кількості води із використанням різних хімічних доз.

Тестування насосу: Польове тестування, під час якого вимірюють ефективність водоносного горизонту шляхом викачування води зі свердловини насосом, а також для демонстрування результативності свердловини, можливого виходу та розміщення насосу.

Товарний клапан: Дешевий, широкодоступний, виготовлений клапан, який використовується у насосах для викачування води та мережах водопостачання.

Товща води: Концептуальна колона, яка описує вертикальну площу води між поверхнею та дном певної водойми.

Топографія: Форма та риси поверхні землі.

Точкове джерело забруднення: Забруднення, яке походить із певного конкретного джерела забруднення, що можна точно визначити.

Турбіна: Машина для постійного виробництва енергії, в якій колесо або ротор, зазвичай із нерухомими лопатками, змушує обертатися швидкий потік води, пари, газу, повітря чи іншої рідини.

У

Ультрапрісна вода: Будь-яка вода природного походження із менше ніж 500 мг розчинених солей на літр.

Ультрафіолет (УФ): Вид електромагнітного опроміненні, що дезінфікує шляхом інактивації патогенних мікроорганізмів.

Ф

Фільтр: Пристрій, який використовується для попередження потрапляння об'єктів чи часток у систему водопостачання. Поширеними прикладами фільтрів, які використовуються у системах водопостачання, є перфоровані труби у свердловинах чи набір перемичок, які використовуються у системах забору неочищеної води (Син.: Фільтр свердловини).

Фільтр свердловини: Див. Фільтр (Син.)

Флокулянт: Очищуючі агенти, які використовуються для очищення води із метою видалення зважених твердих часток із рідини шляхом спричинення флокуляції.

Флокуляція: Фізичний процес, за якого частки збираються разом для утворення більших часток (пластівців) після введення агентів, що спричиняють формування пластівців (флокулянтів), та повільного збовтування води.

Х

Хімічне споживання кисню: Вимірювання кількості кисню, необхідного для хімічного окислення органічного матеріалу у воді сильним хімічним окисником (виражається у мг на літр). Хімічне споживання кисню є непрямим вимірюванням кількості органічного матеріалу, присутнього у воді – чим вищим є вміст органічної речовини, тим вищою є потреба в кисні.

Хімічні забрудники: Елементи або сполуки у воді, які можуть бути природного (наприклад, фтор, миш'як, нітрати, токсини, які виробляються бактеріями) або антропогенного походження (наприклад, пестициди, важкі метали).

Хлоропоглинання: Кількість хлору, що додається до води, яка повністю споживається у процесі дезінфекції води.

Ш

Шар «Schmutzdecke»: Найбільш біологічно активна частина повільного піщаного фільтра, що складається з густонаселених мікроорганізмів, які виникають із часом та відіграють ключову роль у забезпеченні дезінфікуючих властивостей фільтру.

Швидкість: Швидкість або як далеко щось подорожує із часом.

Швидкість проходження: Швидкість потоку через площу мембрани.

Шнековий насос: Див. Одногвинтовий насос (Син.)

Шокове хлорування: Процес, під час якого до води додають велику кількість хлору для належної її дезінфекції, включаючи всі тверді частки у воді, які зазвичай збільшують хлоропоглинання. Після шокового хлорування воду небезпечно пити через високий рівень хлору, і її потрібно відфільтрувати.

Посилання

Усі перелічені посилання також доступні на онлайн платформі Посібника з технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій та в бібліотеці Альянсу сталого водовідведення (SuSanA), звідки їх також можна завантажити.

Вступний розділ

- Peter, M., Marks, S., McKeown, R., Breitenmoser, L. (2021): Compendium of Drinking Water Systems and Technologies from Source to Consumer. FHNW. Muttenz. Switzerland. URL: https://www.eawag.ch/en/research/humanwelfare/drinkingwater/compendium/
- Sphere Association (2018): The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response. Sphere Association. Geneva. Switzerland. URL: https://spherestandards.org/handbook-2018
- UNHCR (2020): UNHCR WASH Indicators and Targets. UNHCR. Geneva. Switzerland. URL: https://wash.unhcr.org/unhcr-washindicators-and-targets-for-refugee-settings
- WHO (2017): Guidelines for Drinking-Water Quality. Fourth Edition Incorporating the First Addendum. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950
- UNHCR (2020): Rapid Groundwater Potential Mapping (RGWPM). WASH GIS Portal. UNHCR. URL: https://wash.unhcr.org/wash-gis-portal

Д Вбиральня з вигрібною ямою

Рекомендації для визначення попиту на воду та якість води:

- House, S., Reed, R. (1997). Emergency Water Sources: Guidelines for Selection and Treatment. 3rd Edition. Water, Engineering and Development Centre (WEDC). Loughborough University. UK. URL: https://repository.lboro.ac.uk/articles/Emergency_water_sources_Guidelines_for_selection_and_treatment_3rd_ed_/9585170

Глобальні дані про клімат, вразливості та вплив у минулому та майбутньому:

- World Bank Group (undated): Climate Change Knowledge Portal. URL: https://climateknowledgeportal.worldbank.org

Д.1 Дощові води

Загальна інформація:

- Rain Foundation (2020): Rain Foundation Homepage. Amsterdam. The Netherlands. URL: http://www.rainfoundation.org
- Dangol, B., et al. (undated): Rainwater Harvesting. Environment and Public Health Organization (ENPHO) Kathmandu. Nepal. URL: http://enpho.org/appropriate-technology/rain-water-harvesting

Різні технології збору:

- Spuhler, D. et al. (undated): Precipitation Harvesting. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (SSWM). URL: https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-sources/hardwares/precipitation-harvesting

Д.2 Річки та струмки

Детальна інформація про річкову гідрологію та вимірювання потоку:

- Lauterjung, H., Schmidt, G. (1989): Planning of Intake Structures. GTZ. Eschborn. Germany. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Lauterjung-1989-Planning.pdf

Детальний огляд потенційних хімічних та мікробіологічних загроз:

- Rickert, B., Chorus, I., Schmoll, O. (2016): Protecting Surface Water for Health: Identifying, Assessing and Managing Drinking-Water Quality Risks in Surface-Water Catchments. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/pswh/en

Короткий огляд річок як джерела води:

- Stauffer, B., Spuhler, D. (undated): Rivers. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (SSWM). URL: https://sswm.info/index.php/arctic-wash/module-4-technology/further-resources-water-sources/rivers
- WHO (1996): Surface Water Abstraction. Fact Sheet 2.7. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/emergencies/fs2_7.pdf?ua=1

Д.3 Ставки, озера та водосховища

Покращення якості води шляхом модифікації доступу та видобутку:

- Shaw, R. (Ed) (1999): Improving Pond Water. Technical brief No.47. WEDC. Loughborough University. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/orgs/well/resources/technical-briefs/47-improving-pond-water.pdf

Огляд озер:

- Stauffer, B., Spuhler, D. (undated): Lakes. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (SSWM). URL: https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-sources/hardwares/surface-water-sources/lakes

Детальний огляд потенційних хімічних та мікробіологічних загроз:

- Rickert, B., Chorus, I., Schmoll, O. (2016): Protecting Surface Water for Health: Identifying, Assessing and Managing Drinking-Water Quality Risks in Surface-Water Catchments. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/pswh/en

Проєктні міркування для водосховищ:

- Mufute, N. (2007): The Development of a Risk-of-Failure Evaluation Tool for Small Dams in Mzingwane Catchment. University of Zimbabwe. Zimbabwe. URL: http://ir.uz.ac.zw/handle/10646/1008
- Nelson, K. D. (1985): Design and Construction of Small Earth Dams. Inkata. Melbourne. Australia.
- Pickford, J. (ed) (1991): Small Earth Dams. Technical Brief 48. WEDC. Loughborough University. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/media/wwwlboroacuk/external/content/research/wedc/pdfs/technicalbriefs/48%20-%20Small%20earth%20dams.pdf

Д.4 Солонувата вода та морська вода

Загальна інформація та міркування щодо здоров'я:

- NGWA (2010): Brackish Groundwater. Information Brief. NGWA. Westerville. USA. URL: https://www.ngwa.org/docs/default-source/default-document-library/publications/information-briefs/brackish-groundwater.pdf
- Kozisek, F. (2005): Health Risks from Drinking Demineralised Water. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/nutrientschap12.pdf
- Mazille, F., Spuhler, D. (undated): Desalination. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (SSWM). URL: https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-sources/hardwares/surface-water-sources/desalination

Д.5 Підземні води

Основне посилання з детальною інформацією про підземні води, буріння свердловин та моделі криниці:

- Driscoll, F.G. (1986): Groundwater and Wells. Second Edition, Johnson Screens. St. Paul. USA

Детальні рекомендації про проєкт для оцінювання ризику забруднення підземних вод:

- Lawrence, A.R. et al. (2001): Guidelines for Assessing the Risk to Groundwater from On-Site Sanitation. British Geological Society. Keyworth. UK. URL: https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/1926

Вступ до підземних вод:

- Price, M. (1996): Introducing Groundwater. Second Edition. Chapman and Hall. London. UK

Поточні рекомендації щодо стандартів якості питної води:

- WHO (2017): Guidelines for Drinking-Water Quality. Fourth Edition Incorporating the First Addendum. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950

Практичні рекомендації для тестування роботи насосу:

- ICRC (2020): Technical Review: Practical Guideline for Test Pumping in Water Wells. ICRC. Geneva. Switzerland. URL:

https://www.icrc.org/en/publication/4033-technical-review-practical-guidelines-test-pumping-water-wells

Огляд підземних вод у контексті США:

- Alley, W. M., Reilly, T.E., Franke, O.L. (1999): Sustainability of Ground-Water Resources. U.S. Geological Survey Circular 1186. USGS, Denver. USA. URL: https://pubs.usgs.gov/circ/1999/circ1186/pdf/circ1186.pdf

Д.6 Джерельна вода

Огляд походження джерельної води та видів джерел:

- Meuli, M., Wehrle, K. (2001): Spring Catchment. Series of Manuals on Drinking Water Supply (Volume 4). SKAT. Switzerland. URL: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MEULI%20and%20WEHRLI%202001%20Spring%20Catchment.pdf
- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

Д.7 Гравітація

Пояснення систем із гравітаційним потоком та детальний розібраний приклад:

- Arnalich, S. (2009): How to Design a Gravity Flow Water System Through Worked Exercises. Arnalich Water and Habitat. URL: https://www.scribd.com/doc/35189494/How-to-design-a-Gravity-Flow-Water-System

Огляд гравітаційних систем:

- Arnalich, S. (2010): Gravity Flow Water Supply: Conception, Design and Sizing for Cooperation Projects. Arnalich Water and Habitat. URL: https://www.scribd.com/doc/46026759/Gravity-Flow-Water-Supply
- WaterAid (2013): Gravity-Fed Schemes. Technical Brief. URL: https://washmatters.wateraid.org/publications/gravity-fed-schemes-technical-brief-2013

Детальні проєктні рекомендації для гравітаційних систем:

- Jordan, T.D. (1980): A Handbook of Gravity-Flow Water Systems. IT. London. UK. URL: https://archive.org/details/fa_Handbook_of_Gravity-Flow_Water_Systems

Д.8 Системи з ручним приводом

Огляд видів насосів із ручним приводом, механізмів підняття та витрат:

- Baumann, E. (2000): Water Lifting. Series of Manuals on Drinking Water Supply, Volume 7. SKAT. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/220
- Baumann, E. (2011): Low Cost Hand Pumps. Field Note No. 2011-3. RWSN. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/307

Огляд джерел енергії для роботи насосів:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

Д.9 Вітряна енергетична система

Короткий огляд механічних насосів, які працюють на вітряній енергії, та витрат:

- Baumann, E. (2000): Water Lifting. Series of Manuals on Drinking Water Supply. Volume 7. SKAT. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/220

Проєктні міркування для використання систем на вітряній енергії:

- Bergey, M.L.S. (1998): Wind-Electric Pumping Systems for Communities. International Symposium on Safe Drinking Water in Small Systems. Washington D.C. USA. URL: http://www.bergey.com/wind-school/wind-electric-pumping-systems-for-communities

Дослідження, що демонструє ефективність використання вітру для безпосереднього живлення насосів зі змінним струмом:

- Lemmer, E.C. (2009): Wind-Electric Pump System Design. MSc thesis. Stellenbosch University. South Africa. URL: https://www.semanticscholar.org/paper/Wind-Electric-Pump-System-Design-Lemmer/6e6ec62468d698756f405b501118eace074a4616?p2df

Огляд джерел енергії для забезпечення роботи насосів:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft, Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

Огляд використання систем на вітряній енергії:

- US Department of Energy (undated): Small Wind Electric Systems. US Department of Energy. Washington D.C. USA. URL: https://www.energy.gov/energysaver/save-electricity-and-fuel/buying-and-making-electricity/small-wind-electric-systems

Д.10 Сонячна енергетична система

Набір інструментів про роботу насосів на сонячній енергії:

- Global Solar and Water Initiative (2018): The Solar Pumping Toolkit. Global WASH Cluster (GWC). Geneva. Switzerland. URL: https://washcluster.net/gwc-resources

Оцінювання системи водопостачання на сонячній енергії, проведене у чотирьох країнах: Нігерії, Мавританії, Уганді та М'янмі:

- Bamford, E., Zadi, D. (2016): Scaling Up Solar Powered Water Supply Systems: A Review of Experiences. UNICEF. New York. USA. URL: https://www.unicef.org/wash/files/UNICEF_Solar_Powered_Water_System_Assessment.pdf

Пояснення основ роботи насосів на сонячній енергії:

- World Bank (2018): Solar Pumping: The Basics. World Bank. Washington D.C. USA. URL: https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/880931517231654485/solar-pumping-the-basics

Основні відомості про роботу насосів на сонячній енергії:

- World Bank (2016): Solar Water Pumping Knowledge Base. World Bank. Washington D.C. USA. URL: https://www.worldbank.org/en/data/interactive/2016/12/08/solar-water-pumping-knowledge-base

Дослідження з оцінювання можливостей для використання відновлюваної енергії для викачування води насосами:

- Shehadeh, N.H. (2015): Solar Powered Pumping in Lebanon. A Comprehensive Guide on Solar Water Pumping Solutions. UNDP/SDC. URL: https://www.lb.undp.org/content/lebanon/en/home/library/environment_energy/solar-powered-pumping-in-lebanon.html

Серія вебінарів: Стала енергетика в гуманітарному контексті:

- GIZ, FAO (2018): Toolbox on Solar Powered Irrigation Systems. URL: https://energypedia.info/wiki/Toolbox_on_SPIS

Д.11 Енергетична система на основі електропостачання

Короткий огляд електричних насосних систем та витрат:

- Baumann, E. (2000): Water Lifting. Series of Manuals on Drinking Water Supply. Volume 7. SKAT. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/220

Рекомендації щодо електричної установки для неспеціалістів:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London. UK

Д.12 Енергетична система на основі дизелю та бензину

Короткий огляд насосних систем із дизельними двигунами та витрат:

- Baumann, E. (2000): Water Lifting. Series of Manuals on Drinking Water Supply. Volume 7. SKAT. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/220

Рекомендації щодо механічної установки для неспеціалістів та встановлення насосів із двигунами:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London. UK

3.1 Збір дощових вод: збір на підвищеній поверхні

Короткий огляд насосних систем із дизельними двигунами та витрат:

- Rain Foundation (2020): Rain Foundation Homepage. Amsterdam. The Netherlands. URL: http://www.rainfoundation.org
- Persyn, R.A., Porter, D., Silvy, V. (2010): Rainwater Harvesting. Texas A&M AgriLife. USA. URL: https://rainwaterharvesting.tamu.edu/rainwater-basics
- UNEP / SEI (2009): Rainwater harvesting. A Lifeline for Human Well-Being. UNEP & SEI. Nairobi. Kenya. URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7762/Rainwater%20Harvesting%20_%20a%20Lifeline%20for%20Human%20well-being-2009848.pdf?sequence=3&amp%3Bis
- RAIN (2008): Rainwater Quality Guidelines. Rainwater Harvesting Implementation Network. Amsterdam. The Netherlands. URL: https://www.samsamwater.com/library/RAIN_Rainwater_Quality_Policy_and_Guidelines_2008_v1.pdf

- **Збір дощових вод у міських районах:**
- Gur, E., Spuhler, D. (undated): Rainwater Harvesting (Rural). Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (SSWM). URL: https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-sources/hardwares/precipitation-harvesting/rainwater-harvesting-(rural)

Рекомендації щодо збору дощових вод та модернізації ставків:

- Gur, E.; Spuhler, D. (undated): Rainwater Harvesting (Urban). Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (SSWM). Available at: https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-sources/hardwares/precipitation-harvesting/rainwater-harvesting-(urban)

Пакет ВООЗ щодо проведення санітарної перевірки, 2020 рік:

- Bauer, R., Myint, S. (2009): Dry Season Water Strategies in Myanmar after Cyclone Nargis. 34th WEDC Conference Addis Ababa. Ethiopia. URL: https://wedc-knowledge.lboro.ac.uk/resources/conference/34/Bauer_R_-_337.pdf

Пакет ВООЗ щодо проведення санітарної перевірки, 2020 рік:

- WHO (2020): Sanitary Inspection Package (Drinking Water): Rainwater Collection and Storage. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/safety-planning/rainwater-collection-and-storage/en

3.2 Збір дощових вод: збір на поверхні

Витрати, експлуатація та обслуговування поверхневих систем збору дощових вод:

- Brikké, F., Bredero, M. (2003): Linking Technology Choice with O&M in the Context of Community Water Supply and Sanitation. WHO, IRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/om/wsh9241562153.pdf

Огляд літератури про поверхневі системи збору води та системи зберігання:

- Fewster, E. (2010): Desk Study. Resilient WASH Systems in Drought Prone Areas. CARE Nederland, Netherlands Red Cross. The Hague. The Netherlands. URL: https://www.preventionweb.net/files/47729_resilientwashindroughtproneareas.pdf

3.3 Збір річкових та озерних вод

Проєктна інформація про різні види дамб, які підходять для структур збору води:

- Jordan, T.D. (1980): A Handbook of Gravity-flow Water Systems. IT. London. UK.

Детальна проєктна інформація про системи збору та заплави:

- FAO (undated): 7. Main Water Intake Structures. FAO. Rome. Italy. URL: http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708e/x6708e07.htm
- Lauterjung, H., Schmidt, G. (1989): Planning of Intake Structures. GTZ. Eschborn. Germany. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Lauterjung-1989-Planning.pdf
- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

Короткий огляд систем збору річкової води та проєкт зануреної заплави:

- Smout, I., Shaw, R. (1991): Intakes from Rivers. The Worth of Water: Technical Briefs on Health, Water, Sanitation. IT. London. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/media/wwwlboroacuk/external/content/research/wedc/pdfs/technicalbriefs/22.%20Intakes%20from-rivers.pdf

Інформація про витрати, експлуатацію та обслуговування:

- Brikké, F., Bredero, M. (2003): Linking Technology Choice with O & M in the Context of Community Water Supply and Sanitation. WHO, IRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/om/wsh9241562153.pdf

3.4 Збір джерельної води

Короткий огляд джерельної коробчастої конструкції:

- Hart, W. (2003): Protective Structures For Springs Spring Box Design, Construction and Maintenance. Michigan Technological University. USA. URL: https://inspectapedia.com/water/Spring-Box-Design_HartW.pdf

Комплексні проєктні рекомендації для захисту гравітаційних та артезіанських джерел:

- Meuli, M., Wehrle, K. (2001): Spring Catchment. Series of Manuals on Drinking Water Supply (Volume 4). SKAT. Switzerland. URL: http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MEULI%20and%20WEHRLI%202001%20Spring%20Catchment.pdf

Подробиці щодо спорудження захищених джерел без використання ресорної коробки:

- Skinner, B., Shaw, R. (1999): Protecting Springs. An Alternative to Spring Boxes. In: Shaw, R. (Ed) Running Water: More Technical Briefs on Health, Water and Sanitation. IT. London. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/orgs/well/resources/technical-briefs/34-protecting-springs.pdf

Короткий огляд захисту гравітаційних та артезіанських джерел:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

3.5 Дамба для підземних вод

Ключове посилання щодо дамб для підземних вод:

- Nilsson, Å. (1988): Groundwater Dams for Small-scale Water Supply. IT Publications. London. UK.

Практичний досвід спорудження підземних та піщаних дамб:

- Nissen-Petersen, E. (2000): Water from Sand Rivers. Onsite Survey, Design, Construction and Maintenance of Seven Types of Water Structures in Riverbeds. RELMA/SIDA. Nairobi. Kenya. URL: http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B16761.pdf
- RAIN (2008): A Practical Guide to Sand Dam Implementation: Water Supply Through Local Structures as Adaptation to Climate Change. Rain Foundation. Amsterdam. The Netherlands. URL: http://www.rainfoundation.org/wp-content/uploads/2017/10/a-practical-guide-to-sand-dam-implementation.pdf
- VSF (2006): Sub-Surface Dams. A Manual on Sub-Surface Dams Construction based on Experience of Vétérinaires Sans Frontières in Turkana District (Kenya). VSF-Belgium, Brussels, Belgium. URL: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/VSF%202006%20SubSurface%20Dams%20a%20simple%20safe%20and%20affordable%20Technology%20for%20Pastoralists%20Manual.pdf

→ Maddrell, S. (2018) Sand Dams. A Practical and Technical Manual. Excellent Development. London. UK. URL: https://www.researchgate.net/publication/325757526_Sand_Dams_A_Practical_Technical_Manual

3.6 Фільтрація на березі річки

Огляд технічної літератури про всі поверхневі системи збору та системи зберігання (у тому числі фільтраційні галереї та кероване поповнення запасів вод у водоносному горизонті):

→ Fewster, E. (2010): Desk Study. Resilient WASH Systems in Drought Prone Areas. CARE Nederland, Netherlands Red Cross. The Hague. The Netherlands. URL: https://www.preventionweb.net/files/47729_resilientwashindroughtproneareas.pdf

Інформація про покращення якості води завдяки фільтрації на березі річки:

→ Gutiérrez J.P., van Halem, D., Rietveld, L. (2017): Riverbank Filtration for the Treatment of Highly Turbid Colombian Rivers. In: Drinking Water Engineering and Science 10. URL: https://dwes.copernicus.org/articles/10/13/2017/dwes-10-13-2017.pdf

Огляд різних видів природних та штучних способів фільтрації на березі річки:

→ Oxfam (2000): Instruction Manual for Hand Dug Well Equipment. Covering Well Auger Survey, Well Digging, Dewatering and Desludging Kits. Oxfam. Oxford. UK. URL: https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/Oxfam_WellEquipment.pdf
→ Shaw, R. (Ed) (1999): Improving Pond Water. Technical brief No.47. In: Running Water: More Technical Briefs on Health, Water and Sanitation. IT. London. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/media/wwwlboroacuk/external/content/research/wedc/pdfs/technicalbriefs/47%20-%20Improving%20pond%20water.pdf

Огляд фільтраційних галерей:

→ Smout, I., Shaw, R. (1991): Intakes from Rivers. The Worth of Water: Technical Briefs on Health, Water, Sanitation. IT. London. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/media/wwwlboroacuk/external/content/research/wedc/pdfs/technicalbriefs/22%20Intakes%20from-rivers.pdf

3.7 Захищена глибока криниця

Ключове джерело про метод спорудження in-situ та телескопічний метод:

→ Collins, S. (2000): Hand-Dug Shallow Wells. Vol. 5 of the Series of Manuals on Drinking Water Supply. SKAT/SDC. Switzerland. URL: http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/COLLINS%202000%20Hand%20Dug%20Shallow%20Wells.pdf
→ WHO (2020) Sanitary Inspection Package (Drinking-Water): Dug Well with a Hand-pump. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/safety-planning/dug-well-with-a-hand-pump/en/

Процедури дезінфекції виритих вручну криниць в умовах надзвичайної ситуації:

→ Godfrey, S., Reed, B. (2013): Cleaning Hand-Dug Wells: Technical Notes on Drinking-Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies. WHO/WEDC. Loughborough University. UK. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/emergencies/WHO_TN_01_Cleaning_and_disinfecting_wells.pdf?ua=1

Міркування щодо здоров'я та безпеки:

→ Oxfam (2000): Instruction Manual for Hand Dug Well Equipment. Covering Well Auger Survey, Well Digging, Dewatering and Desludging Kits. Oxfam. Oxford. UK. URL: https://www.humanitarianlibrary.org/sites/default/files/2014/02/Oxfam_WellEquipment.pdf

Ключове джерело про метод спорудження in-situ та телескопічний метод:

→ Watt, S.B.; Wood, W.E. (1979): Hand Dug Wells and their Construction. IT. London, UK.

3.8 Захищена свердловина

Короткий огляд процедур буріння та завдання із супервізії:

→ Adekile, D. (2012): Supervising Water Well Drilling. A Guide for Supervisors. Field Note No 2012-2. RWSN, St. Gallen, Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/392

Детальний практичний посібник із рекомендаціями стосовно буріння свердловини, проєкту свердловини та тестування насосів:

→ Ball, P. (2001): Drilled Wells. Vol.6 of the Series of Manuals on Drinking Water Supply. SKAT/SDC, Switzerland. URL: http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BALL%202001%20Drilled%20Wells.pdf
→ ICRC (2010) Technical Review: Borehole Drilling and Rehabilitation under Field Conditions. ICRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.icrc.org/en/publication/0998-technical-review-borehole-drilling-and-rehabilitation-under-field-conditions
→ ICRC (2010) Technical Review: Practical Guidelines for Test Pumping in Water Wells. ICRC, Geneva. Switzerland. URL: https://www.icrc.org/en/publication/4033-technical-review-practical-guidelines-test-pumping-water-wells

Ключове детальне джерело про буріння та проєкт свердловин:

→ Driscoll, F.G. (1986): Groundwater and Wells. Second Edition. Johnson Screens. St. Paul. USA.

3.9 Забір морських вод

Короткий огляд систем забору морської води:

→ Pankratz, T. (undated): An Overview of Seawater Intake Facilities for Seawater Desalination. URL: http://texaswater.tamu.edu/readings/desal/seawaterdesal.pdf

Комплексний огляд варіантів спорудження систем забору морської води:

→ Water Research Foundation (2011): Assessing Seawater Intake Systems for Desalination Plants. Denver. USA. URL: https://www.waterrf.org/research/projects/assessing-seawater-intake-systems-desalination-plants

Детальна інформація про методи проєктування для зменшення зіткнення з та захоплення морських організмів:

→ Water Reuse Association (2011): Desalination Plant Intakes: Impingement and Entrainment Impacts and Solutions. Alexandria. USA. URL: https://watereuse.org/wp-content/uploads/2015/10/IE_White_Paper.pdf

B.1 Гідравлічний плунжерний (імпульсний) насос

Загальна технічна інформація

→ Fraenkel, P.L. (1986): Water Lifting Devices. FAO irrigation and drainage paper 43. FAO. Rome, Italy. URL: http://www.fao.org/3/ah810e/ah810e00.htm
→ Allspeeds Ltd. (undated): Blake Hydram. Water Powered Pumps. Hydram Information Booklet. Allspeeds Ltd. Accrington. UK. URL: http://www.allspeeds.co.uk/wp-content/files_mf/hydrambooklet59.pdf
→ Jeffery, T., Thomas, T.H., Smith, A.V., Glover, P.B., Fountain, P.D. (1992): Hydraulic Ram Pumps. A Guide to Ram Pumps Water Supply Systems. Practical Action Publishing. UK
→ Watt, S.B. (1975): A Manual on the Hydraulic Ram for Pumping Water. Practical Action Publishing. UK
→ Hofkes, E.H., Visscher, J.T. (1986): Renewable Energy Sources for Rural Water Supply. IRC. The Hague. The Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/232.0-86RE-4903.pdf
→ Clemson University (undated): Home Made Hydraulic Ram Pumps. Clemson University. USA. URL: http://www.clemson.edu/irrig/Equip/ram.htm

B.2 Поршнево-плунжерний всмоктувально-піднімний насос

Загальний огляд видів насосів із ручним приводом, включаючи витрати та швидкість потоку води:

→ Baumann, E. (2011): Low Cost Hand Pumps. Field Note No. 2011-3. RWSN. St. Gallen.

Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/307

Загальний огляд педальних і гребних насосів:

- Shaw, R. (Ed) (1999): 35. Low-Lift Irrigation Pumps. In: Running Water. More Technical Briefs on Health, Water and Sanitation. IT. London. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/media/wwwlboroacuk/external/content/research/wedc/pdfs/technicalbriefs/35%20-%20Low-lift%20irrigation%20pumps.pdf

Загальний огляд видів насосів:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

B.3 Насос прямої дії

Загальний огляд видів насосів із ручним приводом, включаючи витрати та швидкість потоку води:

- Baumann, E. (2011): Low Cost Hand Pumps. Field Note No. 2011-3. RWSN. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/307

Оцінювання продуктивності насосу Canzee:

- Erpf, K., Gomme, J. (2005): Mission Report on the Evaluation of Rapid Well Jetting and the Canzee Handpump Programme of MEDAIR in the Regions of Maroantsetra and Manantenina. RWSN. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/fr/ressources/details/173

Інформація про насоси Tara:

- Kjellerup, B., Journey, W.K., Minnatullah, K.M. (1989): The Tara Handpump: The Birth of a Star. UNDP/World Bank Discussion Paper Series. The World Bank. Washington D.C. USA. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/437
- Shaw, R. (Ed) (1999): 41. VLOM pumps. In: Running Water: More Technical Briefs on Health, Water and Sanitation. Intermediate Technology. London. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/media/wwwlboroacuk/external/content/research/wedc/pdfs/technicalbriefs/41%20-%20VLOM%20pumps.pdf

B.4 Поршневий насос для глибокої свердловини (глибококолодязний)

Огляд насосу Afridev:

- Erpf, K. (2007): Installation and Maintenance Manual for the Afridev Handpump. Revision 2. RWSN. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/_ressources/documents/default/286.pdf

Аналіз експлуатації та обслуговування насосу Blue Pump порівняно з насосами India Mark, Afridev та Duba Tropic:

- Foster, T., McSorley, B. (2016): An Evaluation of the BluePump in Kenya and The Gambia. University of Technology. Sydney & Oxfam, UK. URL: https://www.uts.edu.au/sites/default/files/BluePump_Evaluation_Report_2016.pdf

Огляд насосів для глибокої свердловини та видів із циліндрами:

- Shaw, R. (Ed.) (1999): VLOM pumps. In: Running Water. More Technical Briefs on Health, Water, Sanitation. IT. London. UK. URL: https://www.lboro.ac.uk/media/wwwlboroacuk/external/content/research/wedc/pdfs/technicalbriefs/41%20-%20VLOM%20pumps.pdf

Огляд насосу India Mark 2:

- SKAT/RWSN (2008): Installation & Maintenance Manual for the India Mark II Handpump. SKAT/RWSN. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/_ressources/documents/default/1-328-34-1384355371.pdf

B.5 Шнековий насос для глибокої свердловини Pump

Короткий огляд шнекових насосів:

- Baumann, E. (2000): Water Lifting. Series of Manuals on Drinking Water Supply. Volume 7. SKAT. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/220

Огляд поршневих насосів, у тому числі шнекових, з описом процедури встановлення:

- Davis, J.; Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London. UK.

Огляд шнекових насосів та механізмів приводу:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

B.6 Мембранний насос

Огляд різних насосів та пристроїв для підняття води (у тому числі мембранні насоси):

- Fraenkel, P.L. (1986): Water Lifting Devices. FAO irrigation and drainage paper 43. FAO. Rome, Italy. URL: http://www.fao.org/3/ah810e/ah810e00.htm

Інформація про мембранні насоси з повітряним приводом:

- Aro (undated): Air Operated Double Diaphragm Pumps. Aro. Ohio, USA. URL: https://www.arozone.com/en/products/diaphragm-pumps.html

Інформація про гідронасос Vergnet Hydro:

- E4C (undated): Vergnet Hydro Pump. Engineering for Change. New York, USA. URL: www.engineeringforchange.org/solutions/product/vergnet-hydro-60-2000-pump

B.7 Канатний насос

Огляд видів насосів з ручним приводом, включаючи витрати та швидкість потоку:

- Baumann, E. (2011): Low Cost Hand Pumps. Field Note No. 2011-3. RWSN. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/307

Огляд досвіду використання канатного насосу в Латинській Америці разом із витратами:

- Brand, A.P. (2004): Meeting Demand for Access to Safe Drinking Water. Low-Cost Pump Alternatives for Rural Communities in Honduras. WSP. Lima. Peru. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/289

Інформація про процеси виробництва та встановлення:

- Van der Wal, A., Nederstigt, J. (2011): Rope Pump. Low-Cost Pump Series. Third Edition. Practica Foundation. Delft. The Netherlands. URL: https://practica.org/wp-content/uploads/2014/08/ropepump-manual-EN-full.pdf

Огляд канатних насосів у різних контекстах, включаючи експлуатаційні витрати:

- WSP (2001): Developing Private Sector Supply Chains to Deliver Rural Water Technology. The Rope Pump: Private Sector Technology Transfer from Nicaragua to Ghana. World Bank. Washington D.C. USA. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/WSP-2001-Ropepump.pdf

B.8 Динамічний лопатевий радіальний проточний насос

Огляд швидкісних насосів, характеристики «розхід – напір» та проєкту насосу, а також рекомендації з виявлення та усунення проблем:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London, UK

Опис продуктивності насосів, характеристики «розхід – напір» і характеристики «тиск – напір»:

- Pedraza, A., Rosas, R. (2011): Evaluation of Water Pumping Systems. Energy Efficiency Assessment Manual, First Edition. Inter-American Development Bank. Washington D.C. USA. URL: https://publications.iadb.org/en/evaluation-water-pumping-systems-energy-efficiency-assessment-manual

Короткий огляд радіальних проточних насосів:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands.

URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

B.9 Динамічний осьовий насос

Детальна інформація про стандарти для насосів із розбивкою за технологіями:

- Hydraulic Institute (undated): Standards and Guidelines for Pumps and Pump Stations. Hydraulic Institute. URL: http://pumps.org/Standards_and_Guidebooks.asp

Відцентрові та осьові насоси; теорія, дизайн та застосування відцентрових і осьових насосів:

- Stepanoff, R. J. (1967): Centrifugal and Axial Flow Pumps. Wiley. New York. USA

B.10 Насосна станція

Огляд стандартів для насосів та насосних станцій:

- Hydraulic Institute (undated): Standards and Guidelines for Pumps and Pump Stations. Hydraulic Institute. URL: http://pumps.org/Standards_and_Guidebooks.asp

Інформація про стандартні пакети для різних застосувань насосів:

- Oxfam (undated): Oxfam Supply Centre Equipment Catalogue. Oxfam. Oxford. UK. URL: https://supplycentre.oxfam.org.uk

O.1 Чорнова фільтрація

Короткий огляд чорнових фільтрів в умовах надзвичайної ситуації:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London, UK

Огляд літератури про чорнову фільтрацію:

- Nkwonta, O., Ochieng, G. (2009): Roughing Filter for Water Pre-Treatment Technology in Developing Countries. International Journal of Physical Sciences Vol. 4 (9). URL: https://www.researchgate.net/publication/237827490_Roughing_filter_for_water_pre-treatment_technology_in_developing_countries_A_review

Інформація про поєднання чорнових фільтрів і повільних піщаних фільтрів:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

Детальні рекомендації щодо проєктування чорнової фільтрації:

- Wegelin, M. (1996): Surface Water Treatment by Roughing Filters: A Design, Construction and Operation Manual. SKAT. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Wegelin-1996-Surface.pdf

Проєкт фільтру для надзвичайних ситуацій із використанням полістиролових шайб замість гравію як фільтраційного матеріалу:

- Kapranis Y. (1999): Design of an Emergency Portable Roughing Filter using Polystyrene Beads as Media. WEDC. Loughborough. UK. URL: https://repository.lboro.ac.uk/articles/Design_of_an_emergency_portable_roughing_filter_using_polystyrene_beads_as_media/9457811

O.2 Швидка фільтрація

Короткий огляд швидких піщаних фільтрів в умовах надзвичайної ситуації:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London. UK

Детальна проєктна інформація для швидких піщаних фільтрів, включаючи практичні випадки:

- Schulz, C.R., Okun, D.A. (1984): Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries. IT. London, UK

Детальний огляд проєкту швидкого піщаного фільтру:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

Загальна інформація про швидкі піщані фільтри:

- Wegelin, M. (1996): Surface Water Treatment by Roughing Filters: A design, Construction and Operation Manual. SKAT. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Wegelin-1996-Surface.pdf

O.3 Мікрофільтрація

Огляд мембранної фільтрації:

- Allgeier, S. (2005): Membrane Filtration Guidance Manual. USEPA Office of Water. Cincinnati. USA. URL: https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/901V0500.PDF?Dockey=901V0500.PDF

Практичний посібник:

- AWWA (2016): Manual of Practice M53. Microfiltration and Ultrafiltration Membranes for Drinking Water. Second Edition. AWWA. URL: https://www.awwa.org/Store/Product-Details/productId/37526929
- AMTA (undated): AMTA homepage. American Membrane Technology Association (AMTA). USA. URL: https://www.amtaorg.com

Загальна інформація про технологію мікрофільтрації/ультрафільтрації:

- Ahmed I., Balkhair K.S., Albeiruttye M. H., Shaiban, A. (2017): Importance and Significance of UF/MF Membrane Systems in Desalination Water Treatment. URL: https://www.intechopen.com/books/desalination/importance-and-significance-of-uf-mf-membrane-systems-in-desalination-water-treatment

O.4 Коагуляція і седиментація

Огляд коагуляції та седиментації в умовах надзвичайної ситуації, включаючи методи дозування:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London, UK

Детальна проєктна інформація про дозування коагулянту, флокуляцію та басейни для седиментації разом із витратами:

- Schulz, C.R., Okun, D.A. (1984): Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries. IT. London, UK

Детальний огляд дозування коагулянту, флокуляції та басейнів для седиментації:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

Посібник про очищення води із протоколами для проведення тестів у мірній посудині у додатку:

- Bourke, N., Carty, G., O'Leary, G., Crowe, M., Page, D. (2002): Water Treatment Manuals Coagulation, Flocculation & Clarification. Environmental Protection Agency, Ireland. URL: https://www.epa.ie/pubs/advice/drinkingwater/EPA_water_treatment_mgt_coag_flocc_clar2.pdf

O.5 Коагуляція і швидка фільтрація

Короткий огляд швидких піщаних фільтрів, коагуляції та седиментації в умовах надзвичайної ситуації

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London, UK

Детальна проєктна інформація про дозування коагулянту, флокуляцію, басейни для седиментації та швидкі піщані фільтри, включаючи практичні випадки та витрати:

- Schulz, C.R., Okun, D.A. (1984): Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries. IT. London, UK

Детальний огляд про дозування коагулянту, флокуляцію, басейни седиментації та швидкі піщані фільтри:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

Огляд різних наборів для коагуляції для надзвичайних ситуацій різних масштабів:

- Dorea, C. (2009): Coagulant-based emergency water treatment Desalination. Volume 248. Issues 1–3, 15. Elsevier. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916409005700?via%3Dihub

0.6 Хлорування

Вплив температури та санітарних умов на залишковий хлор

- Ali, S.I., Ali, S.S., Fesselet, J.F. (2016): Evidence-Based FRC Targets. MSF OCA. Amsterdam. The Netherlands. URL: https://fieldresearch.msf.org/handle/10144/618835

Вплив рівня pH на ефективність хлору:

- Luff, R. (2001): Oxfam Guidelines for Water Treatment in Emergencies. Oxfam. UK. URL: https://oxfamilibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/126732/water-treatment-guidelines-emergencies-250406-en.pdf;jsessionid=E4E9D80705B2101D8A53409FC973F592?sequence=1

Огляд хлорних продуктів, процедури проведення тесту в мірній посудині та моніторингу:

- Noortgate, J., Maes, P. (Eds.) (2010): Public Health Engineering in Precarious Situations. Médecins Sans Frontières. Paris. France. URL: http://refbooks.msf.org/msf_docs/en/public_health/public_health_en.pdf

Огляд вимірювання та моніторингу хлору:

- Reed, B. (2013): Measuring Chlorine Levels in Water Supplies. Technical Notes on Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/tn11_chlorine_levels_en.pdf

Коли здійснювати моніторинг хлору:

- WHO (1996): Chlorine Monitoring at Point Sources and in Piped Distribution Systems. WHO Fact Sheets on Environmental Sanitation. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/fs2_30.pdf?ua=1

0.7 Електрохлорування

Постійні системи електрохлорування:

- Casson, L., Bess, J. (2006): On-Site Sodium Hypochlorite Generation. Proceedings of the Water Environment Federation. URL: https://www.researchgate.net/publication/233710211_On-Site_Sodium_Hypochlorite_Generation

Посібник для конкретної постійної системи з описом принципу експлуатації і багатьох питань щодо експлуатації та обслуговування, типових також для інших систем:

- Boges & Mahoney Inc. (undated): B1-150 OSEC® System. Manual. Wallace and Tiernan. Concord. USA. URL: http://www.borgesmahoney.com/Manuals/OSEC%20B1-150%2085.010AA%20UA%20OSEC.pdf

0.8 Ультрафіолетове (УФ) опромінення

Технічний посібник про УФ дезінфекцію:

- Schmelling, D. et al. (2006): Ultraviolet Disinfection Guidance Manual. USEPA Office of Water. Cincinnati. USA. URL: https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/600006T3.PDF?Dockey=600006T3.PDF

Огляд видів УФ системи невеликого масштабу:

- Burch, J., Thomas, K.E. (1998): An Overview of Water Disinfection in Developing Countries and the Potential for Solar Thermal Water Pasteurization. NREL. Golden. USA. URL: http://www.nrel.gov/docs/legosti/fy98/23110.pdf
- Gadgil et al. (1997): Field-Testing UV Disinfection of Drinking Water. 23rd WEDC Conference. Water and Sanitation for all. WEDC. Durban. South Africa. URL: https://wedc-knowledge.lboro.ac.uk/resources/conference/23/Gadgil.pdf

0.9 Повільна піщана фільтрація

Короткий огляд повільних піщаних фільтрів в умовах надзвичайної ситуації:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London, UK

Детальна інформація про всі аспекти повільної піщаної фільтрації:

- Huisman, L, Wood, W.E. (1974): Slow Sand Filtration. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/ssf9241540370.pdf
- Schulz, C.R., Okun, D.A. (1984): Surface Water Treatment for Communities in Developing Countries. IT. London. UK

Інформація про поєднання чорнових фільтрів і повільних піщаних фільтрів:

- Smet, J., van Wijk, C. (Eds.) (2002): Small Community Water Supplies. Technology, People and Partnership. IRC Technical Papers Series 40. IRC. Delft. Netherlands. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Smet-2002-Small_TP40.pdf

0.10 Ультрафільтрація

Огляд мембранної фільтрації:

- Allgeier, S. (2005): Membrane Filtration Guidance Manual. USEPA Office of Water. Cincinnati. USA. URL: https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/901V0500.PDF?Dockey=901V0500.PDF

Практичний посібник:

- AWWA (2016): Manual of Practice M53. Microfiltration and Ultrafiltration Membranes for Drinking Water. Second Edition. AWWA. URL: https://www.awwa.org/Store/Product-Details/productId/37526929
- AMTA (undated): AMTA homepage. American Membrane Technology Association (AMTA). USA. URL: https://www.amtaorg.com

Загальна інформація про технологію мікрофільтрації/ультрафільтрації:

- Ahmed I., Balkhair K.S., Albeiruttye M. H., Shaiban, A. (2017): Importance and Significance of UF/MF Membrane Systems in Desalination Water Treatment. URL: https://www.intechopen.com/books/desalination/importance-and-significance-of-uf-mf-membrane-systems-in-desalination-water-treatment

0.11 Технології видалення фтору

Комплексний посібник про фтор та його видалення:

- Eawag (2015): Geogenic Contamination Handbook. Addressing Arsenic and Fluoride in Drinking Water. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Forschung/Menschen/Trinkwasser/Wrq/Handbook/geogenic-contamination-handbook.pdf
- Fawell, J. et al. (2006): Fluoride in Drinking Water. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water_full.pdf

Порівняння технік видалення фтору:

- Feenstra, L., Vasak, L., Griffioen, J. (2007): Fluoride in Groundwater. Overview and Evaluation of Removal Methods. International Groundwater Resources Assessment Centre. Utrecht. The Netherlands. URL: https://www.un-igrac.org/resource/fluoride-groundwater-overview-and-evaluation-removal-methods

Інтерактивна мапа фтору:

- Eawag (undated): Groundwater Assessment Platform. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: https://www.gapmaps.org/Home/Public

0.12 Технології видалення миш'яку

Комплексний посібник про миш'як та його видалення:

- WHO (2011): Arsenic in Drinking Water. Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://

www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/arsenic.pdf

- Eawag (2015): Geogenic Contamination Handbook. Addressing Arsenic and Fluoride in Drinking Water. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Forschung/Menschen/Trinkwasser/Wrq/Handbook/geogenic-contamination-handbook.pdf

Порівняння технік видалення миш'яку:

- Feenstra, L., Vasak, L., Griffioen, J. (2007): Fluoride in Groundwater. Overview and Evaluation of Removal Methods. International Groundwater Resources Assessment Centre. Utrecht. The Netherlands. URL: https://www.un-igrac.org/resource/fluoride-groundwater-overview-and-evaluation-removal-methods

Інтерактивна мапа миш'яку:

- Eawag (undated): Groundwater Assessment Platform. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: https://www.gapmaps.org/Home/Public

Огляд варіантів очищення води в побутових умовах, включаючи витрати на комерційне очищення:

- Mudgal, A. K. (2002): Draft Review of the Household Arsenic Removal Technology Options. RWSN. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/298

O.13 Гранульоване активоване вугілля

Біологічні процеси у фільтрах з гранульованим активованим вугіллям:

- Velten, S. (2008): Adsorption Capacity and Biological Activity of Biological Activated Carbon Filters in Drinking Water Treatment. ETH Zürich. Switzerland. URL: https://doi.org/10.3929/ethz-a-005820821

Практичний посібник для експлуатації та обслуговування фільтраційних систем із гранульованим активованим вугіллям:

- Siemens (2011): Operation and Maintenance Manual for GAC Adsorption System. Siemens Industry Inc. USA. URL: https://legacy.azdeq.gov/environ/waste/sps/download/Appendix_A_RID_Well_Site%2095.pdf

Експлуатація гранульованого активованого вугілля:

- Vahala, R. (2002): Two Step Granular Activated Carbon Filtration in Drinking Water Treatment. Helsinki University of Technology. Finland. URL: http://www.elaguapotable.com/Filtraci%C3%B3n%20por%20GAC%20en%20dos%20etapas%20%20.pdf

O.14 Озонування

Загальна інформація про озонування:

- Edtzwald, J. K. (Ed.) (2011): Water Quality and Treatment: A Handbook on Drinking Water, Sixth Edition. American Water Works Association. USA
- Oram, B. (undated): Ozonation in Water Treatment. Water Research Center. URL: https://www.water-research.net/index.php/ozonation
- LeChevallier, M.W., Au, K. (Eds.) (2004): Inactivation (Disinfection) Processes. In: WHO: Water Treatment and Pathogen Control: Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water. IWA Publishing. London. UK. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/en/watreatpath3.pdf
- Mazille, F., Spuhler, D. (undated): Factsheet Ozonation. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (SSWM). URL: https://sswm.info/sswm-university-course/module-6-disaster-situations-planning-and-preparedness/further-resources-0/ozonation

Основи озонування та інші високотехнологічні процеси окислення:

- Stefan, M. (2018): Advanced Oxidation Processes for Water Treatment. Fundamentals and Applications. IWA Publishing

Огляд процесів дезінфекції води:

- LeChevallier, M.W., Au, K. (Eds.) (2004): Inactivation (Disinfection) Processes. In: WHO: Water Treatment and Pathogen Control: Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water. IWA Publishing. London. UK. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/en/watreatpath3.pdf

O.15 Нанофільтрація / зворотний осмос

Практичний посібник для експлуатації систем зворотного осмосу та нанофільтрації:

- American Water Works Association (2007): Reverse Osmosis and Nanofiltration. AWWA Manual M46. USA. URL: https://www.awwa.org/portals/0/files/publications/documents/m46lookinside.pdf

Огляд технологій мембранного опріснення:

- AMTA (undated): Water Desalination Processes. American Membrane Technology Association (AMTA). USA. URL: https://www.amtaorg.com/Water_Desalination_Processes.html

Огляд мембран для зворотного осмосу та нанофільтрації:

- Yang Z., et al (2019): A Review on Reverse Osmosis and Nanofiltration Membranes for Water Purification Polymers 11(8). ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/334756274_A_Review_on_Reverse_Osmosis_and_Nanofiltration_Membranes_for_Water_Purification

T.1 Побутова ємність для води

Огляд видів побутових контейнерів, які підходять для транспортування та зберігання води:

- Sobsey, M.D. (2002): Managing Water in the Home: Accelerated Health Gains from Improved Water Supply. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/WSH02.07.pdf

Огляд побутових контейнерів для транспортування і зберігання води, включаючи контейнери для чищення в умовах надзвичайної ситуації:

- Staveley, L. (2007): Household Water Treatment and Storage. Oxfam. Oxford. UK. URL: https://policy-practice.oxfam.org.uk/publications/household-water-treatment-and-storage-126715

T.2 Возик продавця води

Загальна інформація про продавців води:

- Kjellen, M, McGranahan, G. (2006): Informal Water Vendors and The Urban Poor. International Institute for Environment and Development. London. UK. URL: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/KJELLEN%20&%20MCGRANAHAN%202006%20Informal%20Water%20Vendors%20and%20the%20Urban%20Poor.pdf
- World Bank (2017): Informal Water Markets in an Urbanising World. World Bank. Washington D.C. USA. URL: http://documents.worldbank.org/curated/en/358461549427540914/Informal-Water-Markets-in-an-Urbanising-World-Some-Unanswered-Questions.pdf

T.3 Водовози

Огляд організації перевезення води водовозами в умовах надзвичайної ситуації, а також як оцінювати дороги і мости:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London, UK

Загальний огляд процедур дезінфекції резервуару:

- Godfrey, S., Reed, B. (2013): Cleaning and Disinfecting Water Storage Tanks and Tankers. Technical Notes on Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies. WEDC. Loughborough. UK. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/emergencies/WHO_TN_03_Cleaning_and_disinfecting_water_storage_tanks_and_tankers.pdf?ua=1

Комплексний огляд формальних і неформальних кіосків по продажу води в африканських містах, включаючи ті, які залежать від водовозів:

- Keener, S., Luengo, M., Banerjee, S. (2010): Provision of Water to the Poor in Africa: Experience with Water Standposts and the Informal Water Sector. Policy Research Working Paper. World Bank. Washington D.C. USA. URL: http://documents.worldbank.org/curated/en/421921468191675047/pdf/wps5387.pdf

Ключові міркування щодо перевезення води водовозами:

- Reed, B. (2013): Delivering Safe Water by Tanker. Technical Notes on Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies. WEDC. Loughborough. UK. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/emergencies/WHO_TN_12_Delivering_safe_water_by_tanker.pdf?ua=1

Т.4 Кіоск із продажу води

Огляд продавців води:

- Kjellen, M, McGranahan, G. (2006): Informal Water Vendors and the Urban Poor. International Institute for Environment and Development. London. UK.. URL: http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/KJELLEN%20&%20MCGRANAHAN%202006%20Informal%20Water%20Vendors%20and%20the%20Urban%20Poor.pdf

Огляд літератури про продавців води, включаючи якість води та вартість для бідних:

- World Bank (2017): Informal Water Markets in an Urbanising World. World Bank. Washington D.C. USA.. URL: http://documents.worldbank.org/curated/en/358461549427540914/Informal-Water-Markets.docx

Комплексний огляд формальних та неформальних кіосків із продажу води в африканських містах:

- Keener, S., Luengo, M., Banerjee, S. (2010): Provision of Water to the Poor in Africa: Experience with Water Standposts and the Informal Water Sector. Policy Research Working Paper. World Bank. Washington D.C. USA. URL: http://documents.worldbank.org/curated/en/421921468191675047/pdf/wps5387.pdf

Огляд субсидійованих кіосків із продажу води для розширення системи забезпечення водою в контексті Замбії:

- GTZ (2009): Water Kiosks. How the Combination of Low-Cost Technology, Pro-Poor Financing and Regulation Leads to the Scaling Up of Water Supply Service Provision to the Poor. GTZ. Eschborn. Germany. URL: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GTZ%202009%20CaseStudy_WaterKiosks.pdf

Т.5 Кіоск із продажу води

Пояснення визначення розміру резервуару:

- Arnalich, S. (2010): Gravity Flow Water Supply: Conception, Design and Sizing for Cooperation Projects. Scribd. URL: https://www.scribd.com/doc/46026759/Gravity-Flow-Water-Supply

Огляд резервуарів в умовах надзвичайної ситуації, включаючи проєкт резервуарів на підвищенні для забезпечення того, що вони витримують тиск вітру:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London, UK

Огляд проєкту резервуару:

- World Bank (2012): Rural Water Supply Design Manual Volume 1. Water Partnership Program. World Bank. Philippines. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTPHILIPPINES/Resources/RWSVolIDesignManual.pdf

Т.6 Резервуар для зберігання води (довгостроковий збудований на місці)

Пояснення визначення розміру резервуару:

- Arnalich, S. (2010): Gravity Flow Water Supply: Conception, Design and Sizing for Cooperation Projects. Scribd. URL: https://www.scribd.com/doc/46026759/Gravity-Flow-Water-Supply

Огляд резервуарів в умовах надзвичайної ситуації, включаючи проєкт резервуарів на підвищенні для забезпечення того, що вони витримують тиск вітру:

- Davis, J., Lambert, R. (2002): Engineering in Emergencies: A Practical Guide for Relief Workers. Second Edition. IT. London, UK

Огляд компонентів резервуару для зберігання та проєкту резервуару:

- Jordan, T.D. (1980): A Handbook of Gravity-Flow Water Systems. IT. London. UK. URL: https://archive.org/details/fa_Handbook_of_Gravity-Flow_Water_Systems
- World Bank (2012): Rural Water Supply Design Manual Volume 1. Water Partnership Program. World Bank. Philippines. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTPHILIPPINES/Resources/RWSVolIDesignManual.pdf

Т.7 Резервуар для зберігання води (довгостроковий збудований на місці)

Пояснення систем із гравітаційним потоком води та детальний пропрацьований приклад:

- Arnalich, S. (2009): How to design a Gravity Flow Water System through worked exercises. Scribd. URL: https://www.scribd.com/doc/35189494/How-to-design-a-Gravity-Flow-Water-System

Огляд гравітаційних систем:

- Arnalich, S. (2010): Gravity Flow Water Supply: Conception, Design and Sizing for Cooperation Projects. Scribd. URL: https://www.scribd.com/doc/46026759/Gravity-Flow-Water-Supply
- WaterAid (2013): Gravity-Fed Schemes. Technical Brief. WaterAid. UK. URL: https://www.wateraid.org/uk/publications/gravity-fed-schemes-technical-brief

Детальний проєктний посібник із гравітаційні системи:

- Jordan, T.D. (1980): A Handbook of Gravity-flow Water Systems. IT. London. UK. URL: https://archive.org/details/fa_Handbook_of_Gravity-Flow_Water_Systems

Пояснення гідравліки, основних компонентів розповсюдження та викачування води насосом:

- World Bank (2012): Rural Water Supply Design Manual Volume 1. Water Partnership Program. World Bank. Philippines. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTPHILIPPINES/Resources/RWSVolIDesignManual.pdf

Т.8 Громадська мережа водопостачання

Огляд гравітаційних систем, у тому числі проєкт більших систем:

- Arnalich, S. (2010): Gravity Flow Water Supply: Conception, Design and Sizing for Cooperation Projects. Scribd URL: https://www.scribd.com/doc/46026759/Gravity-Flow-Water-Supply

Детальний технічний посібник із проєктування та аналізу великомасштабних мереж водопостачання:

- Swamee, P.K., Sharma, A.K. (2008): Design of Water Supply Pipe Networks. John Wiley & Sons. New Jersey. USA. URL: http://de.slideshare.net/KimiaStore/design-of-water-supply-pipe-networks

Пояснення гідравліки, основних компонентів розповсюдження та викачування води насосом:

- World Bank (2012): Rural Water Supply Design Manual Volume 1. Water Partnership Program. World Bank. Philippines. URL: http://siteresources.worldbank.org/INTPHILIPPINES/

Б

- WHO (undated): International Scheme to Evaluate Household Water Treatment Technologies. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/household/scheme-household-water-treatment/en/

Б.1 Безпечне зберігання води

Схема ВООЗ для оцінювання технологій очищення води в побутових умовах:

- WHO (2016): Results of Round I of the WHO International Scheme to Evaluate Household Water Treatment Technologies. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/hwt-scheme-round-1-report.pdf?ua=1
- WHO (2019): Results of Round II of the WHO International Scheme to Evaluate Household Water Treatment Technologies. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/results-round-2-scheme-to-evaluate-housh-old-water-treatment-tech/en/

Допомога в ухваленні рішень щодо вибору технології очищення води в домашніх умовах та безпечного зберігання:

→ Bivins, A., Beetsch, N., Majuru, B., Montgomery, M., Sumner, T., and Brown, J. (2019): Selecting Household Water Treatment Options on the Basis of WHO Performance Testing Protocols. Environmental Science and Technology. 53(9), 5043-5051.

Базова інформація про очищення води в домашніх умовах та безпечне зберігання:

→ CAWST (2017): Introduction to Household Water Treatment and Safe Storage (HWTS). CAWST. Calgary. Canada URL: https://resources.cawst.org/technical_brief/1ba4f3fd/introduction-to-household-water-treatment-and-safe-storage-hwts

Ілюстрований польовий посібник про очищення та зберігання води в умовах надзвичайної ситуації:

→ IFRC (2008): Household Water Treatment and Safe Storage in Emergencies. IFRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/142100-hwt-en.pdf

Огляд побутових контейнерів для транспортування та зберігання води, в тому числі контейнерів для чищення, в умовах надзвичайної ситуації:

→ Staveley, L. (2007): Household Water Treatment and Storage. Oxfam. Oxford. UK. URL: https://policy-practice.oxfam.org.uk/publications/household-water-treatment-and-storage-126715

Технічний посібник про очищення та зберігання води в побутових умовах:

→ Oxfam (n.d.): Household Water Treatment and Storage. Oxfam. Oxford. UK. URL: https://oxfam.app.box.com/s/bdib89mdue frdpj0umfh0uxrwtdq75y7

Б.2 Місце для миття рук

Виклики та практики миття рук в умовах надзвичайної ситуації:

→ Ramos, M. et al. (2016): WASH in Emergencies: Problem Exploration Report Handwashing. Humanitarian Innovation Fund. London. UK. URL: https://globalhandwashing.org/wp-content/uploads/2019/03/Handwashing-WASH-Problem-Exploration-Report.pdf

Просування гігієни та змін у поведінці, включаючи миття рук:

→ Reed, B., Bevan, J. (2014): Managing Hygiene Promotion in WASH Programmes. WEDC. Loughborough University. UK. URL: https://wedc-knowledge.lboro.ac.uk/resources/booklets/G013-Hygiene-promotion-booklet.pdf

→ Mosler, H.-J., Contzen, N. (2016): Systematic Behaviour Change in Water, Sanitation and Hygiene. A Practical Guide Using the RANAS Approach. Version 1.1. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/ess/schwerpunkte/ehpsy/publ/Guideline/Guideline_V1.0_final_25_08_2016_druck_3.pdf

Управління та стік поверхневих вод в умовах надзвичайної ситуації:

→ ARUP et al (2019): Surface Water Management in Humanitarian Contexts. Practical Guidance on Surface Water Management & Drainage for Field Practitioners. ARUP. UK. URL: https://www.elrha.org/research-database/practical-guidance-on-surface-water-management-drainage-for-field-practitioners

Б.3 Керамічна фільтрація

Детальний посібник із виробництва фільтрів-горщиків:

→ Potters for Peace (2011): Best Practice Recommendations for Local Manufacturing of Ceramic Pot Filters for Household Water Treatment. Potters for Peace. USA. URL: https://www.pottersforpeace.org/production

Короткий огляд керамічних фільтрів:

→ CAWST (undated): Ceramic Pot Filter. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://www.hwts.info/products-technologies/d25e3821/ceramic-pot-filter

Загальний огляд очищення води в побутових умовах:

→ Sobsey, M. (2002): Managing Water in the Home. Accelerated Health Gains from Improved Water Supply. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/WHO_SDE_WSH_02.07.pdf

Технічні посібники про очищення води в побутових умовах під час надзвичайної ситуації:

→ Staveley, L. (2007): Household Water Treatment and Storage. Oxfam. Oxford. UK. URL: https://policy-practice.oxfam.org.uk/publications/household-water-treatment-and-storage-126715

→ IFRC (2008): Household Water Treatment and Safe Storage in Emergencies. A Field Manual for Red Cross/Red Crescent Personnel and Volunteers. IFRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/142100-hwt-en.pdf

Брошура про фільтри з керамічними свічками із корисними посиланнями:

→ CAWST (2009): Household Water Treatment and Safe Storage Fact Sheet: Ceramic Candle Filter. CAWST. Calgary. Canada. URL: http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CAWST%202009a%20Household%20Water%20Treatment%20and%20Safe%20Storage%20Fact%20Sheet%20Ceramic%20Candle%20Filter%20Academic.pdf

Посібники та основна інформація про керамічні фільтри-горщики:

→ Brown, J., Sobsey, M., Proum, S. (2007): Improving Household Drinking Water Quality. Use of Ceramic Water Filters in Cambodia. WSP. Phnom Penh. Cambodia. URL: http://www.potterswithoutborders.com/wp-content/uploads/2011/12/926200724252_eap_cambodia_filter.pdf

Практичний випадок із Камбоджі:

→ Roberts, M. (2003): Ceramic Water Purifier. Cambodia Field Tests. IDE Working Paper No 1. IDE. Cambodia. URL: https://www.practica.org/wp-content/uploads/2014/10/Cambodia-Study.pdf

Б.4 Мембранна фільтрація

Огляд мембранних процесів та їхнього потенціалу для децентралізованого очищення води:

→ Peter Varbanets, M. et al. (2009): Review: Decentralized Systems for Potable Water and the Potential of Membrane Technology. In: Water Research 43 (2) 245-265. URL: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/PETER%20VARBANETS%20et%20al%202009%20Decentralized%20Systems%20for%20Potable%20Water%20and%20the%20Potential%20of%20Membrane%20Technology.pdf

Польове дослідження з оцінюванням побутових фільтрів для води в умовах надзвичайної ситуації, включаючи мембранні фільтри:

→ Peter, M. et al. (2019): Report: Evaluating Household Water Filters in Emergencies. FHNW. Switzerland. URL: https://www.fhnw.ch/en/research-and-services/lifesciences/environment-and-resources/environmental-and-water-technologies/projects/evaluating-household-water-filters-in-emergencies

Б.5 Біологічна повільна піщана фільтрація

Детальна інформація про фільтрацію питної води із використанням біологічного піщаного фільтру:

→ CAWST (2018) Biosand Filter Technical Information. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://www.hwts.info/products-technologies/074f5f20/biosand-filter/technical-information

Технічні аспекти бетонних біологічних піщаних фільтрів:

→ CAWST (2018): Concrete Biosand Filter. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://www.hwts.info/products-technologies/d3df2470/concrete-biosand-filter/technical-information

Технічні аспекти біологічних піщаних фільтрів Hydraid:

→ CAWST (2018): Hydraid Biosand Filter. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://www.hwts.info/products-technologies/07e65cbc/hydraid-biosand-filter/technical-information

Детальна інформація про проєктування та спорудження біологічних піщаних фільтрів:

→ CAWST (2012): Biosand Filter Construction Manual. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://resources.cawst.org/construction_manual/a90b9f50/biosand-filter-construction-manual

Застосунок для аналізу піску:

→ CAWST (n.d): Biosand Filter Knowledge Base: Sand. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://www.biosandfilters.info/topic/sand

Огляд параметрів, які впливають на експлуатацію біологічних піщаних фільтрів:

- Ngai, Tommy K., Baker, D., Coff, Brittany (2014): Recent Advances in Household Biosand Filter Design. Loughborough University. Conference contribution. UK. URL: https://hdl.handle.net/2134/31087

Адаптування біологічних піщаних фільтрів для видалення фтору:

- Hillman, A. (2007): Adapting the Bio Sand Filter to Remove Fluoride: An Investigation into Alternative Filter Media. MSc Thesis. Cranfield University. UK

Б.6 Хлорування в побутових умовах

Загальна інформація про хлорування

- WHO (2003): Chlorine in Drinking-Water. Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chlorine.pdf
- Shrestha, R., Dangol, B., Spuhler, D. (undated): Chlorination. Sustainable Sanitation and Water Mangament Toolbox (SSWM). URL: http://archive.sswm.info/category/implementation-tools/water-purification/hardware/point-use-water-treatment/chlorination

Огляд технологій очищення води в побутових умовах, включаючи хлорування в побутових умовах:

- Sobsey, M. D. et al. (2008): Point of Use Household Drinking Water Filtration: A Practical, Effective Solution for Providing Sustained Access to Safe Drinking Water in the Developing World. Environmental Science & Technology. 42. 4261-4267.

Рекомендації для хлорування в умовах надзвичайної ситуації:

- Branz, A. et.al (2017): Chlorination of Drinking Water in Emergencies: A Review of Knowledge to Develop Recommendations for Implementation and Research Needed, Waterlines Vol 36. No. 1

Огляд хлорних продуктів, процедура проведення тесту в мірній посудині та моніторингу:

- Noortgate, J., Maes, P. (Eds.) (2010): Public Health Engineering in Precarious Situations. Médecins Sans Frontières. Paris. France. URL: http://refbooks.msf.org/msf_docs/en/public_health/public_health_en.pdf

Б.7 Хлорування в точках наповнення

Огляд виробників продуктів для хлорування в точках наповнення:

- Lotus Water (undated): Point of Collection Disinfection for Safe Drinking Water. Lotus Water. USA. URL: http://www.lotuswater.org/innovation.html

Практичний приклад хлорування в точках наповнення:

- Pickering, A. et al. (2019): Effect of In-line Drinking Water Chlorination at the Point of Collection on Child Diarrhoea in Urban Bangladesh. In: The Lancet, Vol. 7, 9. pp. 1247-e1256. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214109X19303158

Б.8 Коагуляція, седиментація та хлорування

Ефективність видалення мікробіологічних забрудників:

- WHO (2016): Results of Round I of the WHO International Scheme to Evaluate Household Water Treatment Technologies. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.hwts.info/document/beefd7a5/results-of-round-i-of-the-who-international-scheme-to-evaluate-household-water-treatment-technologie

Оцінка практичних випадків:

- Souter, P. et al. (2003): Evaluation of a New Water Treatment for Point-of-Use Household Applications to Remove Microorganisms and Arsenic from Drinking Water. In: Journal of Water and Health 1 (2). pp. 73-84. URL: https://iwaponline.com/jwh/article/1/2/73/1830/Evaluation-of-a-new-water-treatment-for-point-of

Короткий огляд із відповідними посиланнями на виробників:

- CAWST (undated): P&G Purifier of Water. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://www.hwts.info/products-technologies/e0baff7f/pandg-purifier-of-water

Б.9 Кип'ятіння

Інформація про громадське водопостачання із розділом про кип'ятіння:

- Brikké, F., & Bredero, M. (2003): Linking Technology Choice with O&M in the Context of Community Water Supply and Sanitation. WHO, IRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/om/wsh9241562153.pdf

Короткий огляд ефективності кип'ятіння для інактивації патогенних мікроорганізмів:

- WHO (2017): Technical Brief: Boil Water. In: WHO (2017): Guidelines for Drinking-water Quality. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/155821/WHO_FWC_WSH_15.02_eng.pdf;jsessionid=FD56F7C7071485E9135F24304FC39154?sequence=1

Б.10 Пастеризація

Огляд сонячної термальної пастеризації:

- Burch, J., Thomas, K.E. (1998): An Overview of Water Disinfection in Developing Countries and the Potential for Solar Thermal Water Pasteurization. NREL. Golden. USA. URL: http://www.nrel.gov/docs/legosti/fy98/23110.pdf
- CAWST (undated): Solar Pasteurization. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://www.hwts.info/products-technologies/4c156b83/solar-pasteurization

Інформація про сонячну піч:

- Solar Cookers International (undated): Solar Cooking Wiki. SCI. URL: https://solarcooking.fandom.com/wiki/Solar_Cooking_Wiki_(Home)

Ефективність пастеризації щодо видалення мікробів:

- WHO (2011): Evaluating Household Water Treatment Options: Health-Based Targets and Microbiological Performance Specifications. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/evaluating_water_treatment.pdf

Приклади практичних випадків:

- Ray C., Jain R. (2014): Low Cost Emergency Water Purification Technologies. Integrated Water Security Series. IWA Publishing. Elsevier. Amsterdam. The Netherlands

Б.11 Ультрафіолетова лампа

Огляд ефективності інактивації з використанням УФ для різних патогенів:

- Oram, B. (undated): Drinking Water Treatment with UV Irradiation. Water Research Center. Dallas. USA. URL: http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-disinfection/uv-disinfection

Приклад проєкту і встановлення УФ системи:

- Hutchinson, M. (2004): Step-by-Step: Sizing and Installing a UV System. WCP International. Tucson. USA. URL: http://wcponline.com/2004/05/14/step-step-sizing-installing-uv-system/

Практичний випадок щодо ефективності роботи УФ системи:

- Gadgil, A. et al. (1997): Field-Testing UV Disinfection of Drinking Water. 23rd WEDC Conference. Durban. South Africa. URL: https://wedc-knowledge.lboro.ac.uk/resources/conference/23/Gadgil.pdf

Практичний приклад невеликої УФ системи для дезінфекції підземних вод:

- Parrotta, M. J., Bekdash, F. (1998): UV Disinfection of Small Groundwater Supplies. In: American Water Works Association Journal. 90(2)

Рекомендації щодо дотримання безпеки при використанні УФ:

- Tufts University (undated): Ultraviolet Radiation. Tufts University. Medford. USA. URL: http://publicsafety.tufts.edu/ehs/radiation-safety/ultraviolet-radiation

Б.12 Сонячна дезінфекція

Огляд сонячної дезінфекції води:

- Eawag (2016): SODIS Manual. Guidance on Solar Water Disinfection. Eawag.

Dübendorf. Switzerland. URL: https://www.sodis.ch/methode/anwendung/ausbildungsmaterial/dokumente_material/sodismanual_2016.pdf

- Spuhler, D., Meierhofer, R. (undated): Factsheet SODIS. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (SSWM). URL: https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-purification/hardwares/point-use-water-treatment/sodis

Практичні випадки, досвід і дослідження:

- CAWST (undated): Solar Disinfection (SODIS). HWTS Knowledge Base. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://www.hwts.info/products-technologies/a01550ee/solar-disinfection-sodis

Посібник МКЧХ із простою інформацією доступною багатьма різними мовами:

- IFRC (2008): Household Water Treatment and Safe Storage in Emergencies. IFRC. Geneva. Switzerland: URL: https://www.ifrc.org/Global/Publications/disasters/142100-hwt-en.pdf

Б.13 Фільтр для видалення фтору

Комплексний посібник про фтор та його видалення:

- Fawell, J. et al. (2006): Fluoride in Drinking Water. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water_full.pdf

- Eawag (2015). Geogenic Contamination Handbook. Addressing Arsenic and Fluoride in Drinking Water. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Forschung/Menschen/Trinkwasser/Wrq/Handbook/geogenic-contamination-handbook.pdf

Карти ризику, які демонструють регіони із високою ймовірністю підвищеного вмісту фтору в підземних водах:

- Eawag (undated): Risk Maps. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: http://www.eawag.ch/en/research/humanwelfare/drinkingwater/wrq/risk-maps/

Корисне порівняння технік видалення фтору:

- Feenstra, L., Vasak, L., Griffioen, J. (2007): Fluoride in Groundwater: Overview and Evaluation of Removal Methods. International Groundwater Resources Assessment Centre. Utrecht. The Netherlands. URL: https://www.un-igrac.org/resource/fluoride-groundwater-overview-and-evaluation-removal-methods

Інтерактивні карти щодо фтору:

- Eawag (undated): Groundwater Assessment Platform. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: https://www.gapmaps.org/Home/Public

Б.14 Фільтр для видалення миш'яку

Комплексний посібник про миш'як та його видалення:

- Eawag (2015): Geogenic Contamination Handbook. Addressing Arsenic and Fluoride in Drinking Water. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: http://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Forschung/Menschen/Trinkwasser/Wrq/Handbook/geogenic-contamination-handbook.pdf

Корисне порівняння технік видалення миш'яку:

- Feenstra, L., van Erkel, J., Vasak, L. (2007): Arsenic in Groundwater: Overview and Evaluation of Removal Methods. International Groundwater Resources Assessment Centre. Utrecht. The Netherlands. URL: https://www.un-igrac.org/sites/default/files/resources/files/IGRAC-SP2007-2_Arsenic-removal.pdf

Інтерактивні карти щодо миш'яку:

- Eawag (undated): Groundwater Assessment Platform. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: https://www.gapmaps.org/Home/Public

Огляд варіантів очищення води в побутових умовах, у тому числі витрати на комерційне очищення:

- Mudgal, A. K. (2002): Draft Review of the Household Arsenic Removal Technology Options. RWSN. St. Gallen. Switzerland. URL: https://www.rural-water-supply.net/en/resources/details/298

Комплексний посібник про миш'як та його видалення:

- WHO (2011): Arsenic in Drinking Water. Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/arsenic.pdf

Інформація про фільтр Kanchan:

- CAWST (undated): Arsenic Removal Fact Sheets for technologies that use sorption. CAWST. Calgary. Canada. URL: https://resources.cawst.org/fact-sheet/5b76cb58/arsenic-removal-fact-sheets-for-technologies-that-use-sorption

X.1 Оцінювання

- IASC (2015): Multi-Sector Initial Rapid Assessment (MIRA). Inter-Agency Standing Committee. URL: https://interagencystandingcommittee.org/system/files/mira_manual_2015.pdf
- OCHA (undated): Humanitarian Programme Cycle. Humanitarian Response. URL: https://www.humanitarianresponse.info/en/programme-cycle/space
- GWC (undated): WASH Core Indicators. GWC Coordination Toolkit. URL: https://washcluster.atlassian.net/wiki/spaces/CTK/pages/10782065/Core+indicators

X.2 Умови в певному районі та стосовно певної ситуації

- Sphere Project (2018): The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response. Practical Action Publishing. URL: https://spherestandards.org/handbook-2018

X.3 Інституційний/регуляторний контекст та координування

- GWC (2009): WASH Cluster Coordination Handbook. GWC. Geneva. Switzerland. URL: http://washcluster.net/wp-content/uploads/sites/5/2014/04/WASH-Cluster-Coordinator-Handbook.pdf

X.5 Моніторинг

- UNHCR (undated): Emergency Water Standard and Indicators. UNHCR Emergency Handbook. UNHCR. Geneva. Switzerland. URL: https://emergency.unhcr.org/entry/32947/emergency-water-standard

X.6 Моніторинг підземних вод

- UNHCR (undated): Online Borehole Database. UNHCR WASH GIS Portal. Geneva. Switzerland. URL: https://wash.unhcr.org/wash-gis-portal

X.7 Моніторинг якості води

- Bain et al. (2012): A Summary Catalogue of Microbial Drinking Water Tests for Low and Medium Resources Settings. Int. J. Environ. Res Public Health. 1609-1625. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3386575
- Kumpel E.; Nelson K. (2016): Intermittent Water Supply: Prevalence, Practice, and Microbial Water Quality. Environmental Science & Technology 50. 542-553. URL: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.5b03973
- WHO (2005): How to Measure Chlorine Residual in Water. Technical Notes for Emergencies. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/envsan/chlorineresid.pdf
- Bartram, J. et al. (2009): Water Safety Plan Manual: Step-by-step Risk Management for Drinking-Water Suppliers. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75141/1/9789241562638_eng.pdf
- WHO (2011): Guidelines for Drinking Water Quality. Fourth Edition. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/en

X.8 Безпека води та управління ризиками

- WHO (2012): WSP Training Package. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/wsp_training_package/en
- WHO (2012b): Water Safety Planning for Small Community Water Supplies. Step-by-step Risk Management Guidance for Drinking-Water Supplies in Small Communities. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/water_supply.pdf
- Bartram, J. et al. (2009): Water Safety Plan Manual: Step-by-Step Risk Management for Drinking-Water Suppliers. WHO. Geneva. Switzerland. URL: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75141/1/9789241562638_eng.pdf
- CDC (2012): A Conceptual Framework to Evaluate Water Safety Plans. CDC. URL: https://www.cdc.gov/nceh/ehs/docs/factsheets/wsp-evaluation-framework.pdf
- WHO, IWA (2016): A Practical Guide to Auditing Water Safety Plans. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/auditing-water-safety-plans/en/ ?
- WHO (undated): Water Sanitation Hygiene. New Sanitary Inspection Packages for Drinking Water. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/safety-planning/sanitary-inspection-packages-for-drinking-water/en/

X.9 Потік даних, інформаційні та комунікаційні технології

- Hutchings, M. T. et al. (2012): mWASH: Mobile Phone Applications for the Water, Sanitation, and Hygiene Sector. Pacific Institute. Oakland. NextLeaf Analytics. Los Angeles. USA. URL: https://pacinst.org/wp-content/uploads/2012/05/mwash.pdf
- Kazadi, J., Kleemeier, E. (2011): Mobile Phones and Water Point Mapping. Rural Water Supplies Collaborative. Issue No. 1. World Bank. Washington DC. USA URL: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/11058
- Kumpel, E. et al. (2015): When Are Mobile Phones Useful for Water Quality Data Collection? An Analysis of Data Flows and ICT Applications among Regulated Monitoring Institutions in Sub-Saharan Africa. In: Int. J. Environ. Res. Public Health. 10846–10860. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4586647/
- Thompson, P., Hope, R., Foster, T. (2012): Is Silence Golden? Of Mobiles, Monitoring, and Rural Water Supplies. Waterlines 31(4). 280–292. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Thomson-2012-Is.pdf

X.10 Резильєнтність, готовність та зменшення ризиків стихійного лиха

- Gensch, R., Hansen, R., Ihme, M. (2014): Linking Relief, Rehabilitation and Development in the WASH Sector. German WASH Network. Berlin. Germany. URL: http://www.washnet.de/wp-content/uploads/2014/07/washnet_wash-relief-to-development_2014.pdf
- Steets, J. (2011): Donor Strategies for Addressing the Transition Gap and Linking Humanitarian and Development Assistance. Global Public Policy Institute. Berlin. Germany. URL: https://www.gppi.net/media/steets_2011_transition_web.pdf
- IFRC (2012): The Road to Resilience. Bridging Relief and Development for a more Sustainable Future. IFRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.ifrc.org/PageFiles/96178/1224500-Road%20to%20resilience-EN-LowRes%20%282%29.pdf
- UNDP (2010): Disaster Risk Reduction and Recovery. UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery. New York. USA. URL: https://www.undp.org/content/undp/en/home/2030-agenda-for-sustainable-development/planet/disaster-risk-reduction-and-recovery.html

X.11 Стратегія виходу та передачі

- German Federal Foreign Office (2015): German Humanitarian WASH Strategy. Berlin. Germany. URL: https://www.auswaertiges-amt.de/blob/254394/e626e04b1f0210b6eedb2cc8abda7fda/strategie-wash-data.pdf

X.12 Вода для використання в різних цілях та повторне використання води

- WHO (2006): Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume 4. Excreta and Greywater Use in Agriculture. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gsuweg4/en/
- Adank, M., van Koppen, B., Smits, S. (2012): Guidelines for Planning and Providing Multiple-Use Water Services. MUS Group. URL: https://www.ircwash.org/sites/default/files/Adank-2012-Guidelines.pdf

X.13 Водопостачання в місті в умовах затяжної кризи

- ICRC (2015): Urban Services During Protracted Armed Conflict. ICRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.icrc.org/sites/default/files/topic/file_plus_list/4249_urban_services_during_protracted_armed_conflict.pdf
- ALNAP (2014): Urban WASH in Emergencies. Learning Report. ALNAP, RedR. UK. URL: https://www.alnap.org/system/files/content/resource/files/main/urban-wash-in-emergencies-v3.pdf

X.14 Профілактика холери та управління епідемією

- UNICEF (undated): Cholera Toolkit. UNICEF. New York. USA. URL: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/UNICEF-Cholera-Toolkit-2013.pdf13
- WHO et al. (undated): Cholera Central Reference Kit. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://www.who.int/cholera/kit/cholera-kit-item-list.pdf?ua=126
- WHO (undate): Cholera: Revised Cholera Kits and Calculation Tool. WHO. Geneva. Switzerland. URL: https://openwho.org/courses/cholera-kits
- GTFCC (2020): Cholera Outbreak Response Field Manual. Global Task Force on Cholera Control. URL: https://www.choleraoutbreak.org
- GTFCC (2017): Ending Cholera. A Global Roadmap to 2030. Global Task Force on Cholera Control. URL: https://www.who.int/cholera/publications/global-roadmap/en/

X.15 Інклюзивне та справедливе проєктування

- Jones, H., Wilbur, J. (2014): Compendium of Accessible WASH Technologies, WEDC, WaterAid and Share. UK. URL: https://washmatters.wateraid.org/publications/compendium-of-accessible-wash-technologies
- Jones, H., Reed, B. (2005): Water and Sanitation for Disabled People and Other Vulnerable Groups. WEDC. Loughborough. UK. URL: https://wedc-knowledge.lboro.ac.uk/docs/research/WEJFK/Cambodia_WEDC_watsan_for_disabled_report.pdf
- ADCAP Consortium (2018): Humanitarian Inclusion Standards for Older People and People with Disabilities. CBM, HelpAge, Humanity & Inclusion. Bensheim, London, Lyon. Germany, UK, France. URL: https://spherestandards.org/resources/humanitarian-inclusion-standards-for-older-people-and-people-with-disabilities/
- CBM (2017): Humanitarian Hands-On Tool. Step-by-Step Practical Guidance on Inclusive Humanitarian Field Work. CBM. Bensheim. Germany. URL: https://hhot.cbm.org/en/
- DIAUD & CBM (2016): The Inclusion Imperative: Towards Disability-Inclusive and Accessible Urban Development. Disability Inclusive and Accessible Urban Development Network (DIAUD) and CBM. URL: https://www.ohchr.org/Documents/Issues/Housing/Disabilities/CivilSociety/CBM-TheInclusion-Imperative.pdf
- IFRC, Humanity & Inclusion, CBM (2015): All Under One Roof: Disability-Inclusive Shelter and Settlements in Emergencies. IFRC. Geneva. Switzerland. URL: https://www.ifrc.org/Global/Documents/Secretariat/Shelter/All-under-one-roof_EN.pdf
- IASC Task Team on Inclusion of Persons with Disabilities in Humanitarian Action (2019): Guidelines on Inclusion of Persons with Disabilities in Humanitarian Action. URL: https://interagencystandingcommittee.org/iasc-task-team-inclusion-persons-disabilities-humanitarian-action/documents/iasc-guidelines

- Humanity & Inclusion (2018): Disability Data Collection. A Summary Review of the Use of the Washington Group Questions by Development and Humanitarian Actors. URL: https://humanity-inclusion.org.uk/sn_uploads/document/2018-10-summary-review-wgq-development-humanitarian-actors.pdf
- UNICEF (2017): WASH Guidance. Including Children with Disabilities in Humanitarian Action. UNICEF. New York. USA. URL: http://training.unicef.org/disability/emergencies/downloads/UNICEF_WASH_English.pdf
- UNICEF (2018): WASH Technical Paper. The Case for Investment in Accessible and Inclusive WASH. UNICEF. New York. USA. URL: https://www.unicef.org/disabilities/files/UNICEF_The_case_for_investment_in_accessible_and_inclusive_WASH_Technical_paper.pdf
- World Bank Group (2017): Including Persons with Disabilities in Water Sector Operations. World Bank Group. Washington D.C. USA. URL: https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27542/117306-WP-P161461-PUBLIC-Disabilities.pdf?sequence=5&isAllowed=y

X.16 Просування гігієни та робота з постраждалими громадами

- Davis Jr., Thomas P. (2010): Barrier Analysis Facilitator's Guide: A Tool for Improving Behaviour Change Communication in Child Survival and Community Development Programmes. Food for the Hungry/Core Group Washington D.C. USA. URL: https://coregroup.org/wp-content/uploads/media-backup/Tools/Barrier_Analysis_2010.pdf
- Ferron, S., Morgan, J., O'Reilly, M. (2007): Hygiene Promotion: A Practical Manual for Relief and Development. ITDG Publishing. Rugby. UK
- Mosler, H.-J., Contzen, N. (2016): Systematic Behaviour Change in Water, Sanitation and Hygiene. A Practical Guide Using the RANAS Approach. Eawag. Dübendorf. Switzerland. URL: https://www.eawag.ch/fileadmin/Domain1/Abteilungen/ess/schwerpunkte/ehpsy/publ/Guideline/Guideline_V1.0_final_25_08_2016_druck_3.pdf
- Neal, D. et al. (2015): The Science of Habit: Creating Disruptive and Sticky Behaviour Change in Handwashing Behaviour. USAID/WASHplus Project. Washington D.C. USA. URL: http://www.washplus.org/sites/default/files/resource_files/habits-neal2015.pdf
- Sphere Project (2018): The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, Practical Action Publishing. URL: https://spherestandards.org/handbook-2018
- UNHCR (2017): Hygiene Promotion Guidelines. UNHCR, Geneva, Switzerland. URL: http://wash.unhcr.org/download/hygiene-promotion-guidelines-unhcr-2017/
- Coultas, M., Iyer, R., Myers, J. (2020): Handwashing Compendium for Low Resource Settings. Edition 1. Sanitation Learning Hub. IDS. Brighton. UK. URL: https://www.ids.ac.uk/publications/handwashing-compendium-for-low-resource-settings-a-living-document

X.17 Розробка програм на ринкових засадах

- Global WASH Cluster (2019): Guidance on Market Based Programming for Humanitarian WASH Practitioners. GWC. Geneva. Switzerland. URL: https://resourcecentre.savethechildren.net/node/15664/pdf/gwc_mbp_wash_guidance_190725.pdf
- EMMA (2017): Emergency Market Mapping and Analysis-Toolkit. Interagency Publication. URL: https://www.emma-toolkit.org/toolkit
- CaLP (2019): Glossary Of Terminology For Cash And Voucher Assistance. Oxford, UK. URL: https://www.calpnetwork.org/learning-tools/glossary-of-terms/
- CaLP (undated): Comparative Table of Humanitarian Market Analysis Tools. The Cash Learning Partnership. Oxford. UK. URL: https://mershandbook.org/files/galleries/comparative-table-of-market-analysis-tools-final.pdf
- Juillard, H., Sloane, E. (2016): Revised Pre-Crisis Market Analysis (PCMA). IRC. USAID. Oxfam. UK. URL: https://www.emma-toolkit.org/sites/default/files/bundle/PMCA_FINAL_WEB.pdf
- Le Sève, M. D., Mason, N. (2018): Building Evidence to Inform the Effective Use of Cash in Emergency Sanitation and Hygiene Programming. Save the Children, ODI. London. UK. URL: https://www.fsnnetwork.org/sites/default/files/Denis%20Le%20Seve_Effective%20Use%20of%20Cash%20in%20Emergency%20WASH%20programming_2018.pdf
- Global WASH Cluster (2016): Cash and Markets in the WASH Sector. A Global WASH Cluster Position Paper. GWC. Geneva. Switzerland
- CRS (2017): Updated Market-Based Programming Framework, Catholic Relief Service. URL: https://www.calpnetwork.org/wp-content/uploads/2020/09/mbp-framework2may-2017final-2.pdf
- UNHCR (2016): Cash Based Interventions for WASH Programmes in Refugee Settings. UNHCR. Geneva. Switzerland. URL: https://www.unhcr.org/protection/operations/59fc35bd7/cash-based-interventions-wash-programmes-refugee-settings.html
- Harvey, P., Pavanello, S. (2018): Multi-Purpose Cash and Sectoral Outcomes. A Review of Evidence and Learning. UNHCR. Geneva. Switzerland. URL: https://www.unhcr.org/5b28c4157.pdf

Бібліографічне посилання

Корвер, А., Еверс, Л., Ф'юстер, Е., Галбрейт, Д., Генш, Р., Матта, Дж., Петер, М. (2021). Посібник із технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій. Німецька мережа WASH, Університет прикладних наук та мистецтв Південно-західної Швейцарії, Глобальний кластер WASH та Альянс сталого водовідведення. Берлін. Німеччина. ISBN: 978-3-033-08369-1

© Німецька мережа WASH **(www.washnet.de)** та Університет прикладних наук та мистецтв Південно-західної Швейцарії **(www.fhnw.ch)**

Дозволено відтворювати цей матеріал повністю або частково з освітньою, науковою, гуманітарною чи пов'язаною з розвитком метою, окрім як для комерційного продажу, за умови зазначення повного посилання на джерело.

Посібник із технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій також доступний в інтерактивній онлайн версії.

emergency-wash.org

Графічний дизайн і верстка:
Ян-Хендрік Шмідт, germantoilet.org (Верстка)
Fischbacher & Vock, fischbachervock.ch (Графічний дизайн)
Сандра Гуєр, illuhouse.ch (Дизайн обкладинки)
Редагування тексту:
Патрік Бракен, Кейсі Батлер
Перше видання:
2 000 примірників
Видавництво:
Buch- und Offsetdruckerei H. Heenemann,
Берлін, Німеччина
Підготовка української версії:
Дарія Піменова (переклад), Павло Варбанець, Лідія Петрова (верстка, адаптація), Марина Петер (науковий консультант).
За фінансової підтримки Швейцарської агенції з розвитку та співробітництва (SDC) / Швейцарської гуманітарної допомоги (SHA)

Ця публікація була розроблена задля підтримки осіб, які працюють у сфері надання гуманітарної допомоги в умовах, коли ресурси, включно з часом, можуть бути обмеженими з огляду на нагальність. Вона має на меті допомагати у процесі ухвалення рішень та доповнювати, а не замінювати раціональну професійну оцінку. Автори та видавці не гарантують і не приймають на себе жодну юридичну відповідальність за будь-що будь-якого характеру, що може виникнути внаслідок чи у зв'язку зі змістом цієї публікації.

Німецька мережа WASH
За адресою Німецької туалетної організації
Пауласенштр. 23
12163 Берлін, Німеччина
info@washnet.de
www.washnet.de

Університет прикладних наук та мистецтв Південно-західної Швейцарії
Школа природничих наук
Хофакерштр. 30
4132 Муттенц, Швейцарія
Info.lifesciences@fhnw.ch
www.fhnw/ch

Посібник із технологій водопостачання в умовах надзвичайних ситуацій – це комплексний та структурований посібник із рекомендаціями щодо планування про наявні можливі технології водопостачання в гуманітарному контексті. У посібнику розподілено технології з огляду на функціональні компоненти, а також роз'яснено термінологію та надано рекомендації для визначення найбільш доречних технологій водопостачання у відповідному контексті та для всіх відповідних етапів реагування на надзвичайну ситуацію.

Цей документ, перш за все, є інструментом із розбудови потенціалу та інформаційним довідником для підтримки у процесі ухвалення рішень під час проєктування системи водопостачання. Він пропонує стислу інформацію про ключові критерії для ухвалення рішень щодо кожної із технологій та допомагає у проєктуванні поєднання технологій у повноцінне технічне рішення із налаштування мережі водопостачання. У посібнику також демонструється зв'язок між технологіями та відповідними наскрізними питаннями і додатковими джерелами інформації.
Розробка посібника стала можливою завдяки спільним зусиллям Німецької мережі WASH та Університету прикладних наук та мистецтв Південно-західної Швейцарії у співпраці з партнерами з Глобального кластеру WASH і за сприяння численних міжнародних експертів та організацій із сектору WASH.

Цей посібник є другим томом із серії «Посібник із питань WASH в умовах надзвичайної ситуації», опублікованим після вже виданого Посібника з технологій забезпечення санітарних умов в умовах надзвичайних ситуацій. Третій том про Просування гігієни в умовах надзвичайної ситуації буде опубліковано згодом.

emergency-wash.org

За підтримки:

german humanitarian assistance
DEUTSCHE HUMANITÄRE HILFE

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development and Cooperation SDC

ISBN: 978-3-033-08369-1