

Незручні істини щодо вимог до металу для зеленого переходу – подальші аналітичні дані та Цілі сталого розвитку

Еймон Греннан ^{1*} та Джон А. Кліффорд ²

¹ Пенсіонер

² Директор з розвідки, Minco Exploration Plc

Контакт: eamonn.grennan@outlook.ie

Inconvenient Truths on Metal Requirements for the Green Transition – Further Insights and SDGs

by Eamonn Grennan^{1,*} and John A. Clifford²

¹ Retired

² Director – Exploration, Minco Exploration Plc

Contact: eamonn.grennan@outlook.ie

(<https://eurogeologists.eu/grennan-inconvenient-truths-on-metal-requirements-for-the-green-transition-further-insights-and-sdgs/>)

Анотація

У цій статті підкреслюється фундаментальна роль геології в циркулярній економіці, просуванні зеленого переходу та досягненні значного прогресу в досягненні 17 Цілей сталого розвитку. Надмірна залежність від концепції циркулярної економіки, як і відхід від низової розвідки багатьма багатонаціональними гірничодобувними, нафтогазовими компаніями. Виявлено неправильні припущення щодо постачання, використання та переробки сировини в зеленій економіці. Нерухома природа родовищ корисних копалин та їх притаманний склад продовжують створювати проблеми для політиків, захисників довкілля та міжурядових організацій. У статті підкреслюється, що без успішної розвідки корисних копалин багато Цілей сталого розвитку є недосяжними.

Цитувати як: Grennan, E., & Clifford, J. (2025). Inconvenient Truths on Metal Requirements for the Green Transition – Further Insights and SDGs. European Geologist, 59. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16442172>

Ця робота ліцензована згідно з [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1. Вступ

У цій статті розглядається тема в рамках чотирьох розділів, а саме: циркулярна економіка, гірничодобувна промисловість та розвідка корисних копалин, а також 17 Цілей сталого розвитку ООН (ЦСР). У своїй презентації Греннан [1] використав відому цитату Ела Гора з 2006 року «Незручна правда», щоб звернути увагу на щонайменше 10 «Незручних істин», які ігноруються прихильниками зеленого порядку денного, вказуючи на те, що він ігнорує багато аспектів, які потребують рішень на основі геології. Ситуація ще більше посилюється нездатністю ООН розглянути це питання у своїх 17 Цілях сталого розвитку. Ця стаття не заперечує реальність зміни клімату; радше, вона критично розглядає деякі ідеї та стратегії, що пропонуються для його вирішення. Геологія лежить в основі цього питання, оскільки без неї неможливий зелений перехід.

Загалом ЄС гостро не вистачає місцевої сировини. Труднощі з постачанням невикористаної сировини викликають дедалі більше занепокоєння протягом останнього десятиліття. Комісар Шефчович [2], віце-президент Європейської Комісії, зазначив, що *«Без проведення власної розвідки ЄС не матиме гірничодобувних проєктів. Це, у свою чергу, означає відсутність нафтопереробних заводів, а без переробних потужностей ЄС продовжуватиме значною мірою залежати від іноземних поставок високоякісних матеріалів»*.

Далі послідували аналогічні коментарі комісара Бретона, що завершилося діями, ініційованими президентом фон дер Ляєн, яка запропонувала Закон про критично важливу сировину. Ці зауваження супроводжувався ще одним підтримуючим коментарем Маріо Драгі [3], який нещодавно зазначив, що Європа залежить «від кількох постачальників критично важливої сировини, особливо від Китаю, навіть коли світовий попит на ці матеріали стрімко зростає завдяки переходу на чисту енергію». Ця критична важливість була детально підтверджена серією звітів (2010-2023) [4], що описують проблеми з постачанням та ідентифікацію того, що стало називатися критично важливою сировиною (КРС). Кількість КРС зросла з 14 у 2010 році до 34 у 2023 році, тоді як у Сполучених Штатах їх було виявлено 50. Це відображає нездатність ЄС розвивати власні постачання місцевої сировини. У цей період також було створено низку підгруп, наприклад, стратегічної сировини (СПС). За деякими винятками, реакція урядів та корпорацій у Європі була бездіяльністю або байдужістю. Це пов'язано з кількома головними факторами: відсутністю фінансування для проєктів з високим рівнем ризику; гальмівною бюрократією, особливо у сфері видачі дозволів; невизнанням необхідності підтримки малих та середніх підприємств, які є основною групою, залученою до відкриття та розробки цих матеріалів; та впливом непродуманих екологічних визначень. Загальний результат полягає в тому, що навіть родовища, які, як відомо, містять значну кількість матеріалів, критично важливих для економіки зеленого переходу, не були дозволені через поєднання браку коштів та/або нездатності отримати дозвіл на планування/забудову.

В англійській мові є старе прислів'я: «трава завжди зеленіша з іншого боку», а в гельській мові є еквівалент: «*Is glas iad na spoic i bhfad uainn*», що означає, що далекі пагорби зеленіші, і ми підозрюємо, що еквіваленти є в більшості європейських мов. Використання цього прислів'я дуже доречне за нинішніх обставин, коли ми обговорюємо зелену енергетику та зелений перехід. Європа фактично «експортувала» свою обробну промисловість, а також пов'язані з нею викиди вуглецю, і тому смог, що утворюється, знаходиться в Китаї та інших країнах світу. Ця політика зробила сусідні пагорби та гори в Європі зеленішими. Однак гори та пагорби вдаліні не зелені, а мають коричневий відтінок. Враховуючи, що зміна клімату є світовим явищем, зовсім не має значення, де відбуваються викиди, і це одна з найбільших помилок Європи.

У цій статті буде розглянуто деякі відповідні Цілі сталого розвитку (ЦСР) з точки зору їхнього впливу на постачання ресурсів та впливу постачання ресурсів або їх відсутності. Фактично, лише деякі з ЦСР безпосередньо стосуються постачання ресурсів.

2. Історичні паралелі

З настанням кожної промислової епохи необхідний метал або мінерал потрібно було знайти. Так, у залізну добу це було залізо, у бронзову добу — мідь та олово, у срібну та золоту — для карбування монет та торгівлі, у вугілля як фундаментальний ресурс для промислової революції та в сучасну електронну епоху — потреби в галії, германії, індії, кремнії та рідкісноземельних елементах, і це лише п'ять із них. Це навіть не включає величезну кількість літію, необхідного для виробництва батарей для підтримки електрифікації нашої інфраструктури. Ці метали є відправною точкою для значної частини сучасної промислової діяльності. Навіть після того, як їх використання стане широким, і незважаючи на повторне використання та рециркуляцію, існуватиме постійний попит на збільшення виробництва, якщо ми хочемо зменшити глобальну нерівність, як це передбачено Цілями сталого розвитку 8, 9 та 10.

3. Циркулярна економіка

Концепція циркулярної економіки є помилковим уявленням, оскільки багато хто навмисно намагався ігнорувати важливість її відправної точки, якою є розвідка корисних копалин (Grennan, 2023). Діаграма (перевернутого) равлика (Рисунок 1) є більш доречною. Враховуючи концепцію геологічної шкали часу та часу, необхідного для введення родовища корисних копалин у виробництво, це може бути більш доречним, хоча й випадковим, описом.

The circular economy model:
less raw material, less waste, fewer emissions



Рисунок 1: Циркулярна економіка.

Багато прихильників «зеленого» порядку денного або ігнорують, або не визнають залежності від нових джерел сировини для досягнення своїх цілей. Зосередження багатьох західних країн на викидах, а не на вуглецевому сліді, який є експортом викидів, має три фундаментальні недоліки:

1. Воно ігнорує фундаментальну важливість пошуку та розробки нових джерел сировини;
2. Це також означає, що ми, на Заході, фактично експортуватимемо великі звалища відходів до країн, що розвиваються;
3. Це виключає можливість того, що в майбутньому деякі елементи в цих відвалах, які сьогодні не мають економічної цінності, можуть раптово стати цінними, якщо зміняться модифікуючі фактори, але на той час вони вже будуть у відвалі або хвостосховищі за кордоном.

3.1 Виробництво атомної енергії

Атомна енергетика була проголошена в 1960-х роках як відповідь на зменшення запасів вуглеводнів та потребу в безкінечному постачанні електроенергії. Однак її негативний зв'язок з атомною бомбою, пов'язані з нею небезпеки, кілька серйозних аварій та утилізація її відходів викликали багато занепокоєння [5]. Незважаючи на це, сьогодні важливість ядерної енергетики визнається критично важливою частиною стратегії енергетичної безпеки Європи: «Ядерна енергетика є низьковуглецевою альтернативою викопному паливу та забезпечує майже 26% електроенергії, що виробляється в ЄС» (EuroParl, 2024). Проте розвідка та розробка уранових ресурсів заборонені у значній кількості європейських держав-членів.

3.2 Вітрова та сонячна енергія

Хоча існує значна гнучкість щодо місць будівництва сонячної електростанції, ця гнучкість не поширюється на вітрові електростанції. Уряди та екологи схильні диктувати, де можна будувати вітрові електростанції, не враховуючи регулярність вітру, його швидкість, стан ґрунту (особливо на морі) чи близькість до сучасної інфраструктури.

3.3 Електромобілі (EV)

Ті, хто пропагує зелений перехід, зручно ігнорують той факт, що перш ніж почати рециркулювати метал, він вже має бути вироблений, щоб бути доступним для рециркуляції. Наприклад, історично літій не мав широкого поширення. Літєві батареї, що використовуються зараз, мають орієнтовний термін служби 25 років. Це фактично означає, що протягом 25 років не буде можливості для значної переробки. Це означає, що нам потрібні нові постачання цього ресурсу, щоб заповнити дефіцит у постачанні протягом цих 25 років. Протягом цього періоду літєві батареї можуть застаріти і, отже, стати непридатними для переробки.

3.4 Заміна

Як зазначалося раніше, концепцію використання ресурсів зазвичай описують як циклічну. Однак таке представлення не враховує належним чином основну структурну деформацію. Геометрично це найкраще ілюструється відсутністю верхньої частини кола, а дві кінцеві точки з'єднані хордою під натягом, що символізує відсутність нової сировини, що надходить у систему (Рисунок 2), у поєднанні з нездатністю матеріалів-замінників відтворити властивості вихідних ресурсів та постійною неспроможністю систем переробки досягти чогось, що наближається до 100% придатності до переробки.

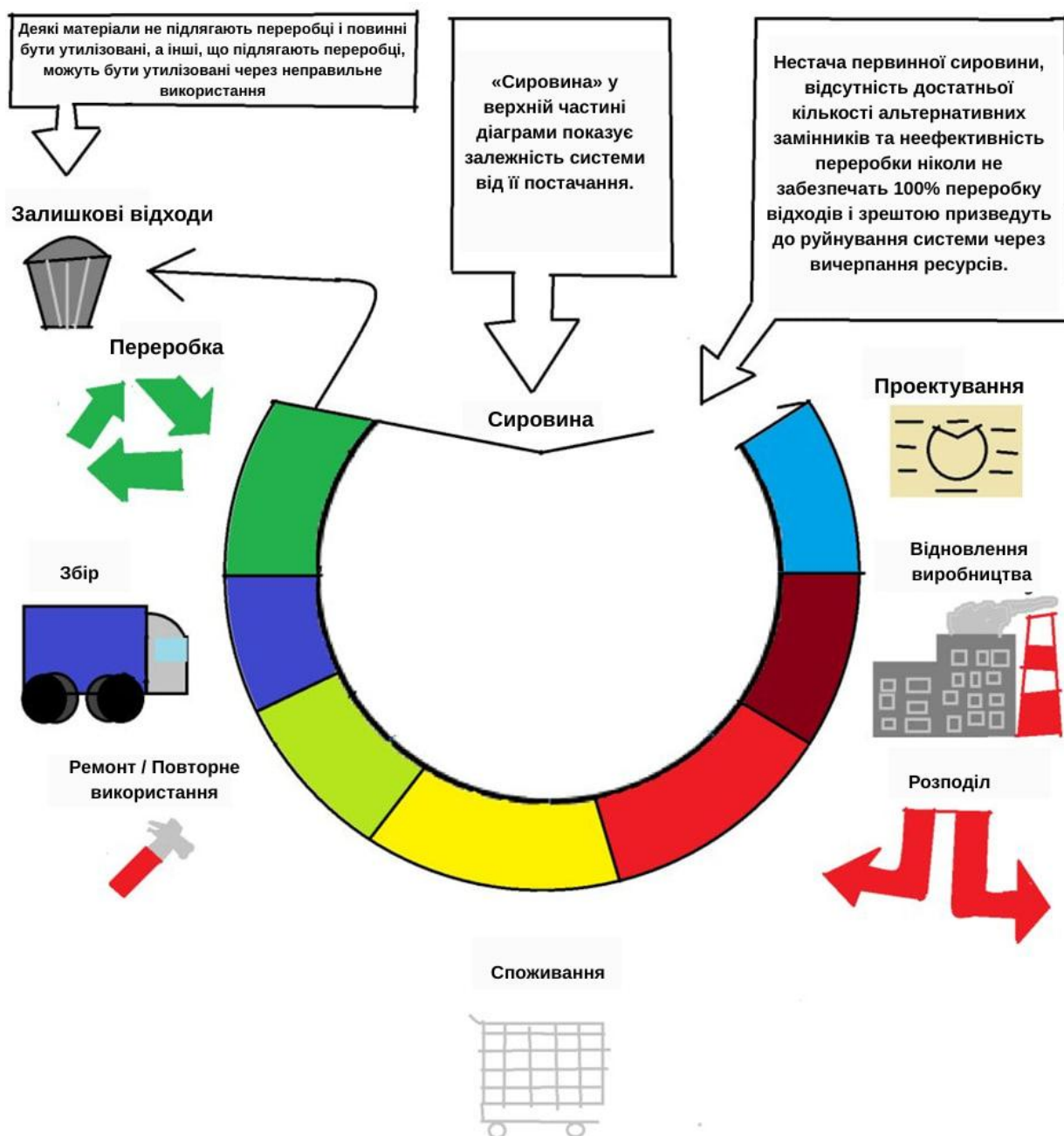


Рисунок 2: Реальна циркулярна економіка.

Крім того, унікальні властивості певних елементів часто не мають аналогів у їхніх замінників. Наприклад, сумнівно, чи споживачі, особливо серед молодого покоління, погодяться на смартфон з нижчими можливостями. У багатьох випадках реальних замінників для конкретних кінцевих застосувань не існує. Наприклад, неодим-залізо-бор є найсильнішим відомим постійним магнітним матеріалом і має високу ринкову вартість, проте переробка таких магнітів залишається технічно складною. Натомість деякі елементи, такі як перероблена мідь, зберігають властивості, еквівалентні властивостям первинної міді.

3.5 Переробка металів

Хоча деякі визнають, що втрати під час фази видобутку неминучі, існує загальне розуміння того, що компанії докладають справжніх зусиль для їх мінімізації, хоча такі втрати певною мірою неминучі. Втрати та невикористання також відбуваються під час металургійної та обробної фаз. Прикладом цього є неповне вилучення мікроелементів з флюсів та золи, пов'язаних з певними методами обробки. Крім того, такі метали, як мідь, цинк та залізо, характеризуються тривалим терміном служби. Міжнародна дослідницька група з міді оцінює, що наразі використовується 470 000 кілотонн міді, і що 32% світового попиту у 2023 році було задоволено за рахунок переробленої міді, при цьому для подолання дефіциту потрібно нове виробництво міді в розмірі 22,3 млн тонн [6].

Переробка металів має набагато давнішу традицію, ніж часто усвідомлюється. Фактично, вона триває з моменту появи перших металевих виробів, хоча деякі сучасні захисники навколишнього середовища часто вважають, що вони щойно винайшли цей процес. Зняття свинцю з дахів церков в Ірландії за часів Кромвеля мало потрібну мету: постачання свинцю для зброї, срібло, що міститься в ньому, для створення багатства та знищення католицької церкви. Завоювання Південної Америки є лише прикладом масштабної переробки золотих та срібних прикрас [7]. Зовсім недавно переробка інших металів, таких як Al, Cu, Ni, Pb, Pt та Zn, стала невід'ємною частиною сучасного виробництва металу. У ЄС понад 90% нержавіючої сталі, що вийшла з експлуатації, переробляється, а понад 35% світової сировини сталі було вироблено з вторинної сировини у 2017 році. Незважаючи на те, що переробка однієї тонни сталі економить 1,4 тонни залізної руди, виробництво первинної залізної руди продовжує зростати [8].

Переробка рідкоземельних елементів та інших мікроелементів, таких як Co, наразі є проблематичною з багатьох причин: їх дисипативне використання, надзвичайно малі кількості в окремих пристроях, складна хімія, висока вартість збору та енергоємний характер їх відновлення можуть зробити їх вторинне використання непомірно дорогим.

3.6 Пережити корисність / Стати зайвим

Літій є основою ринку електромобілів, і хоча поставки стабілізувалися, його перероблюваність залишається під питанням, або, принаймні, важко отримати чітку відповідь, особливо щодо втоми металу.

Одна з основних проблем, пов'язаних з альтернативними джерелами енергії, стосується постачання спеціальних металів та інших запропонованих методів виробництва та зберігання енергії. Наразі ведуться значні дискусії щодо альтернатив транспортним засобам на літєвих акумуляторах. Не входить до наших повноважень коментувати доцільність та терміни, пов'язані з виробництвом енергії на основі водню, але заради дискусії припустимо, що це буде впроваджено економічно ефективним способом протягом наступних 10 років. Це фактично виключить використання літєвих акумуляторів в автомобілях та автобусах, підриваючи один з найбільш економічно вигідних шляхів повторного використання літію.

3.7 Відсутність інвестицій та відсутність інтересу.

У нещодавньому інтерв'ю та репортажі на BBC 26 лютого 2025 року енергетичний гігант BP розкрив зміну стратегії, оголосивши, що скоротить свої інвестиції у відновлювану енергетику та натомість зосередиться на збільшенні видобутку нафти та газу. BP заявила, що збільшить свої інвестиції в нафту та газ приблизно на 20% до 10 млрд доларів (7,9 млрд фунтів стерлінгів) на рік, одночасно скоротивши раніше заплановане фінансування відновлюваних джерел енергії більш ніж на 5 млрд доларів (3,9 млрд фунтів стерлінгів). Ця заява відбувається після аналогічних дій конкурентів Shell та норвезької компанії Equinor, які також скоротили свої плани інвестувати в зелену енергетику. Мюррей Очінклосс, головний виконавчий директор BP, зазначив, що компанія зайшла «занадто далеко і занадто швидко» у переході від викопного палива, і що її віра в зелену енергетику була «помилковою». Він додав, що надалі BP буде «дуже вибірковою» в інвестуванні в підприємства, що беруть участь у переході на відновлювані джерела енергії, зі скороченням фінансування до 1,5-2 млрд доларів на рік [9].

3.8 Допоміжні метали / Побічні продукти

Багато критично важливих елементів є — і справді були — дефіцитними ще до їхньої нинішньої популярності, оскільки вони мали незначне промислове застосування. Інші виробляються лише як побічні продукти видобутку кольорових металів на шахтах або плавильних заводах. Наприклад, германій присутній у сфалериті, галій — у бокситах, а кобальт пов'язаний з деякими мідними рудами. Хоча їх нове застосування є особливо важливим, факт залишається фактом: переважна більшість електролізних металів (ECE) та твердих матеріалів (SRM) досі видобувається шляхом обробки та очищення металів у великих кількостях.

Близько двох третин світового кобальту видобувається з багатих на мідь родовищ у Замбії та Демократичній Республіці Конго (ДРК). У 2019 році, коли ДРК експортувала близько 100 000 тонн кобальту, їй довелося видобути 33 млн тонн породи. Більшість Ga виробляється як незначний побічний продукт глинозему/алюмінію, отриманого з бокситових руд. Середній вміст у бокситових рудах становить приблизно 50 ppm, але витягується лише 1-2%, а витрати зазвичай називають основною причиною таких низьких показників видобутку. Іншими словами, ніщо не буває дешевим.

3.9 Безпека постачання

Після стабільності протягом десятиліття або й більше, глобальний геополітичний ландшафт зараз швидко змінюється, і багато певних фактів ставляться під сумнів, не в останню чергу через зміну клімату та виклики управління зеленим переходом у демократичних рамках.

Доставка сировини на ринок – це тривалий та затяжний процес. Наразі від відкриття до виробництва потрібно майже два десятиліття, і ця статистика ще більше посилюється тим фактом, що менше половини всіх відкриттів доходять до виробництва [10]. Таким чином, якщо ми хочемо забезпечити безпеку поставок, нам потрібно вже сьогодні розпочати розвідку ресурсів, щоб задовольнити наші потреби в них на 2050 рік.

З цим пов'язані звичайні геологічні невизначеності та система постачання продукції «точно в строк» (JIT). Наведений нижче список факторів не є вичерпним, він є лише ілюстративним: тривалий час (часто перевищує 10 років) між початковою розвідкою та відкриттям родовищ на місцях; техніко-економічні обґрунтування, планування та розробка шахт; видобуток та виробництво; обробка та очищення металу; розробка продукції та довгі ланцюги поставок, пов'язані зі продажами та поставками – загалом понад 30 років. У межах усього цього процесу існує жорстка конкуренція за інвестиційне фінансування на ринку, що не схильний до ризику.

4. Цілі сталого розвитку (ЦСР)

Цілі сталого розвитку ООН були започатковані у 2015 році з публікацією документа «Трансформація нашого світу: Порядок денний сталого розвитку на період до 2030 року» [11]. Бачення, викладене в цьому документі, передбачає «план дій для людей, планети та процвітання». Ні розвідка корисних копалин, ні видобуток корисних копалин не згадуються в документі жодного разу. «Природні ресурси» згадуються вісім разів. Це дивно, враховуючи вирішальну роль, яку розвідка та видобуток корисних копалин повинні відігравати у досягненні цілей, викладених у документі.

- Ціль сталого розвитку 7 полягає у забезпеченні доступу до недорогої, надійної, сталої та сучасної енергії для всіх.

Хоча всі терміни та ідеали в рамках цієї мети прості та гідні захоплення, їм бракує ясності. Що таке сучасність? Нафта та газ колись вважалися сучасними порівняно з вугіллям, бурим вугіллям, торфом та деревиною. Атомна енергетика нібито була дуже сучасною, але страждала та продовжує страждати від негативних конотацій. Потім енергетика, отримана з деревини, знову увійшла в моду. Поява біопалива спричинила сплеск цін на продукти харчування. Вітрове та сонячне опалення, а також теплові насоси, класифікуються як сучасні джерела енергії, але для їхньої роботи потрібна електроенергія. Крім того, якщо швидкість вітру занадто низька або занадто висока, або сонячні панелі стають дефектними чи забрудненими, виробляється мало або взагалі не виробляється електроенергії. Проте, вітрова та сонячна енергія активно пропагуються в Європі, але рідко, якщо взагалі коли-небудь, згадуються їхні вимоги до металу. Йдеться не про те, щоб говорити неправду, а радше про те, щоб залишати певні істини замовчуванням, особливо коли йдеться про матеріальні вимоги, що лежать в основі рішень відновлюваної енергетики.

Цитуючи Управління сталого енергетики Ірландії [12], «технології сонячних фотоелектричних систем використовують широкий спектр напівпровідникових матеріалів, які генерують електроенергію під впливом видимого світла. Найпоширенішими на сьогодні є ті, що використовують кремній».

«Вітроенергетика забезпечує чисте стале рішення для нашої енергетики. Її можна використовувати як альтернативу викопному паливу для виробництва електроенергії без прямих викидів парникових газів» [13].

Примітно, що в обох цитатах бракує деталей щодо фактичних матеріалів, тобто використаних мікроелементів та їх кількості. Хоча кремній (метал) і згадується, немає жодних подробиць, а також немає жодної згадки про два інші мікроелементи: галій та індій, які зустрічаються у дуже малих кількостях, виміряних у ppb, у родовищах кольорових металів. Їх видобуток вимагає утворення великих обсягів відходів та споживання великої кількості енергії. Що стосується вітрової енергії, то немає жодної згадки про значні кількості двох рідкоземельних елементів, неодиму та самарію, які необхідні разом із залізом та двома іншими мікроелементами, кобальтом та бором.

Що таке надійність? Торф і деревина завжди вважалися надійними. Потім, коли вугілля, як для побутового використання, так і для виробництва електроенергії, було визначено як спричиняє смог і сприяє захворюванням легень, його надійність була затьмарена його впливом на здоров'я. Нещодавній шторм Еовін у січні 2025 року, який завдав значної шкоди електромережі в Ірландії, висвітлив проблеми досягнення плавного переходу від одного джерела енергії до іншого, оскільки людям, які все ще мали доступ до камінів, довелося повернутися до дров для опалення та приготування їжі. Дійсно, ядерна енергетика спочатку рекламувалася як дуже надійна, поки не сталося кілька серйозних аварій у Сполучених Штатах (Три-Майл-Айленд, 1979), Україні (Чорнобиль, 1986) та Японії (Фукусіма, 2011). Це свідчить про те, що єдиними надійними наразі формами виробництва електроенергії є вугілля, нафта та газ, всі з яких поступово припиняються, за винятком таких великих економік, як США, Китай, Індія та Росія.

Що мається на увазі під «доступом до недорогої енергії»? У цьому контексті слід враховувати культурні цінності та сільське населення. Тих, хто завжди використовував дрова та вугілля для розпалювання вогнищ, не можна просто заборонити продовжувати таку практику. Кочові народи та ті, хто живе розсіяно, також не можуть бути змушені використовувати недоступні методи виробництва енергії, вони просто не мають доступу до комунальних послуг, як ті, хто живе в централізованих районах. У багатьох випадках це означатиме, що вони повинні долати десятки або сотні кілометрів на день, щоб дістатися до свого робочого місця.

У контексті виробництва енергії для більш централізованих міських середовищ необхідно враховувати високий ризик і високі витрати на розвідку корисних копалин, а також вплив виробництва необхідних металів на навколишнє середовище. У Цілі сталого розвитку 7 дуже мало інформації, яка б свідчила про те, що постачанню металів як передумові для досягнення цієї мети приділялося багато уваги.

Що таке стале виробництво? Центральне підпитання полягає в тому, що станеться, якщо буде досягнуто меж сталого виробництва, наприклад, якщо відкриття та виробництво металів не встигатимуть за зростаючим попитом. У такому випадку, чи країни-виробники надаватимуть пріоритет внутрішньому використанню, чи слід розглянути стратегію антизростання? Ці дебати часто формуються під впливом прихильників екологічної політики, чиї погляди часом можуть не враховувати погляди широкої громадськості, включаючи тих, хто обирає демократичні уряди, відповідальні за реагування на потреби своїх виборців.

- Ціль сталого розвитку № 8 спрямована на сприяння сталому, інклюзивному та сталому економічному зростанню, повній та продуктивній зайнятості й гідній праці для всіх.

Існує рекомендація щодо створення нової фінансової системи для підтримки як дій щодо зміни клімату, так і досягнення Цілей сталого розвитку. Однак, наскільки можна встановити, до складу відповідного комітету не входили представники галузей розвідки корисних копалин або постачальників металів. Це може відображати той факт, що банки та інші фінансові установи, за винятком деяких пенсійних фондів, рідко надають позики таким проектам, особливо малим і середнім підприємствам, через невід'ємний ризик того, що розвідка може бути невдалою. Хоча фінансування розвідки доступне через міжнародні організації, такі як Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН), Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР) та Світовий банк, воно не є універсально доступним для малих і середніх підприємств.

У звітах щодо Цілі сталого розвитку 8 є коментарі, які ілюструють, наскільки мало розуміння набуває галузь розвідки корисних копалин. Частково проблема полягає в частому змішуванні розвідки корисних копалин з видобувною промисловістю, але це два дуже різні сектори. Існує нездатність визнати фундаментальну роль,

яку успішна розвідка відіграє у відкритті родовищ корисних копалин. Коли йдеться про стале інвестування, є один коментар, який типово характеризує це уникнення — проблема «незручної правди» — посилаючись на «найкращі компанії в різних галузях», але хто найкраще справляється з успішною розвідкою? Це не транснаціональні корпорації, а радше малі та середні підприємства та геологи-підприємці. Більшість великих гірничодобувних компаній значною мірою припинили розвідку на місцях. Натомість вони можуть пропонувати пряму фінансову підтримку розвідникам — чи то приватним особам, чи малим та середнім підприємствам — або чекати на ознаки перспективного відкриття, а потім впроваджувати стратегії злиттів та поглинань.

Ми також визнаємо, що державні органи країн «Східного блоку» успішно реалізували програми розвідки, але оцінити їхні витрати було неможливо. Нас непокоїть те, що позитивний або найкращий у своєму класі скринінг, заснований на «найкращих компаніях у різних галузях», повинен розрізняти розвідувальний та гірничодобувний сектори. Звідси важливість чіткого визначення цього розмежування. Тому обнадійливо бачити визнання їхньої ролі Урсулою ван дер Ляєн, президентом Європейської Комісії, яка заявила у 2022 році: *«Ми повинні усунути перешкоди, які досі стримують наші малі компанії. Вони повинні бути в центрі цієї трансформації, тому що вони є основою довгої історії промислової доблесті Європи. Наша майбутня конкурентоспроможність залежить від цього»*.

- Ціль сталого розвитку 9 закликає до дій щодо побудови стійкої інфраструктури, сприяння інклюзивній та сталій індустріалізації, а також стимулювання інновацій.

У межах ЄС розбудова стійкої інфраструктури та сприяння інклюзивності належать до компетенції уряду, тоді як сталий розвиток індустріалізації та інновацій зазвичай здійснюється приватним сектором відповідно до правил, розроблених державними органами.

Корисні копалини знаходяться там, де ви їх знаходите, або, точніше, родовища, з яких розробляють та створюють шахту з відповідною інфраструктурою, знаходяться там, де ви їх знаходите. Ця самоочевидна істина часто втрачається, коли починаються дебати щодо переваг розробки родовища, і бюрократи та екологи хочуть знати, чому кадмій, що міститься в кристалічній решітці сфалериту, не може просто залишатися під землею, або чому радіоактивний матеріал у родовищі рідкісноземельних елементів має бути утилізований у хвостосховищі шахт або відвалі. Мікроелементи незмінно присутні у всіх родовищах корисних копалин і повинні бути належним чином оброблені або нейтралізовані. Однак прийняття рішень "зверху донизу" та погане розуміння ризиків часто призводять до скасування планів розробки.

Дослідник має три невеликі області контролю:

1. Вибір країни та/або регіону для дослідження;
2. Геологія певної ділянки, яка спочатку визначатиме, чи вважається вона перспективною. Наприклад, сподумен — основний мінерал, що містить літій — зазвичай зустрічається в гранітних пегматитах, тоді як родовища цинку, свинцю (баритів) ірландського типу зустрічаються у вапняках;
3. Методи видобутку та переробки, які визначаються низкою фізико-хімічних факторів. До них належать сорт (тобто кількість основного металу, присутнього в родовищі) та наявність або відсутність мікроелементів, що може негативно вплинути на витрати на переробку або, навпаки, підвищити прибутковість шахт.

Концепція сталого розвитку обговорювалася. Однак, існує проблема з поняттям сталого економічного зростання в контексті розробки корисних копалин, оскільки видобуток мінеральних ресурсів залежить від конкретної місцевості. Після того, як родовище вичерпано, тобто повністю видобуто, єдиною реальною альтернативою є наявність нового родовища, готового до видобутку. Воно може знаходитися за десятки або сотні кілометрів. У таких випадках економічне зростання на початковому місці припиняється, а досвід, накопичений завдяки довгостроковому плануванню, в ідеалі буде передано в інше місце в межах тієї ж країни, але це станеться лише за умови, що країна продовжуватиме підтримувати та стимулювати розвідку.

Хоча постійно згадуються позитивні концепції, такі як стійкість, інфраструктура, сталий розвиток, міські поселення та кліматичні ініціативи, немає жодної згадки про фундамент, на якому базуються ці концепції, а саме про розвідку корисних копалин.

- Ціль сталого розвитку 12 полягає у забезпеченні сталих моделей споживання та виробництва.

Концепція сталого споживання та виробництва була визнана в Йоганнесбурзькому плані впровадження, прийнятому у 2002 році на Всесвітньому саміті зі сталого розвитку (ВССР). З цієї нагоди стале споживання та

виробництво були визначені як одна з трьох головних цілей та необхідних вимог сталого розвитку, поряд з викоріненням бідності та управлінням природними ресурсами для сприяння економічному та соціальному розвитку. Однак, окрім цього посилення, немає жодних конкретних пропозицій щодо розвідки чи видобутку корисних копалин.

Хоча є кілька згадок про міські поселення, немає жодної згадки про мінеральні ресурси, необхідні для їх підтримки, зокрема щодо металів, необхідних для виробництва, зберігання, передачі та постачання величезної кількості енергії, якої потребує постійно зростаюча кількість центрів обробки даних. Крім того, Цілі сталого розвитку приділяють обмежену увагу мільйонам людей, які не живуть у міських поселеннях, та ресурсам, необхідним для забезпечення їх доступу до сучасних форм енергії та зв'язку.

5. Заключні зауваження

Багато хто знайомий із коментарями колишнього міністра оборони США Дональда Рамсфелда, який у 2002 році зробив відомі зауваження щодо «відомого та невідомого», що залишається дуже актуальним для сучасних дискусій щодо постачання критично важливої сировини:

- Відомо відоме – Ми знаємо, що у західному світі, особливо в ЄС, існує дефіцит сировини.
- Відомі невідомі – Ми знаємо, що існує більше родовищ, але нам невідомі їхнє місцезнаходження, сорт чи металургійні характеристики.
- Невідоме відоме – ми не знаємо, що, наприклад, робитимуть китайці щодо виробництва та ціноутворення; а враховуючи систему поставок JIT, ми не знаємо, коли наступне судно застрягне в Суецькому чи Панамському каналах, або коли доступ до порту буде заблоковано.
- Невідоме Невідоме – Наприклад, чи стане напруженість між економічним розвитком, зростанням попиту та сталим розвитком принципово непримиримою?

Публікація 59^{-го} Європейського геологічного журналу пропонує слушну нагоду відзначити роботу Президента, Ради, її підкомітетів та Виконавчої влади, зокрема їхню участь у щорічній Конференції ООН зі зміни клімату, що є дуже бажаним кроком. Ми говоримо про це з огляду на значні труднощі у забезпеченні фінансування досліджень, які критично розглядають певні припущення, що висувуються прихильниками зеленого порядку денного.

Ця стаття не втручається в дебати щодо реальності зміни клімату; радше, вона розглядає питання, пов'язані з постачанням сировини, необхідної для сучасних технологій, а також прогалини та недоліки, присутні в поширених наративах щодо зеленого переходу. На сьогоднішній день, схоже, що в академічній спільноті проведено обмежену кількість досліджень, присвячених питанню постачання металів для зеленого переходу. Багато говорять про твердження, що «наука нам підказує», проте наука та дослідження, що лежать в її основі, повинні бути об'єктивними та підтримуватися фінансуванням, яке дозволяє збалансовано вивчити різні точки зору. Однак фінансування досліджень, які критично розглядають основні підходи до зеленого переходу, часто обмежене та важкодоступне. У цьому контексті відкритість EFG щодо надання різноманітних точок зору є цінним внеском у дискусію. Розробка обґрунтованої політики, що базується на доказах, вимагає доступу до незалежних досліджень та збалансованого врахування різних точок зору.

Посилання

1. Grennan, E.F. (2023). *Metal Requirements and the Green Economy, 10 Inconvenient Truths*. World Mining Congress, Brisbane.
2. Šešćović, M. (2019). *Appointment as Vice-President of the European Commission for Interinstitutional Relations and Foresight*. European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_5542 (Accessed 5 May 2025).
3. Draghi, M. (2024). *The Draghi Report: A competitiveness strategy for Europe (Part A)*. European Commission, Brussels.
4. Fraser Institute (2013–2023). *Annual Survey of Mining Companies*. (Accessed 25 January 2025).

5. European Parliament (2024). *Nuclear Energy*. Fact Sheets on the European Union. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/> (Accessed 24 January 2025).
6. The World Copper Factbook (2024): Published by the International Copper Study Group. <https://icsg.org/copper-factbook/> (Accessed 24/02/2025).
7. Cartwright, M. (2022). *The gold of the Conquistadors*. World History Encyclopedia. <https://www.worldhistory.org/article/2017/the-gold-of-the-conquistadors/> (Accessed 25 January 2025).
8. European Circular Economy Stakeholder Platform (2020). *Metal Recycling Factsheet*. https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/metal_recycling_factsheet.pdf (Accessed 24 January 2025).
9. BBC News (2025). *BP to scale back renewables investment and focus on oil and gas*. BBC News. <https://www.bbc.com/news/articles/c3374ekd11po> (Accessed 27 February 2025).
10. Schodde, R. (2014). *The Global Shift to Uncover Exploration – How Fast? How Effective*. Keynote Paper for the Society of Economic Geologists Conference, Colorado, U.S.
11. UN (2015). *The 17 Sustainable Development Goals (SDGs)*. <http://sdgs.un.org/goals> (Accessed 25 January 2025).
12. SEAI (2025a). *Electricity from solar*. Sustainable Energy Authority of Ireland. <http://www.seai.ie/renewable-energy/electricity> (Accessed 2 February 2025).
13. SEAI (2025b). *Wind Energy*. Sustainable Energy Authority of Ireland. <http://www.seai.ie/renewable-energy/wind-energy> (Accessed 2 February 2025).

This article has been published in *European Geologist Journal* 59 – *UN Sustainable Development Goals – where the geology lies*

Ця стаття була опублікована в *European Geologist Journal* 59 – *Цілі сталого розвитку ООН – де лежить геологія*

<https://eurogeologists.eu/grennan-inconvenient-truths-on-metal-requirements-for-the-green-transition-further-insights-and-sdgs/>