

УДК 622.271

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОД В РЕКРЕАЦІЙНИХ ЦІЛЯХ У ЗАЛИШКОВИХ ВИРОБЛЕНИХ КАР'ЄРАХ ДНІПРОВСЬКОГО РАЙОНУ

О. В. Ложніков, В. О. Адамова, П. К. Ломазов

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
пр. Дмитра Яворницького, 19, 49005, Дніпро, Україна, lom.lomazov@gmail.com,
<https://orcid.org/0000-0003-1231-0295>, <https://orcid.org/0009-0000-7802-5193>,
<https://orcid.org/0009-0007-7129-1334>

У статті представлено результати комплексного дослідження якості води в затоплених вироблених просторах кар'єрів Дніпровського району з метою оцінювання можливостей їх подальшого використання у виробничих чи рекреаційних цілях.

Робота охоплює детальний опис застосованої методики, яка поєднує візуально-географічні, органолептичні, інструментально-польові та лабораторно-аналітичні методи, що забезпечило всебічне вивчення сучасного стану техногенно створених водойм. Візуально-географічні дослідження включали фіксацію просторових координат кар'єрів із використанням GPS-навігації та оцінку загальних морфометричних характеристик водойм.

Органолептичні спостереження проводилися безпосередньо на місцевості й дозволили встановити запах, колір, каламутність і температуру води, тоді як інструментально-польові вимірювання дали змогу визначити рівень іонізуючого випромінювання на прилеглих територіях. У лабораторних умовах визначено мінералізацію, загальну жорсткість, кислотність та інші важливі фізико-хімічні показники, що є критично важливими для оцінки відповідності санітарно-гігієнічним нормативам.

На основі отриманих результатів розроблено методику ранжування водойм за сукупністю показників, що дозволило об'єктивно визначити придатність кожного об'єкта. Сформовано рейтинг найкращих обводнених кар'єрів: Новомиkolaївський кар'єр отримав 7 балів, Малий кар'єр у с. Зоряне – 6 балів, тоді як Старокодацький кар'єр – 3 бали.

Дослідження показало, що інші кар'єри на даному етапі не можуть бути рекомендовані для рекреаційного використання через перевищення концентрацій окремих забруднювальних речовин порівняно з гранично допустимими концентраціями. Наукова новизна роботи полягає у першому комплексному зіставленні техногенно створених водойм цього регіону з використанням трьох нормативних систем, що забезпечило більш деталізовану та обґрунтовану оцінку їхньої екологічної безпеки.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості їхнього використання органами місцевого самоврядування під час прийняття рішень щодо регулювання рекреаційної діяльності на досліджуваних водоймах та визначення допустимого навантаження на такі об'єкти. Дані дослідження можуть бути використані як основа для розроблення програм з упорядкування та благоустрою прибережних територій, визначення пріоритетних напрямів природоохоронних заходів, а також формування локальних стратегій екологічної безпеки.

Крім того, результати становлять практичну цінність для місцевого населення та туристів, оскільки забезпечують доступ до об'єктивної інформації про якість води та рівень потенційних ризиків під час перебування на подібних водоймах. Це сприяє усвідомленому вибору місць відпочинку й попередженню можливих негативних наслідків для здоров'я, що є важливим у контексті зростаючої популярності рекреаційного використання водойм техногенного походження.

Ключові слова: кар'єр, обводнені вироблені простори, рекультивация, рекреаційна зона, якість води, екологічний моніторинг, екологічна безпека.

1. ВСТУП

В умовах зростання урбанізації та антропогенного навантаження на довкілля питання якості води у штучних водоймах набуває особливої актуальності. У промислових регіонах, зокрема у місті Дніпро та його околицях, одними з потенційних джерел прісної

води та зон відпочинку населення стали обводнені вироблені простори кар'єрів, що утворилися внаслідок гірничодобувної діяльності. Ці водойми нерідко використовуються як місця для купання та рекреації, особливо в літній період. Однак, на відміну від природних водойм, кар'єри мають специфічні гідрологічні, геохімічні та екологічні

умови, що вимагає окремого підходу до оцінки їхньої екологічної безпеки [1].

На сьогодні більшість досліджень щодо якості води в кар'єрах обмежується аналізом лише окремих параметрів або виконується з акцентом на промислову безпеку, а не на рекреаційне чи побутове використання. Відсутність нормативної класифікації таких водойм, а також нестача порівняльної оцінки відповідно до міжнародних стандартів ускладнює ухвалення рішень органами місцевого самоврядування та охорони здоров'я щодо допустимості купання або іншого використання води з цих об'єктів [2].

Кар'єри Дніпровського району, попри активне відвідування населенням, досі залишаються недостатньо вивченими. Поширеною є практика несанкціонованого використання таких водойм без належної перевірки якості води, що створює потенційні ризики для здоров'я людей. Водночас зміна клімату, підвищення температури повітря [3] та зниження водообміну [4] в кар'єрах можуть посилювати евтрофікацію, бактеріальне навантаження і зменшення кисневого режиму, що додатково погіршує екологічну якість таких водойм.

Окрему загрозу спричинили воєнні дії в Україні, які призвели до локальних руйнувань об'єктів інфраструктури, забруднення територій, порушення стабільного доступу до питної води та зростання екологічної уразливості окремих регіонів. У цьому контексті штучні водойми, зокрема затоплені кар'єри, можуть розглядатися як потенційні резервні джерела водопостачання, або ж як ділянки підвищеного ризику через можливе забруднення продуктами горіння, вибуховими речовинами та відходами, що утворилися внаслідок воєнних дій [5-6].

У зв'язку з цим актуальним є проведення комплексного дослідження, яке охоплює фізико-хімічний аналіз (визначення рН, жорсткості, мінералізації, вмісту нітратів та інших індикаторних компонентів), лабораторно-аналітичні вимірювання спектрофотометричними методами відповідно до ДСТУ, а також радіологічний контроль із застосуванням дозиметричних приладів. Особливої цінності набуває поєднання трьох систем нормативів – української [7], європейської (Директива 2020/2184) [8] та канадської [9], – що забезпечує всебічну оцінку безпечності водного середовища.

Таким чином, мета цього дослідження полягає у визначенні гігієнічної та екологічної

безпеки води в кар'єрних водоймах за критерієм їхньої придатності для рекреаційного напрямку відновлення з подальшим ранжуванням.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення дослідження обрано вісім відпрацьованих кар'єрів, розташованих у місті Дніпро та його приміських територіях, у межах яких сформувалися стійкі водойми техногенного походження. Обстеження об'єктів здійснювали методом маршрутних польових досліджень із фіксацією фізико-географічних умов ділянок, візуальною оцінкою стану берегової смуги, доступності та рівня благоустрою територій.

Дослідження якості водного середовища включало відбір проб у приповерхневому шарі водойм, виконання інструментальних вимірювань основних гідрохімічних показників у польових умовах та лабораторний аналіз фізико-хімічного складу води. Визначали вміст розчинених солей, сполук азоту та фосфору, а також оцінювали органолептичні властивості. Обробку результатів здійснювали із застосуванням статистичних методів з подальшим порівнянням отриманих значень із гранично допустимими концентраціями.

Для забезпечення просторової коректності дослідження координати пунктів відбору проб фіксували за допомогою GPS із подальшою побудовою картосхем розміщення об'єктів та аналізом просторового розподілу показників.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ІХ ОБГОВОРЕННЯ

Відповідно до поставленої задачі виконано вибір зразків і надано оцінку для восьми затоплених вироблених просторів кар'єрів Дніпровського району, що використовуються населенням у рекреаційних цілях (рис. 1).

Представлена схема затоплених кар'єрів в Дніпровському районі має нумерацію, що відповідає порядку їх опису в цьому дослідженні. При цьому варто додати, що кар'єри 1 – 7 були орієнтовані на розробку граніту для отримання щебеневої продукції, у той час як кар'єр 8 призначався для виготовлення піщаної продукції.

При проведенні досліджень основна увага приділялася визначенню найбільш важливих показників, які дозволяють оцінити забруднення водних ресурсів: нітритів (NO_2^-), нітратів (NO_3^-), гідрокарбонатів (тимчасова жорсткість), жорсткості, загальної лужності, каламутності, мінералізації, рівня розчиненого кисню, окисно-відновного потенціалу. Відбір проб води

проводився в літній період 7 липня 2025 року.

Нижче наведено результати проведених досліджень, які дозволяють в подальшому виконати ранжування водойм в залишкових

вироблених просторах кар'єрів з визначенням їх привабливості до залучення у рекреаційне використання.



Рис. 1 – Схема розташування відпрацьованих кар'єрів на мапі: 1 – Малий кар'єр (с. Зоряне); 2 – Старокодацький кар'єр; 3 – Новомиколаївський кар'єр; 4 – Таромський кар'єр (Західний); 5 – Таромський кар'єр (Східний); 6 – Кар'єр біля меморіалу «Безіменна висота»; 7 – Кар'єр на Червоному камні; 8 – Озеро «Котлован».

Fig. 1 – Scheme of the location of the exhausted quarries on the map: 1 – Small Quarry (Zoryane village); 2 – Starokodatsky Quarry; 3 – Novomykolaivsky Quarry; 4 – Taromskyi Quarry (Western); 5 – Taromskyi Quarry (Eastern); 6 – Quarry near the “Bezimienna Vysota” Memorial; 7 – Quarry at Chervony Kamin; 8 – “Kotlovan” Lake.

Точка 1 – Малий кар'єр розташований у с. Зоряне Дніпропетровської області. Для визначення стану води та порівняння її якості з іншими водоймами регіону було відібрано проби як із самого кар'єру, так і з прилеглої річки Дніпро. Це дозволило встановити можливі відмінності між техногенною водоймою та природною річковою системою.

Вода в кар'єрі виявилася чистою та прозорою, без характерних проявів «цвітіння» чи сторонніх запахів. Прозорі водойми з низькою каламутністю традиційно мають високу рекреаційну цінність, адже є привабливішими для

відпочинку та купання [10]. Під час огляду не зафіксовано піни, надлишкових водоростей або ознак замулення, що свідчить про відсутність активних процесів евтрофікації.

Рівень радіаційного фону становив 0,18 мкЗв/год, що відповідає природному значенню для цієї місцевості. Також зафіксовано наявність зручної берегової лінії, придатної для безпечного входу у воду, що збільшує потенціал рекреаційного використання. Основні результати лабораторного та польового аналізу наведені в табл. 1.

На підставі зазначених результатів можна зробити висновок, що вода у кар'єрі «Small career» у селі Зоряне за ключовими фізико-

Таблиця 1 – Результати аналізу проб води на точці 1 у Малому кар'єрі та річці Дніпро (с. Зоряне)
Table 1 – Results of water sample analysis at Sampling Site 1 in the Malyy Quarry and the Dnipro River (Zoryane Village)

Показник	Точка 1. Малий кар'єр с. Зоряне	Річка Дніпро 1	ГДК		
			Україна	ЄС	Канада
Нітрити (NO_2^-), мг/дм ³	0,4	0,45	0,5	0,5	3
Нітрати (NO_3^-), мг/дм ³	20	25	45	45	45
Гідрокарбонати	80	56	-	-	-
Жорсткість, мг/дм ³	250	300	-	700	-
Водневий показник <i>pH</i>	7,6	7,2	6,5–8,5	6,5–9,5	7-10,5
Загальна лужність, мг/дм ³	120	85	-	-	-
Каламутність	1	6	-	-	1–3 NTU
Мінералізація, мг/дм ³	691	209	1000	1000	-
Рівень розчиненого кисню, мг/дм ³	9	8	-	-	-
Окисно-відновний потенціал, мВ	20	30	-	-	-

хімічними та токсикологічними параметрами відповідає встановленим нормативам. Це дозволяє вважати її безпечною для рекреаційного використання, зокрема купання, за умови відсутності мікробіологічних ризиків, які не досліджувалися в межах цього аналізу.

У той же час варто зауважити, що вода в кар'єрі за показником каламутності (1 NTU) є набагато кращою за воду у річці Дніпро (6 NTU). Це пояснюється меншим рівнем «цвітіння» водоростей у водоймі кар'єру, що обумовлює її привабливість для відпочиваючих у порівнянні річковою водою.

Точка 2 – кар'єр розташований у межах села Старі Кодаци, поблизу Дніпра. Вода візуально чиста, однак має зелений відтінок. Піна та запах відсутні. Водоростей небагато, що може свідчити про відносно стабільну екосистему та низький рівень евтрофікації. Радіаційний фон 0,15 мкЗв/год – в межах природної норми. Зелений відтінок води може бути зумовлений природними чинниками, зокрема розвитком водної рослинності або підвищеним вмістом мінеральних домішок неорганічного походження. Берегова лінія, яка дозволяє безпечно входити у воду – наявна. Результати лабораторного аналізу наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати аналізу проб води на точці 2 у кар'єрі (с. Старі Кодаци)
Table 2 – Results of water sample analysis at Sampling Site 2 in the quarry (Stari Kodaky Village)

Показник	Точка 2. Кар'єр Старі кодаки	Річка Дніпро 2	ГДК		
			Україна	ЄС	Канада
Нітрити (NO_2^-), мг/дм ³	0,35	0,45	0,5	0,5	3
Нітрати (NO_3^-), мг/дм ³	30	38	45	45	45
Гідрокарбонати	96	75	-	-	-
Жорсткість, мг/дм ³	264	279	-	700	-
Водневий показник <i>pH</i>	8,4	6,8	6,5-8,5	6,5-9,5	7-10,5
Загальна лужність, мг/дм ³	103	81	-	-	-
Каламутність	3	7	-	-	1-3 NTU
Мінералізація, мг/дм ³	604	234	1000	1000	-
Рівень розчиненого кисню, мг/дм ³	8	4	-	-	-
Окисно-відновний потенціал, мВ	6	23	-	-	-

Аналіз показує, що переважна більшість хімічних показників у воді зазначеного кар'єру перебуває в межах допустимих значень. Залізо у пробі відсутнє. Нітрати (20 мг/дм³) та нітрити (0,4 мг/дм³) не перевищують відповідних нормативів.

Оцінка рівня розчиненого кисню (9 мг/дм³)

вказує на достатню насиченість води, а показник окисно-відновного потенціалу становить 20 мВ, що відповідає досить типовим умовам для природних прісних водойм. При цьому, невисокий показник ОВП вказує на те, що вода слабо здатна до самостійного самоочищення у

разі бактеріального та інших видів забруднень.

Результати показують, що такі речовини як ртуть, мідь, свинець, хром (VI), залізо, ціаніди, вільний хлор, вільний бром та загальний хлор у пробі відсутні або знаходяться за діапазоном виявлення. Рівень нітритів ($0,35 \text{ мг/дм}^3$) нижчий за ГДК ($0,5 \text{ мг/дм}^3$), нітрати (30 мг/дм^3) також не перевищують межі 45 мг/дм^3 за всіма нормативами. Рівень розчиненого кисню у воді кар'єру становив 8 мг/дм^3 , що свідчить про достатній кисневий режим. Окисно-відновний потенціал (ОВП) у цій точці – 6 мВ , що вказує на слабку здатність води до самоочищення, зокрема при мікробному навантаженні. Для порівняння, у пробі з річки Дніпро ОВП становив 23 мВ , що є дещо вищим, однак також недостатнім для ефективного природного очищення. Зниження ОВП може свідчити про наявність органічного забруднення або застійну циркуляцію води.

Результати аналізу води в кар'єрі за показником каламутності (3 NTU) перебувають у межах норми, при цьому каламутність води у річці Дніпро поряд з кар'єром складає (7 NTU), що вище гранично допустимої концентрації. Тому, як у попередньому випадку, більш чиста вода на відміну від річки Дніпро приваблює сотні місцевих відпочиваючих у теплий сезон.

Точка 3 – Новомиколаївський кар'єр розташований у селищі Новомиколаївка, поруч із річкою Мокра Сура. Отримані результати відібраних проб дозволяють стверджувати, що вода має нормальний природний вигляд, без вираженого запаху, піни чи візуального забруднення. Радіаційний фон становив $0,07 \text{ мкЗв/год}$ – у межах природного. Водне середовище не виявляє ознак надмірної евтрофікації чи застою. Результати лабораторного аналізу наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Результати аналізу проб води на точці 3 у Новомиколаївському кар'єрі
Table 3 – Results of water sample analysis at Sampling Site 3 in the Novomykolaivskiy Quarry

Показник	Точка 3. Кар'єр Новомиколаївський	Річка Мала Сура	ГДК		
			Україна	ЄС	Канада
Нітрити (NO_2^-), мг/дм^3	0,31	0,33	0,5	0,5	3
Нітрати (NO_3^-), мг/дм^3	30	35	45	45	45
Гідрокарбонати	35	40	-	-	-
Жорсткість, мг/дм^3	251	241	-	700	-
Водневий показник <i>pH</i>	7,6	7,2	6,5-8,5	6,5-9,5	7-10,5
Загальна лужність, мг/дм^3	65	70	-	-	-
Каламутність	3	13	-	-	1-3 NTU
Мінералізація, мг/дм^3	947	762	1000	1000	-
Рівень розчиненого кисню, мг/дм^3	7	2	-	-	-
Окисно-відновний потенціал, мВ	64	57	-	-	-

Аналіз засвідчує, що вода в кар'єрі не містить значної кількості токсикологічно небезпечних елементів. Такі сполуки, як ртуть, мідь, свинець, хром (VI), залізо, ціаніди, вільний хлор, загальний хлор та вільний бром, не були виявлені або наявні в концентраціях нижче діапазону виявлення. Рівень нітритів ($0,31 \text{ мг/дм}^3$) нижчий за допустиму норму в Україні ($0,5 \text{ мг/дм}^3$), аналогічно і рівень нітратів (30 мг/дм^3) також не перевищує ГДК у 45 мг/дм^3 . В ході дослідження не було виявлено фторидів.

Рівень розчиненого кисню у воді кар'єру становив 7 мг/дм^3 , що свідчить про помірно сприятливі умови для водної біоти. Окисно-відновний потенціал (ОВП) становить 64 мВ – це найбільш високий показник серед усіх трьох досліджених точок, що було наведено вище, і він свідчить про дещо кращу здатність води до самоочищення. Для порівняння, у пробі з річки Мала Сура ОВП становив 57 мВ , що також є

прийнятним, проте нижчим. Це може свідчити про незначну евтрофікацію або застійність у річкової воді порівняно з кар'єрною.

Як і у попередніх випадках порівняння води в кар'єрі з річкою Мала Сура дозволяє стверджувати, що в штучній водоймі вода має значно меншу каламутність (3 NTU), що суттєво менше від природньої водойми (13 NTU).

Окрім зазначених факторів варто відмітити значний потенціал Новомиколаївського кар'єру щодо відновлення для використання у рекреаційних цілях, оскільки він має велику площу порівняно з іншими кар'єрами, що дозволяє облаштувати зони активного відпочинку для великої кількості бажаючих.

Точки 4 та 5 – Таромські кар'єри, що розташовані поблизу Таромського району. На сьогодні вони мають різний рівень рекреаційного навантаження: в одному активно купаються (західний т. 4), в іншому – ні (східний т. 5). Вода

у кар'єрах прозора, без піни, без неприємного запаху. Радіаційний фон варіюється від 0,07 до 0,10 мкЗв/год, що відповідає нормі. Візуально обидва кар'єри мають задовільний стан: немає

надлишкової рослинності та засмічення. Результати аналізу наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Результати аналізу проб води на точках 4-5 у Таромських кар'єрах
Table 4 – Results of water sample analysis at Sampling Sites 4-5 in the Taromske Quarries

Показник	Таромські кар'єри		Дніпро 4	ГДК		
	Точка 4	Точка 5		Україна	ЄС	Канада
Нітрити (NO_2^-), мг/дм ³	0,4	0,4	0,9	0,5	0,5	3
Нітрати (NO_3^-), мг/дм ³	31	31	39	45	45	45
Гідрокарбонати	80	85	41	-	-	-
Жорсткість, мг/дм ³	240	245	245	-	700	-
Водневий показник pH	7,8	7,8	6,8	6,5-8,5	6,5-9,5	7-10,5
Загальна лужність, мг/дм ³	110	111	65	-	-	-
Каламутність	4	4	12	-	-	1-3 NTU
Мінералізація, мг/дм ³	503	507	254	1000	1000	-
Рівень розчиненого кисню, мг/дм ³	5	5	3	-	-	-
Окисно-відновний потенціал, мВ	57	64	46	-	-	-

За результатами аналізу встановлено, що всі три проби (обидва кар'єри та річка) мають прийнятні значення для основних токсикологічних і гігієнічних параметрів. У жодній із точок не виявлено сполук ртуті, міді, свинцю, хрому (VI), заліза, ціанідів, вільного хлору, загального хлору та вільного бромю. Концентрація нітритів становила 0,4 мг/дм³ у точці 4, 0,4 мг/дм³ у точці 5 та 0,9 мг/дм³ у річці Дніпро. Нітрати у всіх точках також не перевищують ГДК (значення: 31–39 мг/дм³ при нормі 45 мг/дм³). Показник pH у точках 4 і 5 становить 7, 8, що свідчить про нейтральне середовище. У Дніпрі цей показник був 6,8, що ближче до нижньої межі нормативного діапазону.

Жорсткість води однакова у всіх трьох точках – 240-245 мг/дм³, що вказує на стабільну мінеральну структуру. Мінералізація в річці дещо нижча – 254 мг/дм³, у той час як у кар'єрах – понад 500 мг/дм³, однак усі значення в межах допустимої норми (1000 мг/дм³). Каламутність у річці вища (12 NTU), що перевищує рекомендовану межу Канади (1-3 NTU), тоді як у кар'єрах цей показник наближується до допустимих значень (4 NTU).

Рівень розчиненого кисню у двох кар'єрах – 5 мг/дм³, у Дніпрі – 3 мг/дм³. Це вказує на кращі умови для аерації в кар'єрах порівняно з річкою. Показники окисно-відновного потенціалу (ОВП) склали 64 мВ (точка 4), 57 мВ (точка 5) та 46 мВ (річка), що свідчить про помірну здатність води до природного самоочищення. Найнижче значення ОВП у річці може свідчити про застій або наявність органічної компоненти.

Таким чином, розглянуті кар'єри майже

цілком придатні до відновлення з метою використання у рекреаційних цілях, однак у перешкоді виступає значення каламутності, яке трохи перевищує показники допустимих норм. З іншого боку вода в цих кар'єрах є чистішою за воду в річці Дніпро, що протікає поряд, тому ці водойми є більш привабливими для сезонних відпочивальників.

Точка 6 – Кар'єр біля меморіалу «Безіменна висота», розташований у Новокодацькому районі поблизу вулиці Лірницької, є техногенною водоймою, що сформувалася у виробленому просторі після завершення добувних робіт. Під час обстеження встановлено, що вода має звичний природний вигляд: відсутні зміни кольору, запаху чи каламутності, а наявність орнітофауни опосередковано вказує на відносну екологічну безпечність водойми та достатній рівень трофічної збалансованості.

У той же час зафіксовано прояви евтрофікації, які властиві стоячим або малопроточним водоймам техногенного походження. Цей процес може посилюватися у періоди тривалих високих температур чи за умов інтенсивного сонячного випромінювання, що сприяє активному росту фітопланктону. На момент обстеження ознак поверхневої плівки, піни чи «цвітіння» водоростей не виявлено, а отже, стан водойми можна охарактеризувати як стабільний.

Рівень радіаційного фону становив 0,14 мкЗв/год, що перебуває в межах природного фону та не становить небезпеки. Узагальнені результати аналізу води представлено в табл. 5.

Аналіз свідчить, що вода не містить перевищень концентрацій небезпечних домішок.

Нітрити ($0,35 \text{ мг/дм}^3$) та нітрати (20 мг/дм^3) не перевищують нормативні значення, встановлені усіма трьома системами стандартів (ГДК: $0,5 \text{ мг/дм}^3$ для нітритів та 45 мг/дм^3 для нітратів).

Рівень pH становить 7,8 – що є цілком прийнятним і відповідає межах 6,5-8,5 за українським стандартом.

Таблиця 5 – Результати аналізу проб води на точці 6 у кар'єрі біля меморіалу «Безіменна висота»
Table 5 – Results of water sample analysis at Sampling Site 6 in the quarry near the “Bezimyanna Vysota” Memorial

Показник	Точка 6. Кар'єр біля меморіалу «Безіменна висота»	ГДК		
		Україна	ЄС	Канада
Нітрити (NO_2^-), мг/дм^3	0,35	0,5	0,5	3
Нітрати (NO_3^-), мг/дм^3	20	45	45	45
Гідрокарбонати	95	-	-	-
Жорсткість, мг/дм^3	402	-	700	-
Водневий показник pH	7,8	6,5-8,5	6,5-9,5	7-10,5
Загальна лужність, мг/дм^3	120	-	-	-
Каламутність	12,1	-	-	1-3 NTU
Мінералізація, мг/дм^3	1270	1000	1000	-
Рівень розчиненого кисню, мг/дм^3	3	-	-	-
Окисно-відновний потенціал, мВ	45	-	-	-

Каламутність води становила 12,1 NTU, що значно перевищує рекомендовані межі (1–3 NTU для води за канадськими нормативами). Це може вказувати на наявність частинок природного або антропогенного походження. Мінералізація складає 1270 мг/дм^3 , що також значно перевищує гранично допустимі норми. Рівень розчиненого кисню – лише 3 мг/дм^3 . Це відносно низький показник, що може свідчити про знижене надходження кисню у воду, зменшення аерації та відповідно – знижену здатність водойми до самоочищення.

Варто відзначити, що цей кар'єр має невеликі розміри і не приваблює відпочиваючих, що може бути пов'язано з високою каламутністю води

[11]. Таким чином створення рекреаційної зони в даному місці може бути реалізоване після зниження каламутності.

Точка 7 – кар'єр на Червоному Камні, що розташований у районі з аналогічною назвою у м. Дніпро. Це єдиний з обстежених кар'єрів, де візуально спостерігалася піна та жовтуватий колір води, що викликає сумніви щодо її якості. Водойма має неестетичний вигляд, а також, у порівнянні з іншими, менш приємний запах. Радіаційний фон – $0,12 \text{ мкЗв/год}$, що не перевищує норматив. Можливе надходження забруднень антропогенного походження. Результати дослідження наведені в табл. 6.

Таблиця 6 – Результати аналізу проб води на точці 7 у кар'єрі на Червоному камні
Table 6 – Results of water sample analysis at Sampling Site 7 in the quarry at Chervonyi Kamini

Показник	Точка 7. Кар'єр на Червоному камні	ГДК		
		Україна	ЄС	Канада
Нітрити (NO_2^-), мг/дм^3	0,25	0,5	0,5	3
Нітрати (NO_3^-), мг/дм^3	26	45	45	45
Гідрокарбонати	61	-	-	-
Жорсткість, мг/дм^3	550	-	700	-
Водневий показник pH	7	6,5-8,5	6,5-9,5	7-10,5
Загальна лужність, мг/дм^3	42	-	-	-
Каламутність	13,4	-	-	1-3 NTU
Мінералізація, мг/дм^3	761	1000	1000	-
Рівень розчиненого кисню, мг/дм^3	4	-	-	-
Окисно-відновний потенціал, мВ	15	-	-	-

Усі забруднюючі речовини, зокрема ртуть, мідь, свинець, хром (VI), залізо, ціаніди, вільний хлор, загальний хлор і вільний бром у водному

середовищі були відсутні або перебували не перевищували межу виявлення. Це свідчить про відсутність значущих техногенних впливів,

пов'язаних із важкими металами та сильнодіючими окисниками. Концентрація нітритів становила 0,25 мг/дм³, що не перевищує встановлене допустиме значення (0,5 мг/дм³). Вміст нітратів дорівнював 26 мг/дм³, що також залишається нижчим за ГДК (45 мг/дм³). Таким чином, рівень азотовмісних сполук у водоймі повністю відповідає прийнятим санітарним нормам, незалежно від застосованої системи стандартів.

Жорсткість води становила 550 мг/дм³ при граничному значенні 700 мг/дм³, що вказує на досить високий вміст іонів солей кальцію та магнію, однак показник усе ще перебуває в межах допустимого діапазону. Значення рН дорівнює 7,0, тобто вода має нейтральну реакцію, характерну для природних водойм цього типу, і повністю відповідає нормативним межам (6,5-8,5). Загальна лужність становила 42 мг/дм³.

Мінералізація води в кар'єрі складає 761 мг/дм³, що є нижчим за гранично допустиме значення 1000 мг/дм³. Таким чином можна стверджувати про помірний вміст розчинених солей. Каламутність води – 13,4 NTU – значно перевищує норму (1-3 NTU), що обумовлено наявністю завислих частинок, органічних залишків або водоростей.

Окисно-відновний потенціал становить лише 15 мВ, що вказує на дуже низьку здатність води до природного самоочищення, зокрема при бактеріальному чи органічному забрудненні.

Точка 8 – Озеро «Котлован», що утворилося в виробленому просторі відпрацьованого кар'єру. Воно розташоване на лівому березі Дніпра, в районі активного рекреаційного користування – влітку тут спостерігається велика кількість відпочиваючих. Вода має світло-зелений відтінок, проте не виявлено піни чи активного «цвітіння». Присутня рослинність вздовж берегів, яка може впливати на візуальне сприйняття кольору води. Радіаційний фон – 0,06 мкЗв/год – найнижчий серед усіх точок, що вказує на екологічну стабільність ділянки. Результати дослідження наведені в табл. 7.

Такі показники, як фториди, ртуть, мідь, свинець, хром (VI), залізо, вільний бром, вільний хлор, загальний хлор та ціаніди, у всіх досліджених пробах показали результат 0 або були нижче межі виявлення, що свідчить про відсутність перевищення або вмісту, який не фіксується використовуваними методами аналізу.

Таблиця 7 – Результати аналізу проб води на точці 8. Озеро «Котлован»
Table 7 – Results of water sample analysis at Sampling Site 8, “Kotlovan” Lake

Показник	Точка 8. Кар'єр «Котлован»	ГДК		
		Україна	ЄС	Канада
Нітрити (NO ₂ ⁻), мг/дм ³	0,27	0,5	0,5	3
Нітрати (NO ₃ ⁻), мг/дм ³	28	45	45	45
Гідрокарбонати	41	-	-	-
Жорсткість, мг/дм ³	503	-	700	-
Водневий показник рН	6,2	6,5-8,5	6,5-9,5	7-10,5
Загальна лужність, мг/дм ³	21	-	-	-
Каламутність	11	-	-	1-3 NTU
Мінералізація, мг/дм ³	514	1000	1000	-
Рівень розчиненого кисню, мг/дм ³	5	-	-	-
Окисно-відновний потенціал, мВ	32	-	-	-

Проте варто зазначити, що рН води становить 6,2, що менше за допустиму норму і вказує на кисле середовище. Отже, рекомендувати водойму для використання у рекреаційних цілях без підвищення рН на сьогодні не можна. Це приклад кислих кар'єрних озер, які попри використання для купання, мають низький рН, що може становити ризик для здоров'я [12, 13].

Після проведення аналізу якості води для кожного кар'єру окремо, доцільно перейти до порівняльного аналізу якості вод. Такий підхід дозволяє виявити спільні закономірності та відмінності у фізико-хімічних характеристиках

води між різними кар'єрами, зважаючи на їхнє географічне розташування, історичні показники виникнення, антропогенний вплив та природні особливості.

Оскільки більша кількість показників якості води на розглянутих кар'єрах відповідає гранично допустимим нормам, розглянемо показники за якими зафіксовано невідповідність, це рівень рН, каламутність та мінералізація.

На рис. 2 представлено порівняння якості води в кар'єрах за водневим показником рН, який вказує на кислотно-лужний баланс.

Згідно з отриманими результатами досліджень

(рис. 2), за показником pH лише кар'єр Озеро «Котлован» не відповідає жодним вимогам до рівня кислотно-лужного балансу води від 6,5 до 10,5. Найвищий показник pH 8,4 зафіксовано на кар'єрі Старі Кодаци, що відповідає вимогам України, ЄС та Канади.

Наступним показником, який має перевищення гранично допустимих норм на деяких кар'єрах є каламутність води. Цей показник

використовується урядом Канади для визначення придатності води для споживання і дозволяє встановити її прозорість. Збільшення цього показника в першу чергу означає наявність у воді суспендованих частинок мінерального або органічного походження. Результати порівняння якості води у вироблених кар'єрах за показником каламутності наведено на рис. 3.

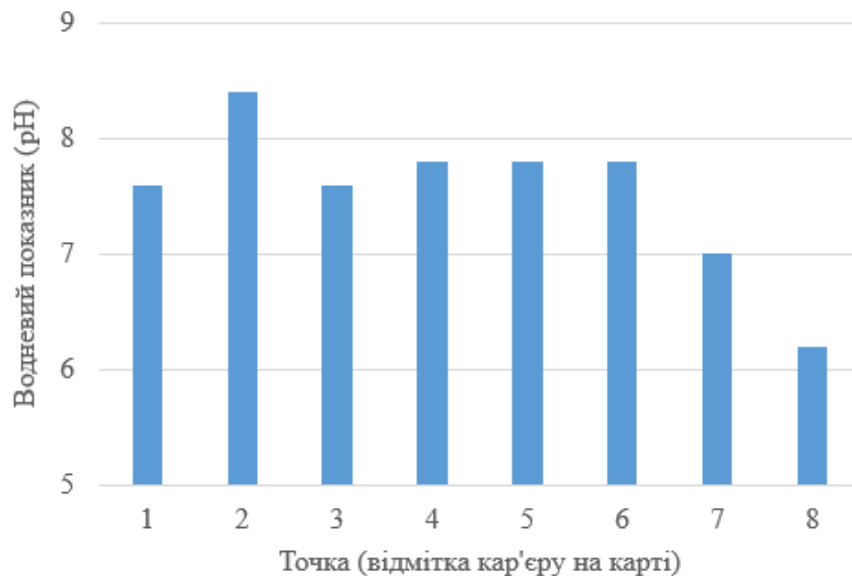


Рис. 2 – Порівняння кислотно-лужного балансу води у вироблених кар'єрах
Fig. 2 – Comparison of the acid-base balance of water in exhausted quarries

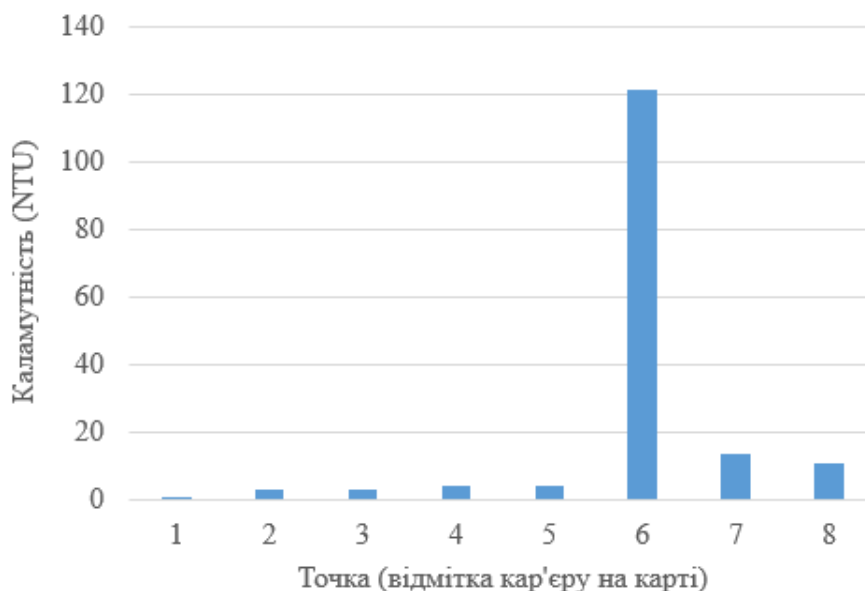


Рис. 3 – Порівняння каламутності води у вироблених кар'єрах
Fig. 3 – Comparison of water turbidity in exhausted quarries

Найвища каламутність води зафіксована у водоймі відпрацьованого кар'єру біля меморіалу «Безіменна висота» – 12,1 NTU, що перевищує гранично допустиме значення. Понад норму (>3

NTU) також мають Таромські кар'єри, кар'єр на Червоному Камені та озеро «Котлован».

Суттєві відмінності між водоймами спостерігаються й за показником окисно-

відновного потенціалу (ОВП), від якого залежить здатність води до самоочищення. Порівняльні результати наведено на рис. 4.

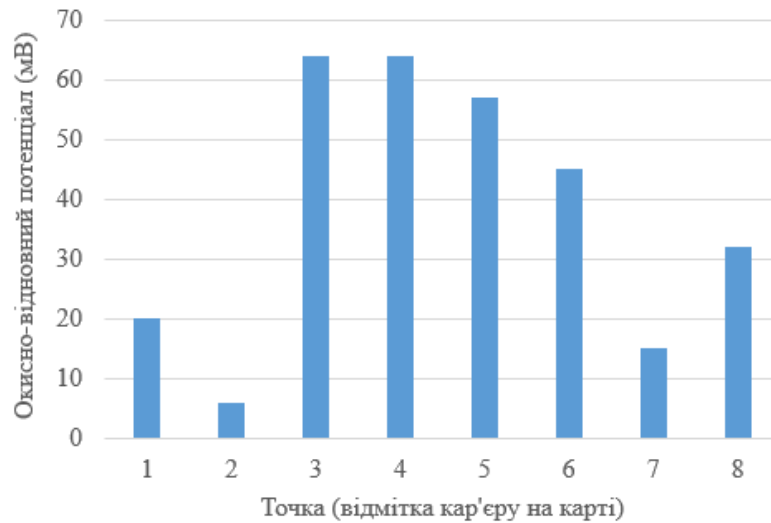


Рис. 4 – Порівняння окисно-відновного потенціалу води у вироблених кар'єрах
Fig. 4 – Comparison of the redox potential of water in exhausted quarries

Порівняння (рис. 4) показує, що найвищі значення ОВП спостерігаються у Новомиколаївському та Таромському кар'єрах, що вказує на добру здатність води до самоочищення. Низькі показники зафіксовано у Старих Кодаках (6 мВ) та на Червоному Камні

(15 мВ), а помірний рівень – у кар'єрі с. Зоряне (20 мВ).

Наступний показник, що відрізняється від нормативних значень, – мінералізація води. Результати подано на рис. 5.

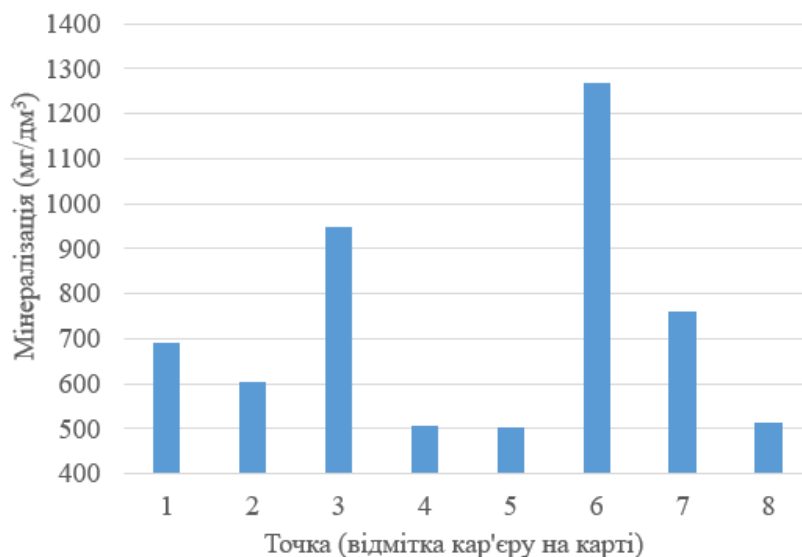


Рис. 5 – Порівняння показників мінералізації води у вироблених кар'єрах
Fig. 5 – Comparison of water mineralization indicators in mined quarries

За результатами варто виділити кар'єр біля меморіалу «Безіменна висота», у якого найвища мінералізація. Вона становить 1270 мг/дм³, що перевищує нормативи, так як максимально допустиме значення – 1000 мг/дм³. Також має підвищене значення кар'єр на Червоному камні,

що становить 761 мг/дм³, але перебуває в межах норми. Найнижче значення було у Таромському кар'єру, яке становить близько 500 мг/дм³, що свідчить про чисту та слабо мінералізовану воду.

Отримані результати дозволяють встановити, що стан води у всіх перелічених кар'єрах має

відміні значення, при цьому показники деяких техногенних водойм перевищують гранично допустимі концентрації. Для порівняння якості води у вироблених кар'єрах між собою і визначення найбільш привабливих об'єктів для подальшого створення рекреаційних зон, пропонується виконати ранжування усіх розглянутих водойм.

Для ранжування існуючих обводнених кар'єрів пропонується методика, що передбачає вибір за кожним з 11 показників трьох техногенних водойм з найкращими показниками. Після визначення трьох найкращих водойм за кожним показником, їм присвоюється один бал, а в подальшому для кожної водойми бали сумуються.

Вихідними даними для виконання оцінювання приймається зведена таблиця з показниками усіх водойм, що були досліджені (табл. 8). У запропонованій таблиці надано співставлення основних параметрів якості води, у всіх розглянутих водоймах, без урахування показників річкової води та гранично допустимих концентрацій, з метою зосередження уваги саме на внутрішній диференціації серед вибраних точок.

Високі значення ОВП свідчать про кращу якість води, належну аерацію та здатність водойм до самоочищення, тоді як низькі значення пов'язані з дефіцитом кисню та накопиченням відновних сполук [14, 15]. У стоячих водоймах для кар'єрів характерні процеси стратифікації, внаслідок яких біля дна фіксується зниження або навіть перехід ОВП у відновні значення [16]. Зважаючи узагальнені дані літератури та власні результати (діапазон 6-64 мВ відносно Ag/AgCl), ми пропонуємо застосовувати операційний поріг для оцінки рекреаційної придатності: ОВП ≥ 40 мВ інтерпретуємо як «добрі умови», а ОВП < 40 мВ – як «недобрі», що дозволяє більш обґрунтовано класифікувати досліджувані водойми [17]. Це є операційний поріг, запропонований авторами на основі проаналізованих досліджень та власних результатів.

Вихідні результати для виставлення балів за найкращі показники серед інших кар'єрів, наведено в табл. 8.

Відповідно до них, створено рейтинг водойм у вироблених просторах кар'єрів Дніпровського району (табл. 9).

Таблиця 8 – Загальна інформація по водоймам у кар'єрах Дніпровського району

Table 8 – General information on water bodies in quarries of the Dnipro District

Показник	Точка (відмітка кар'єру на карті)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Нітрити (NO_2^-), мг/дм ³	0,4	0,35	0,31	0,4	0,4	0,35	0,25	0,27
Нітрати (NO_3^-), мг/дм ³	20	30	30	31	31	20	26	28
Гідрокарбонати	80	96	35	85	80	95	61	41
Жорсткість, мг/дм ³	250	264	251	245	240	402	550	503
Водневий показник pH	7,6	8,4	7,6	7,8	7,8	7,8	7	6,2
Загальна лужність, мг/дм ³	120	103	65	111	110	120	42	21
Каламутність	1	3	3	4	4	12,1	13,4	11
Мінералізація, мг/дм ³	691	604	947	507	503	1270	761	514
Рівень розчиненого кисню, мг/дм ³	9	8	7	5	5	3	4	5
Окисно-відновний потенціал, мВ	20	6	64	64	57	45	15	32
Радіаційний фон, мкЗв/год	0,18	0,15	0,07	0,10	0,07	0,14	0,12	0,06

Таблиця 9 – Визначення рейтингу найкращих водойм для рекреаційної діяльності

Table 9 – Ranking of the most suitable water bodies for recreational use

Показник	Бали* за найкращі показники якості води у вироблених кар'єрах (відмітка точки на карті)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Нітрити (NO_2^-)	0	0	1	0	0	0	1	1
Нітрати (NO_3^-)	1	0	0	0	0	1	1	0
Гідрокарбонати	0	0	1	0	0	0	1	1
Жорсткість	1	0	0	1	1	0	0	0
Водневий показник pH	1	0	1	0	0	0	1	x
Загальна лужність	0	0	1	0	0	0	1	1
Каламутність	1	1	1	x	x	x	x	x

Таблиця 9 - Продовження
Table 9 - Continued

Мінералізація	0	0	0	1	1	x	0	1
Рівень розчиненого кисню	1	1	1	0	0	0	0	0
Окисно-відновний потенціал	0	0	1	1	1	1	0	0
Радіаційний фон	0	0	1	0	1	0	0	1
Рейтинг водойми	5	2	8	x	x	x	x	x

Примітка: 1 – 1 бал; 0 – 0 балів; x – перевищено гранично допустимі концентрації

4. ВИСНОВКИ

Відповідно до встановленого рейтингу (табл. 9), найкращими з розглянутих є Новомиколаївський кар'єр (8 балів), Малий кар'єр с. Зоряне (5 балів) і Старокодацький кар'єр (2 бали). Решта кар'єрів не зважаючи на наявність найкращих показників за деякими параметрами не можуть бути запропоновані до використання у рекреаційних цілях до періоду зниження концентрацій окремих забруднюючих речовин до ГДК.

Серед найкращих кар'єрів варто звернути увагу на їхні розміри та віддаленість від населених пунктів, що обумовлює привабливість інвесторів у розробку і впровадження проєктів рекреаційного призначення.

Загальні результати досліджень показують, що жодна з проб не перевищує гранично допустимі концентрації небезпечних хімічних речовин (важкі метали, нітрити, нітрати тощо), однак деякі точки демонструють перевищення каламутності (Точка 6 – 12,1 NTU, Точка 7 – 13,4 NTU, Точка 8 – 11 NTU) та знижені значення окисно-відновного потенціалу (<40 мВ у точках 1, 2, 7, 8), що свідчить про слабку здатність води до самоочищення. Водневий показник озера «Котлован» складає $pH = 6,2$, що не відповідає жодним вимогам до рівня кислотно-лужного балансу води.

Найкращі результати за всіма параметрами були зафіксовані у точках 1, 2 та 3, які характеризуються помірною мінералізацією, хорошим кисневим режимом і стабільним хімічним складом.

Натомість найгірші показники каламутності, жорсткості та кисневого балансу спостерігались у точках 6, 7 та 8, що може свідчити про зниження якості води внаслідок природних або антропогенних факторів.

Запропонована методика ранжування існуючих обводнених кар'єрів між собою, що передбачає вибір за кожним з 11 встановлених показників трьох техногенних водойм з найкращими показниками з подальшим визначенням загальної суми балів. Розроблено рейтинг найкращих водойм відповідно до якого Новомиколаївський кар'єр має 8 балів, Малий

кар'єр с. Зоряне – 5 балів і Старокодацький кар'єр – 2 бали. Відповідно до запропонованої методики решта кар'єрів не можуть бути запропоновані до використання у рекреаційних цілях до періоду зниження концентрацій окремих показників до ГДК.

Отримані результати дозволяють сформувати карту екологічної безпеки водойм, визначити пріоритетні напрямки подальших досліджень і можливі рекомендації щодо рекреаційного використання кожного з об'єктів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Stokral M., Bai Z., Franssen W., Hofstra N., Koelmans A. A., Ludwig F. et al. Urbanization: an increasing source of multiple pollutants to rivers in the 21st century. *npj Urban Sustainability*. 2021. Vol. 1 (24). Pp. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00026-w>
2. Seelen L. M. S., Teurlincx S., Bruinsma J., Huijsmans T. M. F., van Donk E., Lüring M., de Senerpont Domis L. N. The value of novel ecosystems: Disclosing the ecological quality of quarry lakes. *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 769. Article 144294. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144294>
3. Jansen J., Simpson G. L., Weyhenmeyer G. A., Härkönen L. H., Paterson A. M., del Giorgio P. A., Prairie Y. T. Climate-driven deoxygenation of northern lakes. *Nature Climate Change*. 2024. Vol. 14. Pp. 832-838. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02058-3>
4. Su W., Wu J., Zhu B., Chen K., Peng W., Hu B. Health evaluation and risk factor identification of urban lakes: A case study of Lianshi Lake. *Water*. 2020. Vol. 12 (5). Article 1428. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12051428>
5. Leal Filho W., Eustachio J. H. P. P., Fedoruk M., Lisovska T. War in Ukraine: An overview of environmental impacts and consequences for human health. *Frontiers in Sustainable Resource Management*. 2024. Vol. 3. Article 1423444. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsrma.2024.1423444>
6. Shumilova O., Tockner K., Sukhodolov A., De Meester L. Impact of the Russia–Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nature Sustainability*. 2023. Vol. 6 (7). Pp. 578-586. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x>
7. Міністерство охорони здоров'я України. Наказ № 276 «Про затвердження гігієнічних нормативів і нормативів безпечності та окремих показників якості води» від 22.02.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0304-22>
8. European Parliament, Council of the European Union. Directive (EU) 2020/2184 on the quality of water intended for human consumption (recast). Official Journal of the European Union. 2020. L 435. P. 1-62. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj>
9. Health Canada. Guidelines for Canadian drinking water

- quality – Summary table. 2023. URL: <https://www.canada.ca/.../guidelines-canadian-drinking-water-quality-summary-table.html>
10. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Indicators: Water Clarity. National Aquatic Resource Surveys – Water Quality Indicators. 2025. URL: <https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-water-clarity>
 11. Castagna S., Dino G. A., Lasagna M., De Luca D. A. Environmental issues connected to the quarry lakes and chance to reuse fine materials deriving from aggregate treatments. *Engineering Geology for Society and Territory*. Vol. 5. Springer, 2015. Pp. 71-74. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-09048-1_13
 12. Hinwood A. L., Heyworth J., Tanner H., McCullough C. D. Recreational use of acidic pit lakes: Human health considerations for post-closure planning. *Journal of Water Resource and Protection*. 2012. Vol. 4 (12). Pp. 1061-1070. DOI: <https://doi.org/10.4236/jwarp.2012.412122>
 13. Williams M. S., Oyedotun T. D. T., Simmons D. A. Assessment of water quality of lakes used for recreational purposes in abandoned mines of Linden, Guyana. *Geology, Ecology, and Landscapes*. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/24749508.2019.1633220>
 14. City of Lake Elsinore. What is Oxidative Reduction Potential (ORP) and why is it important? In: Lake Elsinore Nanobubble Project FAQs. 2024. URL: <https://lake-elsinore.org>
 15. YSI (Xylem Inc.). Understanding Oxidation-Reduction Potential (ORP) in Water. URL: <https://www.ysi.com/parameters/orp-redox>
 16. Moleaer. What is Oxidation-Reduction Potential (ORP) for Lakes? 2023. URL: <https://moleaer.com/.../what-is-oxidation-reduction-potential>
 17. KETOS. Testing for Oxidation Reduction Potential (ORP) in Water. URL: <https://ketos.co/parameter/orp-water-quality-testing>
 - health. *Frontiers in Sustainable Resource Management*, 3, Article 1423444. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsrma.2024.1423444>
 6. Shumilova, O., Tockner, K., Sukhodolov, A., & De Meester, L. (2023). Impact of the Russia–Ukraine armed conflict on water resources and water infrastructure. *Nature Sustainability*, 6(7), 578–586. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01068-x>
 7. Ministerstvo okhorony zdorovia Ukrainy. Nakaz № 276 «Pro zatverdzhennia hihienichnykh normatyviv i normatyviv bezpechnosti ta okremykh pokaznykiv yakosti vody» vid 22.02.2022 [Ministry of Health of Ukraine. (2022). Order No. 276 on approval of hygienic standards and safety requirements for certain water quality indicators]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0304-22> (in Ukr.).
 8. European Parliament & Council of the European Union. (2020). Directive (EU) 2020/2184 on the quality of water intended for human consumption (recast). Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj>
 9. Health Canada. (2023). Guidelines for Canadian drinking water quality – Summary table. Retrieved from: <https://www.canada.ca/.../guidelines-canadian-drinking-water-quality-summary-table.html>
 10. U.S. Environmental Protection Agency. (2025). Indicators: Water clarity. Retrieved from: <https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-water-clarity>
 11. Castagna, S., Dino, G. A., Lasagna, M., & De Luca, D. A. (2015). Environmental issues connected to the quarry lakes and chance to reuse fine materials deriving from aggregate treatments. *Engineering Geology for Society and Territory*. Vol. 5, pp. 71-74. Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-09048-1_13
 12. Hinwood, A. L., Heyworth, J., Tanner, H., & McCullough, C. D. (2012). Recreational use of acidic pit lakes: Human health considerations for post-closure planning. *Journal of Water Resource and Protection*. Vol. 4(12), 1061–1070. DOI: <https://doi.org/10.4236/jwarp.2012.412122>
 13. Williams, M. S., Oyedotun, T. D. T., & Simmons, D. A. (2019). Assessment of water quality of lakes used for recreational purposes in abandoned mines of Linden, Guyana. *Geology, Ecology, and Landscapes*. DOI: <https://doi.org/10.1080/24749508.2019.1633220>
 14. City of Lake Elsinore. (2024). What is oxidative reduction potential (ORP) and why is it important? Retrieved from: <https://lake-elsinore.org>
 15. YSI (Xylem Inc.). (n.d.). Understanding oxidation-reduction potential (ORP) in water. Retrieved from: <https://www.ysi.com/parameters/orp-redox>
 16. Moleaer. (2023). What is oxidation-reduction potential (ORP) for lakes? Retrieved from: <https://moleaer.com/.../what-is-oxidation-reduction-potential>
 17. KETOS. (n.d.). Testing for oxidation-reduction potential (ORP) in water. Retrieved from: <https://ketos.co/parameter/orp-water-quality-testing>

REFERENCES

1. Strokai, M., Bai, Z., Franssen, W., Hofstra, N., Koelmans, A. A., Ludwig, F., Kroeze, C et al. (2021). Urbanization: An increasing source of multiple pollutants to rivers in the 21st century. *npj Urban Sustainability*, 1(24). DOI: <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00026-w>
2. Seelen, L. M. S., Teurlincx, S., Bruinsma, J., Huijsmans, T. M. F., van Donk, E., Lüring, M., & de Senerpont Domis, L. N. (2021). The value of novel ecosystems: Disclosing the ecological quality of quarry lakes. *Science of the Total Environment*, 769, Article 144294. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144294>
3. Jansen, J., Simpson, G. L., Weyhenmeyer, G. A., Härkönen, L. H., Paterson, A. M., del Giorgio, P. A., & Prairie, Y. T. (2024). Climate-driven deoxygenation of northern lakes. *Nature Climate Change*, 14, 832–838. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02058-3>
4. Su, W., Wu, J., Zhu, B., Chen, K., Peng, W., & Hu, B. (2020). Health evaluation and risk factor identification of urban lakes: A case study of Lianshi Lake. *Water*, 12(5), Article 1428. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12051428>
5. Leal Filho, W., Eustachio, J. H. P. P., Fedoruk, M., & Lisovska, T. (2024). War in Ukraine: An overview of environmental impacts and consequences for human

ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF RESIDUAL QUARRY WATERS IN THE DNIPRO DISTRICT FOR RECREATIONAL USE

O. V. Lozhnikov, V. O. Adamova, P. K. Lomazov

*Dnipro University of Technology,
19 Dmytro Yavornytskyi Ave., 49005 Dnipro, Ukraine, lom.lomazov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1231-0295>, <https://orcid.org/0009-0000-7802-5193>,
<https://orcid.org/0009-0007-7129-1334>*

The article presents the results of a comprehensive study of water quality in flooded mined-out quarry spaces of the Dnipro District, aimed at assessing their potential for further utilization in industrial or recreational purposes. The research includes a detailed description of the applied methodology, which combines visual-geographical, organoleptic, instrumental-field, and laboratory-analytical methods, thereby ensuring an integrated evaluation of the current state of these technogenic water bodies.

Visual-geographical observations involved recording the spatial coordinates of quarries using GPS navigation and assessing their general morphometric characteristics. Organoleptic surveys were conducted directly on site and allowed the identification of odour, colour, turbidity, and water temperature. Instrumental field measurements provided data on the level of ionizing radiation in adjacent territories. Under laboratory conditions, water mineralization, total hardness, acidity, and other key physicochemical parameters were determined, which are essential for evaluating compliance with sanitary and hygienic standards.

Based on the obtained results, a ranking methodology for the studied water bodies was developed, enabling an objective assessment of the suitability of each site. The rating identified the best quarry reservoirs: the Novomykolaivskyi Quarry received 7 points, the Small Quarry in Zoryane Village received 6 points, while the Starokodatskyi Quarry received 3 points.

The study demonstrated that other quarries currently cannot be recommended for recreational use due to exceeding concentrations of certain pollutants relative to the maximum permissible levels. The scientific novelty of the research lies in the first comprehensive comparison of technogenic water bodies in this region using three normative systems, which ensured a more detailed and substantiated evaluation of their environmental safety.

The practical significance of the results is reflected in their potential application by local authorities when making decisions regarding the regulation of recreational activities on technogenic water bodies and determining the permissible anthropogenic load on such sites. The findings may serve as a basis for developing programmes for the improvement and rehabilitation of coastal areas, identifying priority directions for environmental protection measures, and forming local strategies for environmental safety.

Furthermore, the results are valuable for the population and visitors, as they provide access to objective information on water quality and potential health risks associated with recreational use of these water bodies. This supports informed decision-making when choosing recreation sites and helps prevent possible adverse health effects, which is particularly relevant given the growing popularity of recreation on technogenic reservoirs.

Keywords: quarry, flooded mined-out spaces, reclamation, recreational zone, water quality, environmental monitoring, environmental safety.

*Подання до редакції : 25. 11. 2025
Надходження остаточної версії : 05. 12. 2025
Публікація статті : 23. 12. 2025*