

СТРАТЕГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ВПРОВАДЖЕННЯ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ З УРАХУВАННЯМ ВИДОБУТКУ ГРАНІТУ: SWOT ТА PEST-АНАЛІЗ

Пацева І. Г., Медвідь О. В.

Державний університет «Житомирська політехніка»

вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005

rig@ztu.edu.ua;

ke_mov@ztu.edu.ua

У статті представлено стратегічний аналіз передумов для впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів, які зазнають впливу діяльності гранітних кар'єрів. В умовах інтенсивного видобування природних ресурсів моніторинг стає ключовим інструментом для забезпечення екологічної безпеки та сталого використання водних ресурсів. У рамках дослідження застосовано два методи стратегічного аналізу – SWOT та PEST.

SWOT-аналіз дозволив ідентифікувати сильні та слабкі сторони впровадження моніторингових досліджень, а також визначити можливості й загрози для реалізації таких проєктів. До сильних сторін віднесено наявність базових даних щодо стану водних об'єктів, розвинуту нормативно-правову базу та доступ до сертифікованих лабораторій для проведення якісного аналізу проб води. Водночас, серед слабких сторін визначено недостатнє фінансування екологічних програм, обмеженість автоматизованих систем контролю та нерегулярність моніторингових досліджень, що ускладнює аналіз динаміки забруднення.

Аналіз можливостей показує, що перспективи залучення міжнародного співробітництва, включно з адаптацією до європейських стандартів (Водна рамкова директива 2000/60/ЄС), а також впровадження сучасних технологій, таких як сенсори для моніторингу в реальному часі, автоматизовані станції та геоінформаційні сис-

теми (ГІС). Водночас загрозами є економічні обмеження, низька екологічна свідомість частини населення та зростаюче антропогенне навантаження на водні ресурси через розширення гірничодобувної діяльності.

PEST-аналіз зосереджує увагу на зовнішніх чинниках, які впливають на впровадження моніторингових систем. Політичний аспект охоплює нормативно-правову базу, що регулює охорону довкілля, а також необхідність адаптації до стандартів ЄС. Економічні чинники вказують на високу вартість моніторингового обладнання, лабораторних досліджень і потребу в міжнародному фінансуванні для модернізації інфраструктури. Соціальний компонент акцентує увагу на важливості залучення громадськості до моніторингових програм, тоді як технологічний аспект вимагає впровадження автоматизованих систем, оцифрування даних і створення інтегрованих баз для аналізу результатів.

Результати дослідження підкреслюють важливість інтегрованого підходу до моніторингу водних об'єктів у районах видобування граніту. Для забезпечення стійкості водних ресурсів рекомендовано впроваджувати передові технології, залучати міжнародний досвід, посилювати екологічний контроль і розширювати участь громадськості. Виконання цих рекомендацій дозволить знизити негативний вплив видобувної діяльності на довкілля та сприятиме сталому управлінню природними ресурсами.

Ключові слова: малі річки, індекс забрудненості води (ІЗВ), екологічна оцінка, сталий розвиток, водні об'єкти, екологічна безпека, SWOT та PEST-аналізи.

Strategic analysis of the prerequisites for the implementation of monitoring studies of water bodies with regard to granite mining: SWOT and PEST analysis. *Patseva I., Medvid O.*

The article presents a strategic analysis of the prerequisites for the implementation of monitoring studies of water bodies affected by granite quarrying. In the context of intensive extraction of natural resources, monitoring becomes a key tool for ensuring environmental safety and sustainable use of water resources. The study used two methods of strategic analysis - SWOT and PEST.

The SWOT analysis allowed us to identify the strengths and weaknesses of the implementation of monitoring studies, as well as to identify opportunities and threats to the implementation of such projects. The strengths include the availability of basic data on the state of water bodies, a developed regulatory framework, and access to certified laboratories for high-quality analysis of water samples. At the same time, the weaknesses identified include insufficient funding for environmental programmes, limited automated control systems, and irregular monitoring studies, which complicates the analysis of pollution dynamics.

The analysis of opportunities shows prospects for international cooperation, including the adaptation of European standards under the EU Water Framework Directive, as well as the introduction of modern technologies such as sensors for real-time monitoring, automated stations and geographic information systems (GIS). At the same time, threats include economic constraints, low environmental awareness among the population, and the growing anthropogenic pressure on water resources due to the expansion of mining activities.

PEST analysis focuses on external factors that influence the implementation of monitoring systems. The political aspect covers the legal framework governing environmental protection and the need to adapt to EU standards. Economic factors point to the high cost of monitoring equipment, laboratory tests and the need for international funding to modernise infrastructure. The social component emphasises the

importance of involving the public in monitoring programmes, while the technological aspect requires the introduction of automated systems, digitalisation of data and the creation of integrated databases for analysing results.

The study results highlight the importance of an integrated approach to monitoring water bodies in granite mining areas. To ensure the sustainability of water resources, it is recommended to introduce advanced technologies, attract international experience, strengthen environmental control and expand public participation. Implementation of these recommendations will reduce the negative environmental impact of mining activities and promote sustainable management of natural resources.

Keywords: small rivers, water pollution index (WPI), environmental assessment, sustainable development, water bodies, environmental safety, SWOT and PEST analyses.

Актуальність дослідження

Видобування граніту є важливим сектором економіки України, але водночас воно супроводжується значним антропогенним навантаженням на довкілля, зокрема на водні об'єкти. Впровадження ефективної системи моніторингу водних ресурсів у зонах гірничодобувної діяльності є стратегічно важливим для збереження екосистем і забезпечення екологічної безпеки.

Цей стратегічний аналіз включає розгляд екологічних, економічних, соціальних, технологічних і законодавчих передумов, що визначають необхідність моніторингу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Видобування граніту є важливою складовою економічної діяльності, проте цей процес часто супроводжується значним впливом на навколишнє середовище, зокрема на водні ресурси. Забруднення водних об'єктів, яке виникає через скиди зворотних вод, ерозію ґрунтів, потрапляння хімічних речовин і зміну гідрологічного режиму, становить серйозну екологічну проблему. Впровадження систематичних моніторингових

досліджень водних об'єктів є стратегічно важливим кроком для забезпечення екологічної безпеки та стійкого розвитку регіонів із видобуванням граніту. Аналіз передумов для впровадження таких досліджень включає розгляд екологічних, технологічних, економічних, соціальних і правових аспектів.

Екологічні передумови обґрунтовуються необхідністю збереження водних ресурсів і екосистем, які є чутливими до антропогенного навантаження. Видобуток граніту призводить до збільшення вмісту зважених часток, важких металів, сульфатів, нітратів та інших хімічних сполук у воді, що спричиняє деградацію екосистем, зниження біорізноманіття, погіршення якості питної води та ризику для здоров'я людей. Зокрема, у зоні діяльності кар'єрів спостерігається підвищення концентрацій заліза, свинцю, кадмію та органічних речовин у воді, що може мати довгострокові наслідки. Моніторинг дозволить виявляти ці проблеми на ранніх стадіях і оперативно розробляти заходи з їх усунення.

Технологічні передумови пов'язані з доступністю сучасних засобів для проведення моніторингових досліджень. Нині існують автоматизовані системи, які дозволяють проводити безперервний моніторинг якості води, фіксуючи зміни фізико-хімічних і біологічних параметрів у реальному часі. Встановлення таких станцій у стратегічно важливих точках водних об'єктів поблизу кар'єрів, забезпечить більш точне надання даних для аналізу. Крім того, лабораторні технології дозволяють проводити детальний хімічний аналіз проб води, виявляючи навіть мікроконцентрації забруднювальних речовин. Однак для впровадження таких систем необхідно забезпечити фінансування і кваліфікований персонал.

Економічні передумови враховують значення раціонального використання природних ресурсів для сталого розвитку. Забруднення водних об'єктів призводить до зростання витрат на їх очищення, зниження продуктивності рибного господарства та сільського господарства, а також до економічних втрат через погіршення стану довкілля. У той же час, впровадження моніторингу дозволяє підприємствам уникати штрафів за порушення екологічного законодавства, підвищувати ефективність управління виробничими процесами та мінімізувати ризики аварійних

ситуацій. Довгострокова економічна вигода від моніторингу переважає над витратами на його впровадження.

Соціальні передумови обумовлені необхідністю захисту здоров'я людей і підвищенням екологічної свідомості населення. Забруднення водних об'єктів у зонах видобування граніту може негативно впливати на якість питної води та здоров'я місцевих мешканців. Це викликає соціальну напругу і може призвести до протестів проти діяльності кар'єрів. Регулярний моніторинг і відкритість результатів досліджень сприятимуть зміцненню довіри громади до підприємств і органів влади. Важливим є також залучення громадськості до екологічного моніторингу, що сприятиме формуванню відповідального ставлення до довкілля.

Правові передумови базуються на національному та міжнародному екологічному законодавстві. В Україні існує низка нормативних актів, які регулюють контроль за якістю води в поверхневих об'єктах, зокрема Водний кодекс України та закони про охорону навколишнього середовища. Водночас необхідно вдосконалити механізми реалізації цих норм і посилити відповідальність за недотримання екологічних стандартів. Впровадження моніторингу також відповідає міжнародним стандартам, зокрема Водній рамковій директиві ЄС, що є важливим для інтеграції України до європейського екологічного простору.

Викладення основного матеріалу

Розробка системи моніторингових досліджень водних об'єктів у районах видобування граніту є важливим кроком для забезпечення екологічної стійкості. SWOT-аналіз допомагає оцінити передумови впровадження моніторингових досліджень, виявити сильні та слабкі сторони, а також визначити можливості й загрози для цього процесу. SWOT-аналіз – це метод оцінки сильних і слабких сторін, можливостей і загроз, пов'язаних із моніторингом водних об'єктів у зонах видобування граніту. Даний підхід допоможе визначити ключові напрями для покращення системи моніторингу водних об'єктів із урахуванням специфіки діяльності гірничодобувних підприємств. Результати SWOT-аналіз

Таблиця 1

SWOT-аналіз передумов впровадження інноваційних програм поводження з відходами

	Позитивний вплив	Негативний вплив
Внутрішнє середовище	Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)
	A1. Наявність базових даних про водні ресурси A2. Технічна база для лабораторних досліджень A3. Законодавча основа A5. Підтримка громадських ініціатив	B1. Нерегулярність моніторингу B2. Обмежена доступність технологій B3. Недостатнє фінансування B4. Брак кваліфікованих кадрів B5. Відсутність інтегрованого підходу
Зовнішнє середовище	Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
	C1. Впровадження автоматизованих систем моніторингу C2. Залучення міжнародного досвіду C3. Розширення громадського контролю C4. Модернізація лабораторій C5. Розвиток екологічного законодавства	D 1. Зростання антропогенного навантаження D 2. Кліматичні зміни D 3. Економічні виклики D 4. Недотримання екологічних норм підприємствами D 5. Вторинне забруднення

передумов впровадження інноваційних програм моніторингу впливу видобутку граніту на водні об'єкти наведено в табл. 1.

Сильні сторони

Сильні сторони впровадження моніторингових досліджень включають наявність базових даних щодо якості води, які вже накопичені у регіонах із активним видобуванням граніту.

Існуючі лабораторії мають технічну базу, що дозволяє проводити аналіз фізико-хімічних, біологічних і мікробіологічних параметрів води, таких як концентрація нітратів, важких металів, органічного забруднення та інші показники.

Наявна законодавча база, включаючи Водний кодекс України, встановлює чіткі нормативи для якості води, що створює правове підґрунтя для впровадження моніторингових систем. Крім того, активна участь громадських організацій у моніторингу забезпечує суспільний контроль, що підсилює прозорість процесу:

1. *Наявність базових даних про водні ресурси.*
2. *Технічна база для лабораторних досліджень.*
3. *Законодавча основа.*
4. *Підтримка громадських ініціатив.*

Слабкі сторони

Стримують впровадження ефективних моніторингових досліджень. Однією з головних проблем є нерегулярність моніторингу, що не враховує сезонних коливань і пікових періодів забруднення. У багатьох випадках фінансування екологічних програм є недостатнім, що обмежує можливості модернізації лабораторного обладнання та створення автоматизованих систем моніторингу. Також бракує кваліфікованих кадрів, особливо в сільських регіонах, де розташовані кар'єри. Дані, зібрані різними організаціями, часто не інтегруються в єдину базу, що ускладнює стратегічний аналіз:

1. *Нерегулярність моніторингу.*
2. *Обмежена доступність технологій.*
3. *Недостатнє фінансування.*
4. *Брак кваліфікованих кадрів.*
5. *Відсутність інтегрованого підходу.*

Можливості

Існує широкий спектр можливостей для підвищення ефективності моніторингових досліджень. Зокрема, впровадження автоматизованих систем моніторингу з використанням сенсорів дозволить проводити аналіз води в режимі реального часу. Міжнародний досвід, зокрема впрова-

дження європейських стандартів у рамках Водної рамкової директиви ЄС, може бути адаптований до українських умов. Розширення громадського контролю шляхом навчання місцевого населення сприятиме підвищенню точності та оперативності збирання даних. Модернізація лабораторій із залученням інвестицій забезпечить можливість аналізу нових параметрів, таких як мікропластик або специфічні забруднювачі. Крім того, розвиток екологічного законодавства шляхом посилення вимог до підприємств-експлуатантів сприятиме зменшенню обсягів забруднення:

1. *Впровадження автоматизованих систем моніторингу.*
2. *Залучення міжнародного досвіду.*
3. *Розширення громадського контролю.*
4. *Модернізація лабораторій.*
5. *Розвиток екологічного законодавства.*

Загрози

На шляху впровадження моніторингових систем є й певні загрози. Зростання антропогенного навантаження через розширення кар'єрів може перевищити адаптаційний потенціал водних екосистем. Кліматичні зміни, такі як посухи чи інтенсивні зливи, можуть впливати на динаміку забруднення та ускладнювати точність оцінки результатів моніторингу. Економічна нестабільність і скорочення державного фінансування екологічних програм також є ризиками, які можуть відтермінувати модернізацію системи моніторингу. У разі недостатнього контролю з боку держави підприємства можуть ігнорувати екологічні нормативи, що посилить навантаження на водні об'єкти. Вторинне забруднення донних відкладень також є довгостроковою загрозою, яка потребує комплексного підходу для вирішення:

1. *Зростання антропогенного навантаження.*
2. *Кліматичні зміни.*
3. *Економічні виклики.*
4. *Недотримання екологічних норм підприємствами.*
5. *Вторинне забруднення.*

SWOT-аналіз демонструє, що впровадження моніторингових досліджень у районах видобування граніту має значний потенціал для покращення якості водних об'єктів, однак потребує

усунення слабких сторін та протидії зовнішнім загрозам. Впровадження автоматизованих систем, інтеграція даних, підвищення кваліфікації фахівців і активна участь громадськості є ключовими передумовами для створення ефективної системи моніторингу. А також впровадження пілотних проєктів за підтримки міжнародних організацій, спрямованих на захист водних ресурсів та збільшення частоти перевірок підприємств та введення штрафів за порушення екологічних норм, то завдяки цим заходам можна мінімізувати негативний вплив гірничодобувної діяльності та забезпечити сталі управління водними ресурсами.

SWOT-аналіз показує, що удосконалення моніторингових досліджень водних об'єктів у зонах видобування граніту має значний потенціал для зменшення негативного впливу на довкілля. Реалізація рекомендацій дозволить не лише підвищити ефективність моніторингу, але й сприяти.

Провівши PEST-аналіз (табл. 2), який дозволяє оцінити зовнішні чинники, які впливають на впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів у зонах видобування граніту. Можемо стверджувати, що підхід розглядає політичні, економічні, соціальні та технологічні аспекти, що впливають на якість управління водними ресурсами та екологічну безпеку.

Політичні фактори (Political)

Політична стабільність і наявність законодавчих норм є важливими передумовами для впровадження ефективного моніторингу. В Україні існує відповідна нормативна база, зокрема Водний кодекс України та закони, що регулюють охорону довкілля. Крім того, Україна поступово адаптує своє законодавство до європейських стандартів у межах Водної рамкової директиви ЄС, що сприяє впровадженню новітніх методів моніторингу. Однак політична воля до впровадження екологічних ініціатив часто стикається з іншими пріоритетами, зокрема підтримкою промислових підприємств. Недостатня частота екологічних перевірок і обмежена відповідальність гірничодобувних підприємств за порушення можуть стримувати впровадження моніторингових систем. З іншого боку, зростаючий інтерес держави до екологічної безпеки та міжнародна під-

Таблиця 2

**PEST-аналіз передумов впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів
з урахуванням видобування граніту**

Political – політичні показники	Economical – економічні показники
<p>A1. Наявність нормативної бази (Водний кодекс України, закони про охорону довкілля).</p> <p>A2. Адаптація до стандартів ЄС (Рамкова водна директива).</p> <p>A3. Недостатня частота екологічних перевірок.</p> <p>A4. Обмежена відповідальність підприємств за порушення.</p> <p>A5. Міжнародна підтримка екологічних проєктів (гранти, програми).</p>	<p>V1. Високі витрати на впровадження моніторингових систем.</p> <p>V2. Обмежене державне фінансування екологічних програм.</p> <p>V3. Недостатнє залучення гірничодобувних підприємств до фінансування природоохоронних заходів.</p> <p>V4. Можливості залучення міжнародних інвестицій.</p> <p>V5. Залежність економічного розвитку регіонів від якісного водопостачання.</p>
Social – соціальні показники	Technological – технологічні показники
<p>S1. Зростання занепокоєння населення щодо якості води.</p> <p>S2. Активна участь громадських організацій у моніторингових програмах.</p> <p>S3. Брак екологічної обізнаності у частини населення.</p> <p>S4. Вплив якості води на здоров'я та рівень життя місцевих громад.</p> <p>S5. Освітні ініціативи для підвищення екологічної свідомості.</p>	<p>D1. Сучасні технології моніторингу (автоматизовані системи, дрони, ГІС).</p> <p>D2. Доступність сертифікованих лабораторій для аналізу води.</p> <p>D3. Висока вартість впровадження новітніх технологій.</p> <p>D4. Можливість цифровізації даних та створення інтегрованих баз.</p> <p>D5. Недостатнє використання інновацій у менш розвинених регіонах.</p>

тримка (гранти, проєкти) створюють передумови для покращення моніторингу (табл.2).

Економічні фактори (Economic)

Фінансування є ключовим фактором для впровадження моніторингових систем. Високі витрати на обладнання, аналізи та кваліфікованих спеціалістів є серйозним бар'єром. Для багатьох регіонів, де здійснюється видобування граніту, економічна ситуація обмежує можливості виділення коштів на екологічні проєкти. Гірничодобувні підприємства, хоча й отримують значний прибуток, не завжди спрямовують його на зменшення впливу своєї діяльності на довкілля. Водночас міжнародні інвестиції у проєкти зі сталого управління природними ресурсами можуть стати значним джерелом фінансування для впровадження сучасних моніторингових технологій. Наприклад, залучення коштів ЄС для впровадження автоматизованих систем моніторингу

дозволить значно покращити якість управління водними ресурсами. Економічний розвиток регіонів залежить від якісного водопостачання, тому екологічний моніторинг також має важливе значення для забезпечення сталого розвитку промисловості та сільського господарства.

Соціальні фактори (Social)

У громадах, що знаходяться поруч із кар'єрами, якість води безпосередньо впливає на здоров'я населення, рівень життя та доступність природних ресурсів. Зростаюче занепокоєння громад щодо стану довкілля є важливим соціальним чинником для впровадження моніторингових систем. Громадські організації та місцеві активісти дедалі частіше стають ініціаторами екологічних досліджень та вимагають прозорості діяльності гірничодобувних підприємств. Участь громадськості в моніторингових програмах не лише сприяє прозорості, але й забезпечує

оперативне виявлення проблем. Однак брак обізнаності та доступу до якісної екологічної інформації у деяких громадах може ускладнювати цей процес. Освітні ініціативи, спрямовані на підвищення екологічної свідомості, можуть сприяти активнішому залученню населення до моніторингових програм і підтримувати сталість природних ресурсів.

Технологічні фактори (Technological)

Сучасні технології відіграють важливу роль у вдосконаленні моніторингових досліджень водних об'єктів. В Україні доступні технології, що дозволяють проводити детальний аналіз проб води, але їхня доступність обмежена через високу вартість. Автоматизовані системи моніторингу, які вимірюють фізико-хімічні параметри води в реальному часі (наприклад, рівень рН, концентрацію важких металів, температуру), є перспективними, але поки що не широко впроваджені. Використання дронів і геоінформаційних систем (ГІС) дозволяє ефективно контролювати екологічний стан великих територій, включно з прилеглими до кар'єрів водними об'єктами. Важливою частиною є цифровізація даних і створення інтегрованих баз, що дозволяє аналізувати результати досліджень у динаміці та формувати прогнози. Технологічний прогрес також сприяє зменшенню витрат на моніторинг, роблячи такі програми більш доступними. Проте, недостатнє фінансування та слабкий доступ до передових технологій у менш розвинених регіонах залишаються суттєвими викликами.

Висновок

Ця схема відображає ключові політичні, економічні, соціальні та технологічні чинники, що впливають на впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів. PEST-аналіз демонструє, що впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів у зонах видобування граніту залежить від комплексного впливу політичних, економічних, соціальних і технологічних факторів. Основними викликами є недостатнє фінансування, обмежений доступ до сучасних

технологій і нерегулярність контролю. Водночас можливості, пов'язані з адаптацією європейських стандартів, залученням міжнародного фінансування та активізацією громадськості, створюють передумови для успішного впровадження моніторингових систем. Інтеграція сучасних технологій, розширення громадського контролю та підвищення екологічної свідомості населення є ключовими факторами для забезпечення екологічної стійкості в районах видобування граніту.

Стратегічний аналіз передумов впровадження моніторингових досліджень водних об'єктів із урахуванням видобування граніту демонструє багатогранність цього завдання. З екологічної точки зору, моніторинг є інструментом захисту водних екосистем. З технологічної – забезпечує високоточний контроль. З економічної – сприяє зменшенню витрат і ризиків. Із соціальної – забезпечує прозорість і підвищує довіру громад. А з правової – відповідає сучасним вимогам національного та міжнародного законодавства. Урахування цих передумов дозволить створити ефективну систему моніторингу, яка стане основою для екологічно відповідального управління природними ресурсами.

Список використаних джерел

1. Єльнікова Т. О., Коцюба І. Г., Герасимчук О. Л., Скиба Г. В. Дослідження екологічного стану річки Ірша. Водні біоресурси та аквакультура. Херсон. 2021. Вип. 1 (9). С. 18-26. Режим доступу: http://wra-journal.ksauniv.ks.ua/archives/2021/1_2021/4.pdf.
2. Корніюк А. В., Пацева І. Г. Цифровий моніторинг якості води, виклики та рішення. Екологічні науки. 2023. Вип. 4 (49). С. 32-37. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.4>.
3. Пацева І.В., Кагукіна А.М. Адаптація до зміни клімату міста Житомир. Проблеми хімії та сталого розвитку. 2023. Вип. 3. С. 66-72.
4. Nyambura, C., Hasim, N. O., Chege, M. W., Tokonami, S., & Omonya, F.W. (2020). Cancer and non-cancer health risks from carcinogenic heavy metal exposures in underground water from Kilimambogo, Kenya. *Groundw. Sustain. Dev.*, 10, 100315.
5. Verkhovna Rada of Ukraine (2010). On

approval of the State Sanitary Rules and Regulations «Hygienic Requirements to Drinking Water Intended for Human Consumption» (DSanPiN 2.2.4-171-10). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10>.

6. Герасимчук Л.О., Валерко Р.А., Пацева І.Г. Прояв зміни температури повітря на території м. Житомир. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія». 2023. Вип. 29. С.6–16.

7. Демчук Л.І., Пацева І.Г. Організація моніторингу та прогнозування кризових ситуацій. Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна Серія «Екологія». 2023. Вип. 29. С.57–63.

8. Qasemi, M., Farhang, M., Biglari H. et al. (2018). Health risk assessments due to nitrate levels in drinking water in villages of Azadshahr, northeastern Iran. *Environ Earth Sci*, 77, 782. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7973-6>.

9. Yu, G., Wang, J., Liu, L. et al. (2020). The

analysis of groundwater nitrate pollution and health risk assessment in rural areas of Yantai, China. *BMC Public Health*, 20, 437. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-020-08583-y>.

10. Moldovan, A., Hoaghia, M. A., Kovacs, E. et al. (2020). Quality and Health Risk Assessment Associated with Water Consumption – A Case Study on Karstic Springs. *Water*, 12, 3510. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12123510>.

11. Richards, J, Chambers, T, Hales, S, Joy, M, Radu, T, Woodward, A, Humphrey, A, Randal, E, & Baker, MG. (2022). Nitrate contamination in drinking water and colorectal cancer: Exposure assessment and estimated health burden in New Zealand. *Environ Res*, 112322. DOI: 10.1016/j.envres.2021.

12. Wheeler, D.C., Nolan, B.T., Flory, A.R. et al. (2015). Modeling groundwater nitrate concentrations in private wells in Iowa. *The Science of the total environment*. 2015, 536, 481–488. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.080>.