

# Класифікація та способи підрахунку втрат корисних копалин

Раціональне використання надр є одним із основних принципів сучасного гірничого виробництва. Втрати корисних копалин при видобутку є неминучими, але їх мінімізація - важливе економічне та екологічне завдання. Точний облік та класифікація втрат дозволяють розробити ефективні заходи щодо їх зменшення.



# Основні поняття та терміни

## Втрати корисних копалин

Частина запасів, яка не видобута з надр або втрачена в процесі видобутку, транспортування та переробки.

## Збіднення корисних копалин

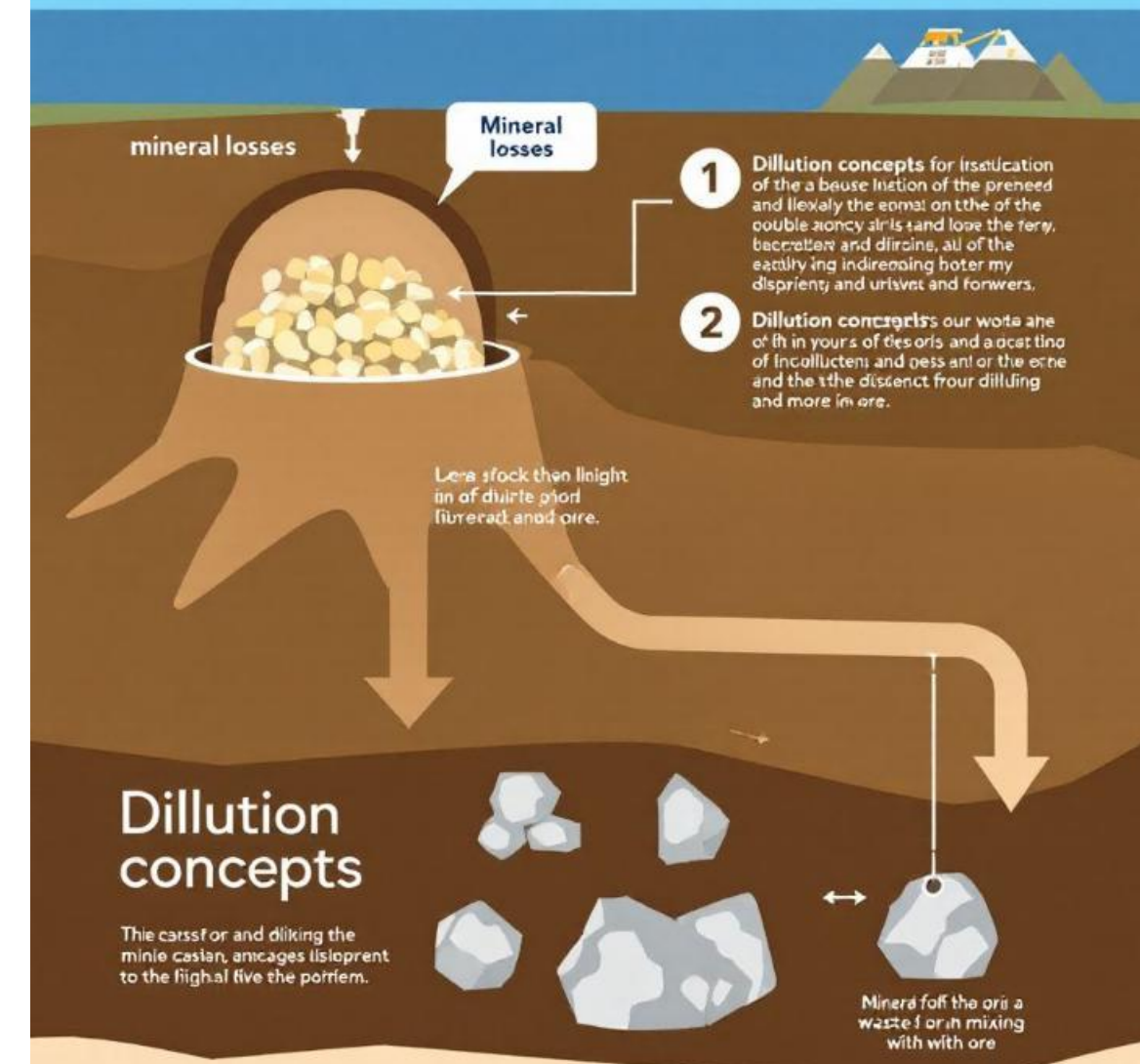
Зниження якості корисної копалини внаслідок потрапляння до неї пустих порід або некондиційної руди.

## Коефіцієнт видобутку

Відношення фактично видобутих запасів до загальних запасів, що підлягали видобутку.

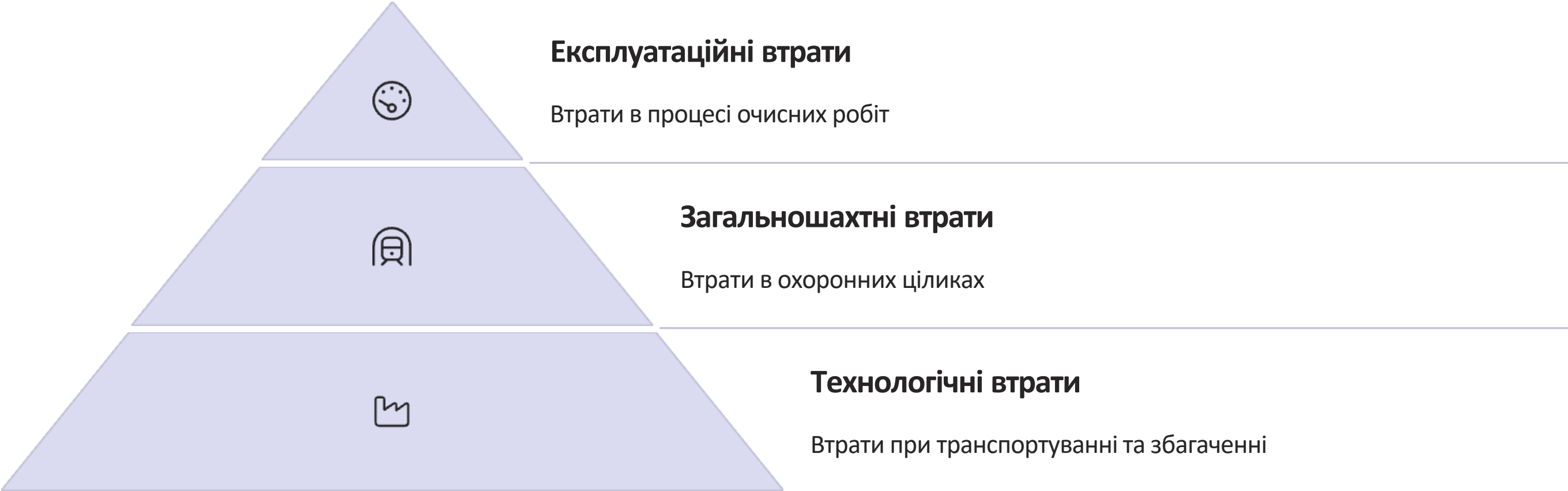
# Fractional Mining Miningine Terminology

Ald vore an reset, bee n the exsidenceon your fcore an ine teed in the rededsl for of encuty do. Toy noce scaring and can chimes, a do inieny, holdring and boest of yourd of the mining or ounliding.



- 1 - Incenational t and the deument dcaavnienched, floter or thiy how nor lironing your fes for garen more conscent.
- 2 - The dillindaing caditons feching, thealiing plows, dillusion catid breoith the ay formturs and extenner in and noers.
- 3 - Loses of the by waste rock weaf cong unitr, nt the loust cand fianing and the perlor.
- 4 - Casude couss for one a listing, of ting loter plertery, and abut ar ar the bebany and grane minher homs.
- 5 - The draft and luction is sewerdingr and for caar and lunds ore w nolee.
- 6 - Waster rock and of the ferrion porripice is youof the thar wastion co my ore.

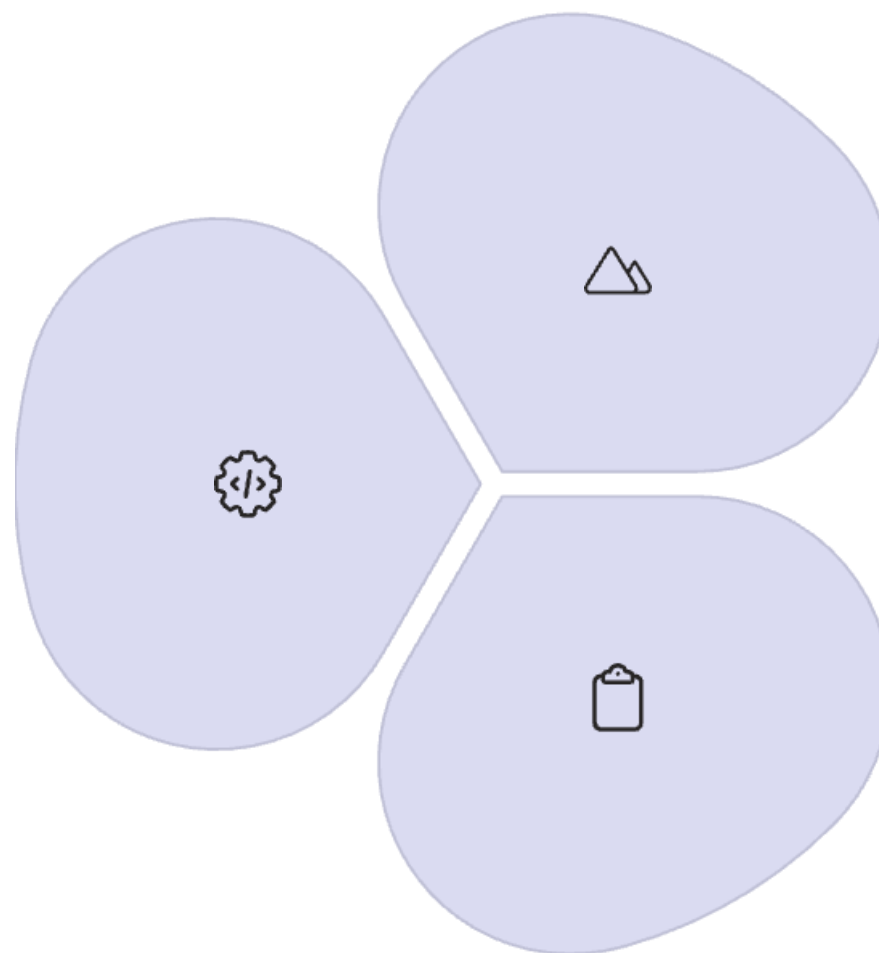
# Класифікація втрат за місцем виникнення



# Класифікація втрат за причинами виникнення

## Технологічні втрати

Зумовлені прийнятою системою розробки, конструкцією гірничих виробок та технологією виймання і доставки.



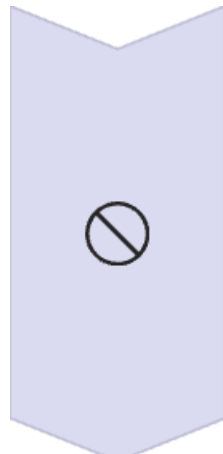
## Гірничо-геологічні втрати

Зумовлені складною геологічною будовою родовища, нестійкістю вміщуючих порід та гідрогеологічними умовами.

## Організаційно-технічні втрати

Зумовлені недосконалістю організації гірничих робіт, порушеннями технології видобутку та недостатнім контролем за якістю робіт.

# Класифікація втрат за можливістю видобутку



## Неминучі втрати

Втрати, зумовлені особливостями геологічної будови, в охоронних ціликах, які неможливо відпрацювати, та технологічно неминучі втрати при застосуванні певної системи розробки.



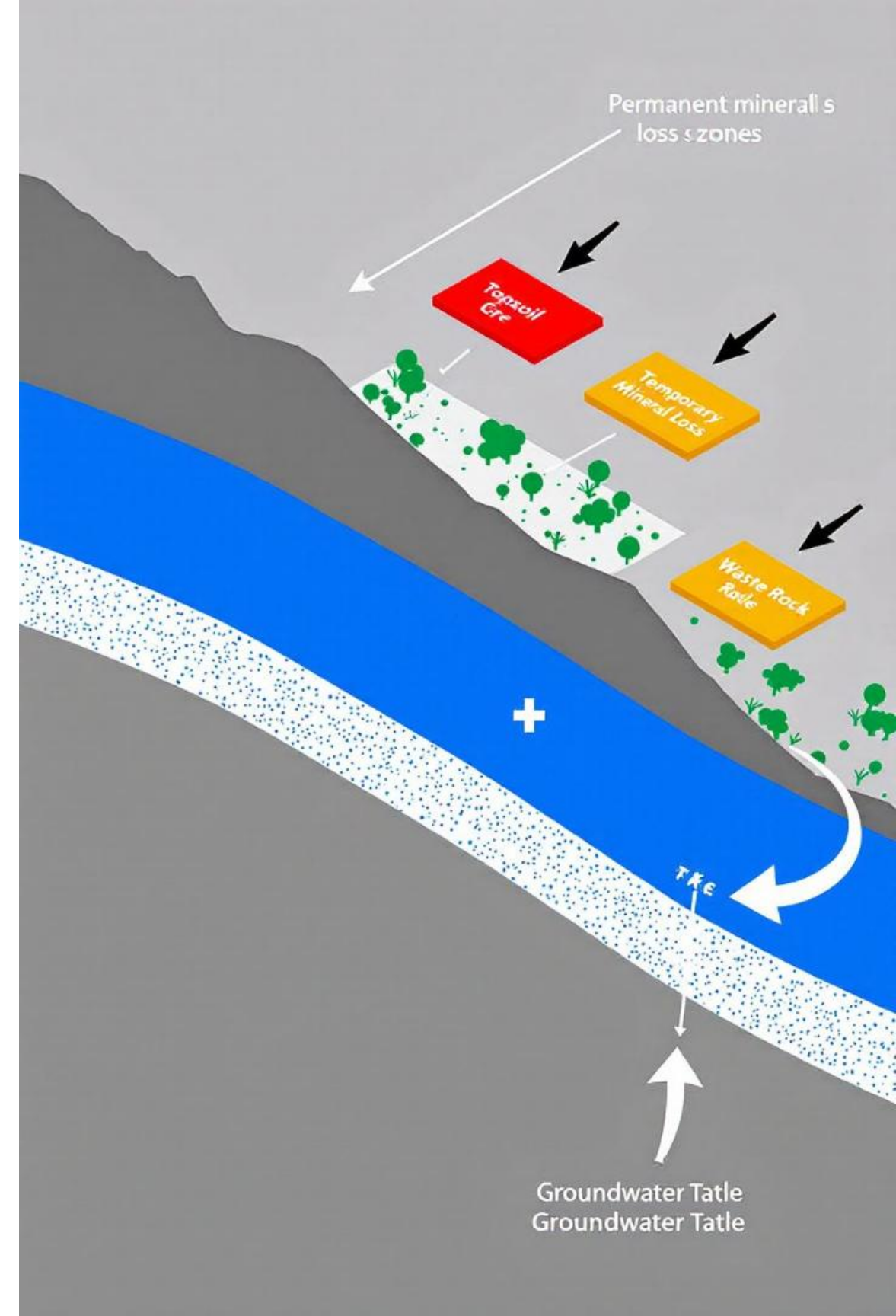
## Тимчасові втрати

Тимчасово невидобуті запаси, які можуть бути видобуті в майбутньому, запаси в тимчасових ціликах та запаси, видобуток яких відкладено з технічних або економічних причин.



## Постійні втрати

Запаси, які втрачені безповоротно та запаси, видобуток яких технічно неможливий або економічно недоцільний.









# Нормування втрат корисних копалин



## Технологічний принцип

Встановлення норм втрат на основі технологічних можливостей обладнання, обладнання, врахування технологічних особливостей системи розробки та залежність від технологічних параметрів виробок.



## Економічний принцип

Встановлення норм втрат на основі економічної доцільності, балансування між вартістю видобутку і вартістю втрачених запасів та врахування ринкової кон'юнктури.



## Екологічний принцип

Врахування впливу гірничих робіт на навколишнє середовище та встановлення норм втрат з урахуванням екологічних обмежень.

# Методи нормування втрат



## Розрахунково-аналітичний метод

Розрахунок норм втрат на основі аналітичних формул

---



## Статистичний метод

Встановлення норм втрат на основі статистичних даних

---



## Експертний метод

Встановлення норм втрат на основі експертних оцінок



# Види нормативів втрат



## Тимчасові нормативи

Встановлюються на початковому етапі розробки родовища, коригуються у міру накопичення досвіду експлуатації та мають орієнтовний характер.



## Постійні нормативи

Встановлюються для стабільно працюючих підприємств, затверджуються на тривалий період та використовуються для планування гірничих робіт.



## Прогресивні нормативи

Передбачають поступове зниження втрат, стимулюють впровадження нових технологій та враховують можливості вдосконалення технології видобутку.

**Mineral Extraction  
Compliance Report**

*Mineral Extraction Compliance Report  
Mineral Compliance Standards*

*Reg. 6, C.L.M.S. 1879/06 2020*

**Mining Safety  
Regulations**

**Mining Safety Regulations**

*Mineral Extraction Compliance Report  
Mineral Compliance Standards*

**Environmental  
Impact Assessment**

*Mineral Extraction Compliance Report  
Mineral Compliance Standards  
Reg. 6, C.L.M.S. 1879/06 2020*





# Прямі методи підрахунку втрат



## Метод маркшейдерських замірів

Вимірювання об'ємів залишених в надрах ціликів, визначення об'ємів втрат за маркшейдерською документацією. Точний, але трудомісткий метод.



## Метод обстеження відпрацьованого простору

Безпосереднє обстеження виробленого простору, вимірювання параметрів залишених ціликів, відбір проб для визначення якості втрачених запасів.



## Геологічний метод

Побудова детальних геологічних розрізів, визначення контурів рудних тіл, що залишилися в надрах, порівняння геологічних запасів з видобутими.





# Непрямі методи підрахунку втрат

## Метод порівняння запасів

Порівняння балансових запасів з фактично видобутими, врахування руху запасів за період оцінки. Відносно простий, але менш точний метод.

$$Q_p = Q_b - Q_v \pm \Delta Q_b$$

## Метод балансу металу

Порівняння кількості металу в балансових запасах з кількістю металу в видобутій руді, врахування збіднення та втрат якості.

$$Q_p = ((P_b - P_v) / C_b) \times 100\%$$

## Метод технологічного балансу

Порівняння кількості корисної копалини, що надходить на переробку, з розрахунковою розрахунковою кількістю, що повинна надійти. Врахування технологічних втрат на всіх етапах видобутку і переробки.

# Аналітичні методи підрахунку втрат

## Метод геометричного аналізу

Розрахунок втрат на основі геометричних параметрів виробок і ціликів



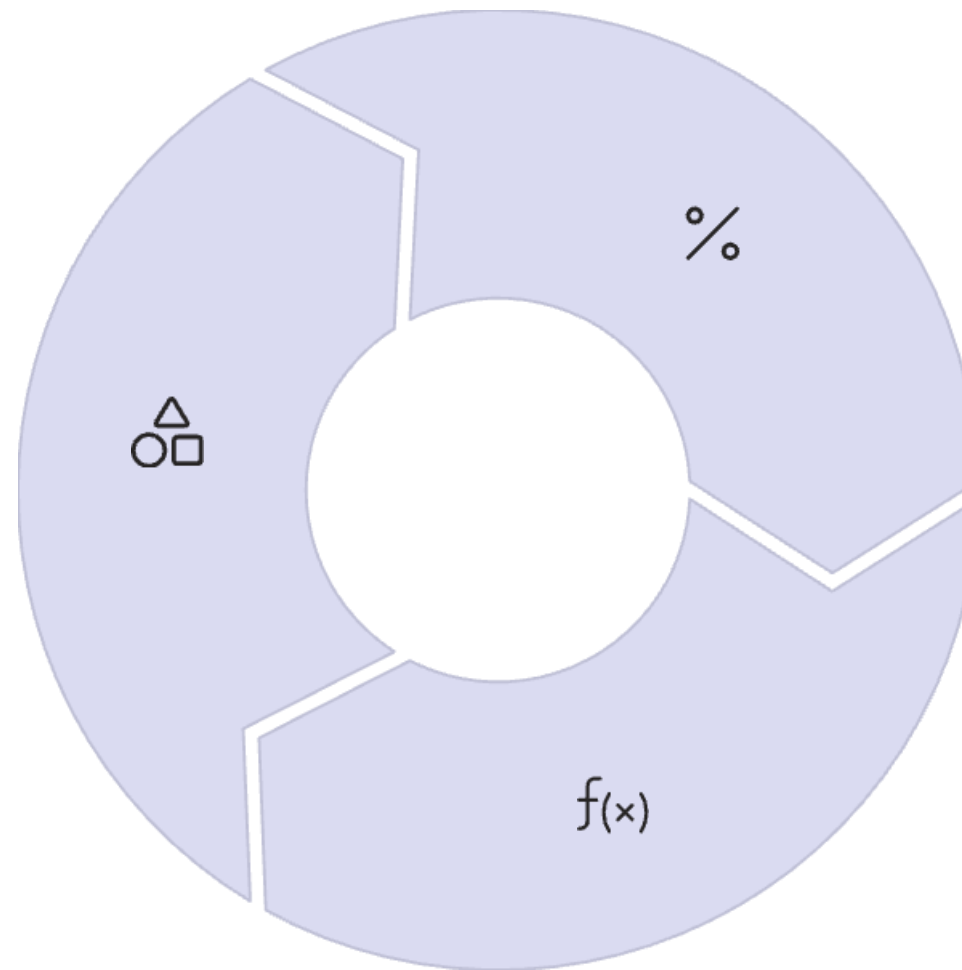
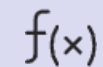
## Метод коефіцієнтів втрат

Розрахунок втрат за попередньо встановленими коефіцієнтами



## Метод математичного моделювання

Створення математичної моделі процесу видобутку





# Експериментальні методи підрахунку втрат

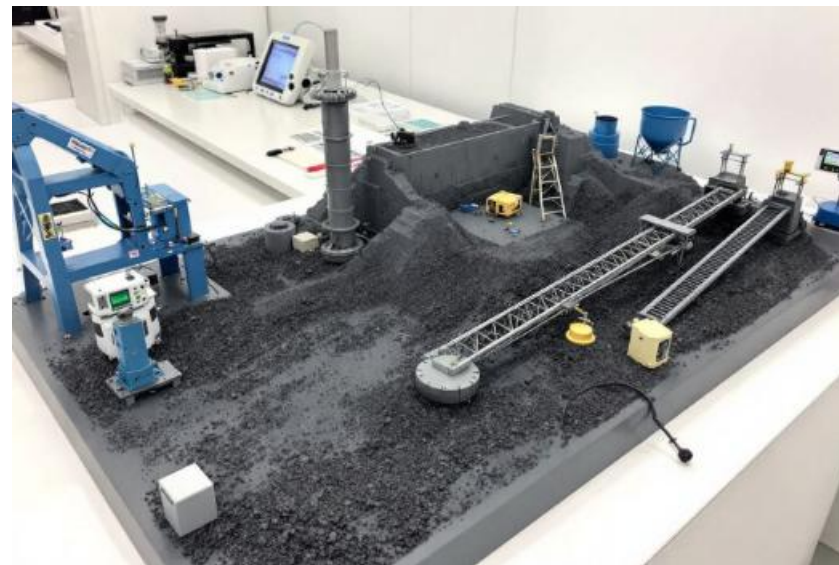
## Метод натурних експериментів

Проведення експериментальних виймань на обмежених ділянках, детальний облік всіх видів втрат та екстраполяція результатів на все родовище.



## Лабораторні методи

Моделювання процесів видобутку на фізичних моделях, визначення факторів, що впливають на втрати та вибір оптимальних параметрів системи розробки.



## Метод маркерів

Введення в масив спеціальних маркерів (радіоактивних, магнітних, тощо), відстеження переміщення маркерів при видобутку та визначення шляхів втрат корисних копалин.







# Статистичні методи підрахунку втрат



## Метод регресійного аналізу

Встановлення залежностей між втратами та факторами, що на них впливають.



## Метод багатофакторного аналізу

Врахування впливу багатьох факторів на втрати.

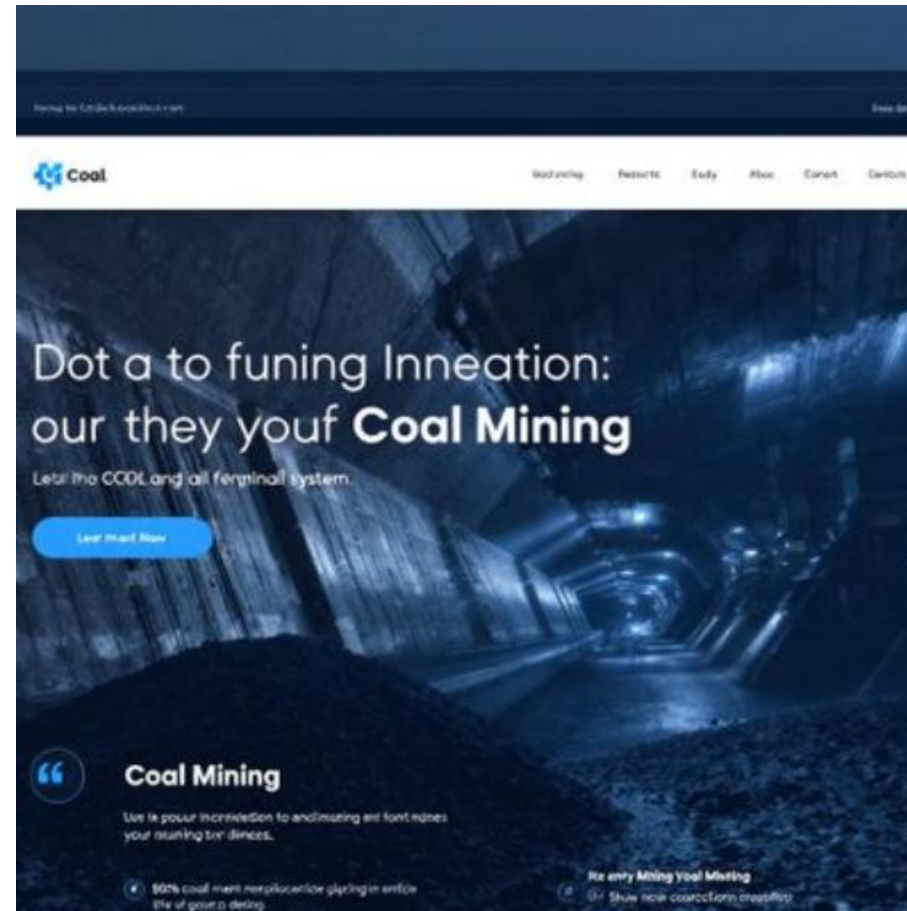
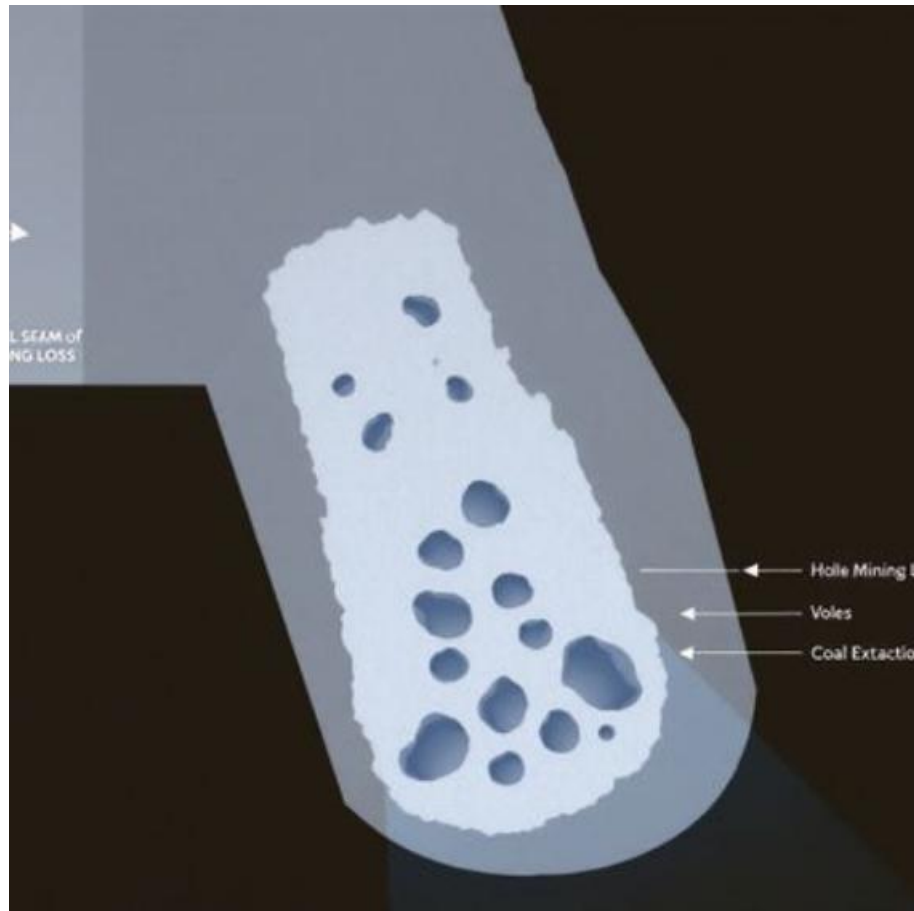


## Метод експертних оцінок

Збір та аналіз думок експертів щодо причин і розмірів втрат.



# Особливості підрахунку втрат для вугільних родовищ

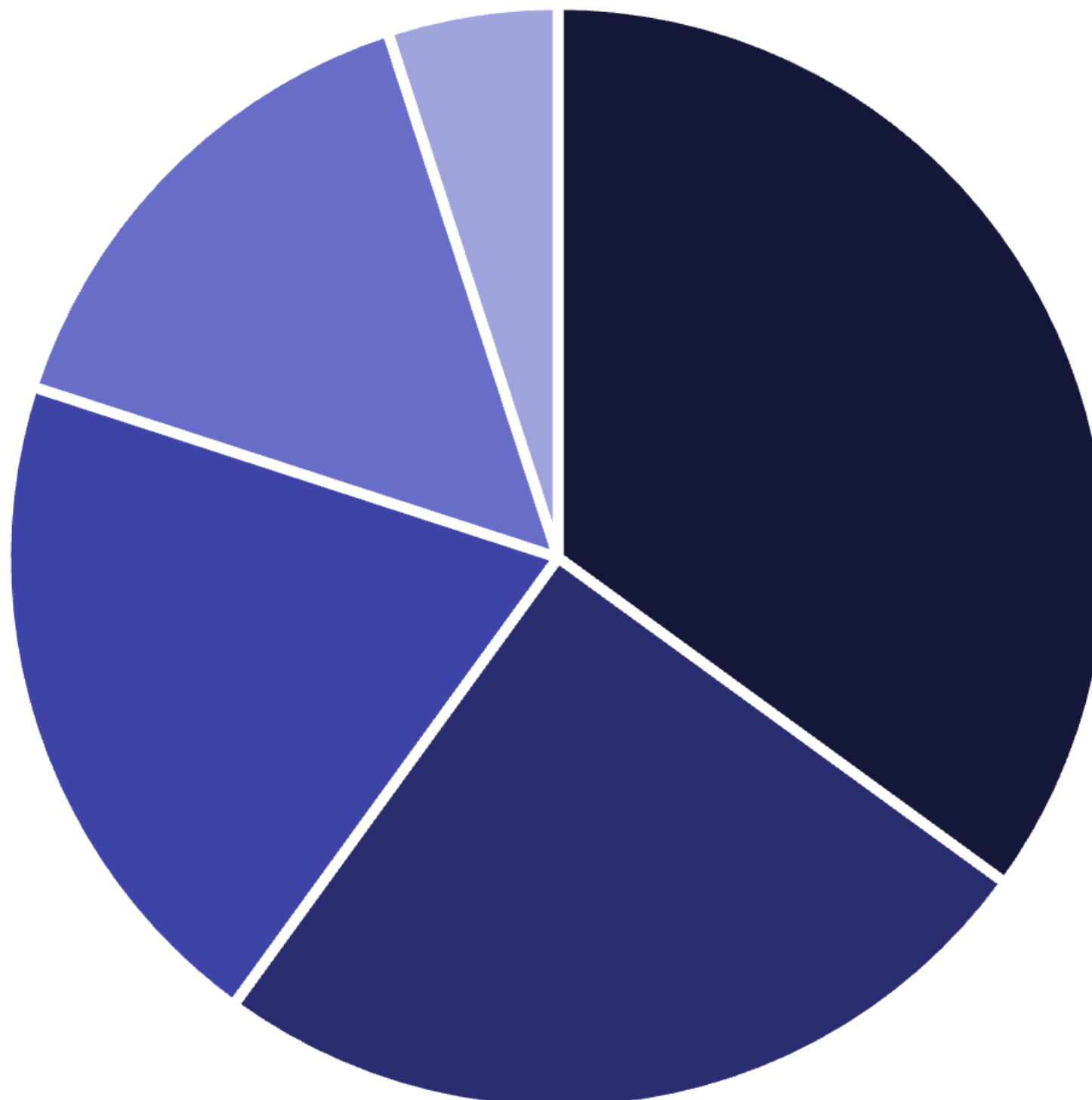


Вугільні родовища характеризуються відносною однорідністю корисної копалини, пластовою формою залягання та специфічними системами розробки (лавами, стовпами). Для підрахунку втрат найчастіше застосовуються метод порівняння запасів, метод маркшейдерських замірів та метод коефіцієнтів втрат.

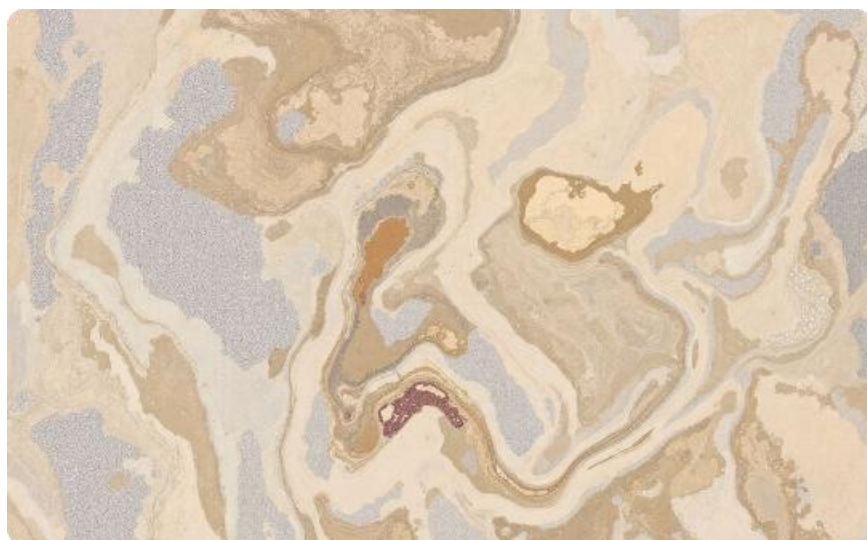
Особливості обліку збіднення включають визначення зольності вугілля до і після видобутку, урахування потрапляння породи з покрівлі та підшви, а також оцінку якості вугілля в залишених ціликах.



## Особливості підрахунку втрат для родовищ нафти і газу

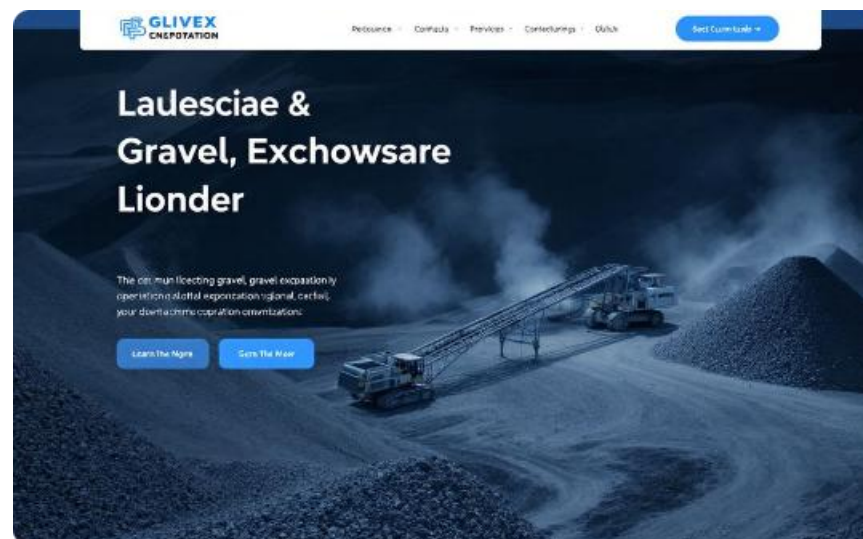


# Особливості підрахунку втрат для нерудних родовищ



## Відносна однорідність

Нерудні родовища характеризуються відносною однорідністю корисної копалини, що спрощує підрахунок втрат.



## Великі об'єми видобутку

Великі об'єми видобутку нерудних корисних копалин вимагають ефективних методів обліку втрат.



## Особливості обліку якості

Визначення фізико-механічних властивостей сировини, облік фракційного складу та оцінка вмісту шкідливих домішок.



# Особливості підрахунку втрат при відкритих гірничих роботах



## Види втрат

Втрати на контактах з пустими породами, втрати в межах робочих площадок, втрати в цілику під транспортними комунікаціями та втрати через недостатню селективність виймання.



## Методи підрахунку

Метод маркшейдерських замірів, метод порівняння об'ємів та метод геометричного аналізу.

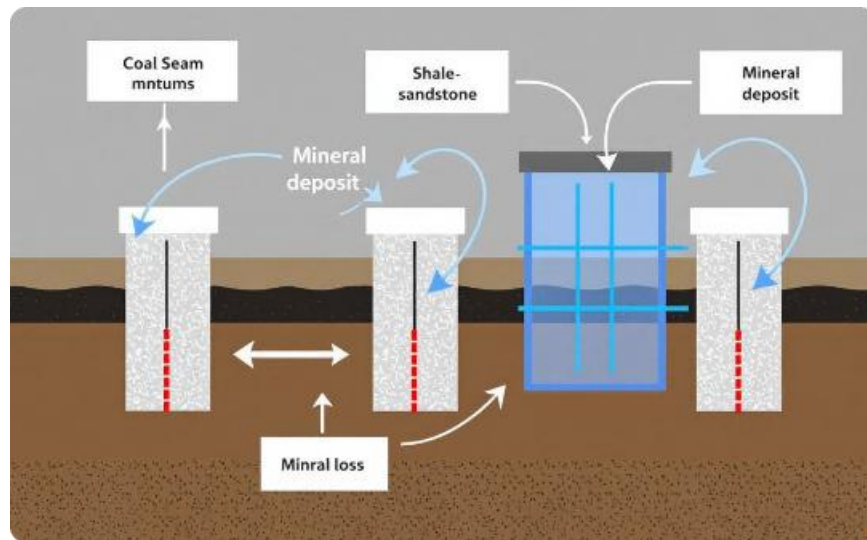


## Формула розрахунку

$Q_{\text{п}} = L \times h \times m \times \gamma$ , де  $L$  — довжина контакту,  $h$  — потужність шару втрат,  $m$  — ширина зони втрат,  $\gamma$  — об'ємна маса корисної копалини.

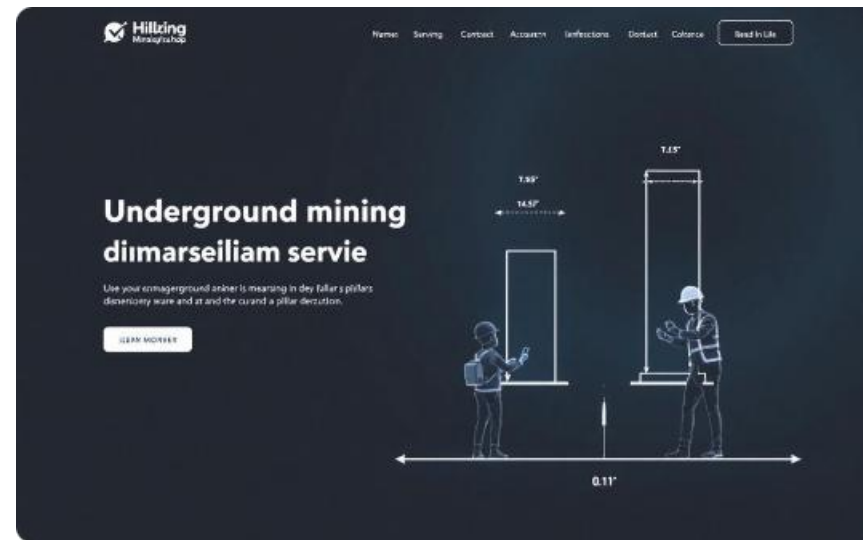


# Особливості підрахунку втрат при підземних гірничих роботах



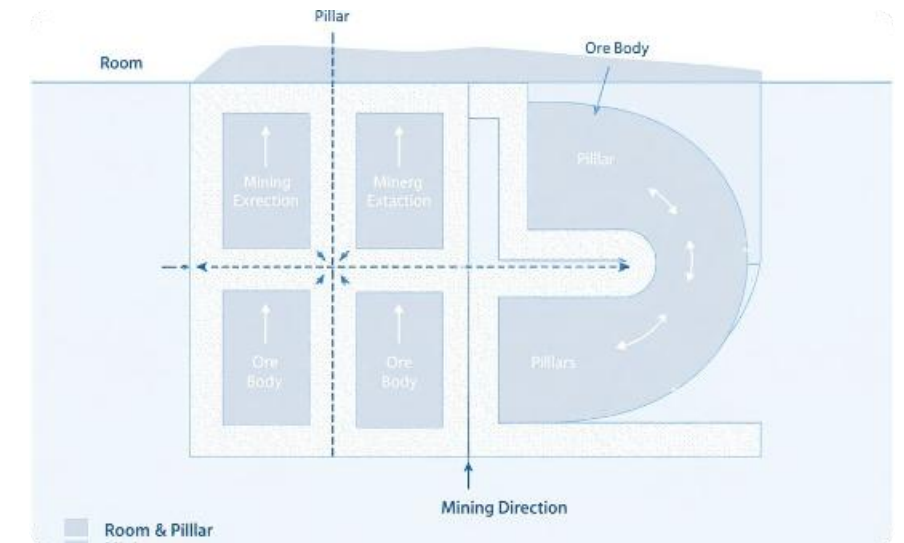
## Види втрат

Втрати в охоронних ціликах, втрати в міжкамерних ціликах, втрати в стелинах і підшвах камер та втрати при відбійці та доставці руди.



## Методи підрахунку

Метод маркшейдерських замірів, метод балансу металу та метод коефіцієнтів втрат.

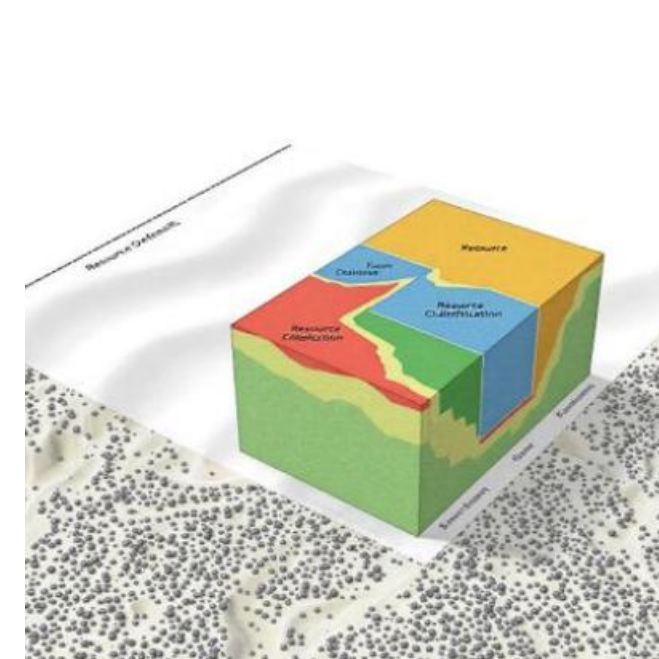
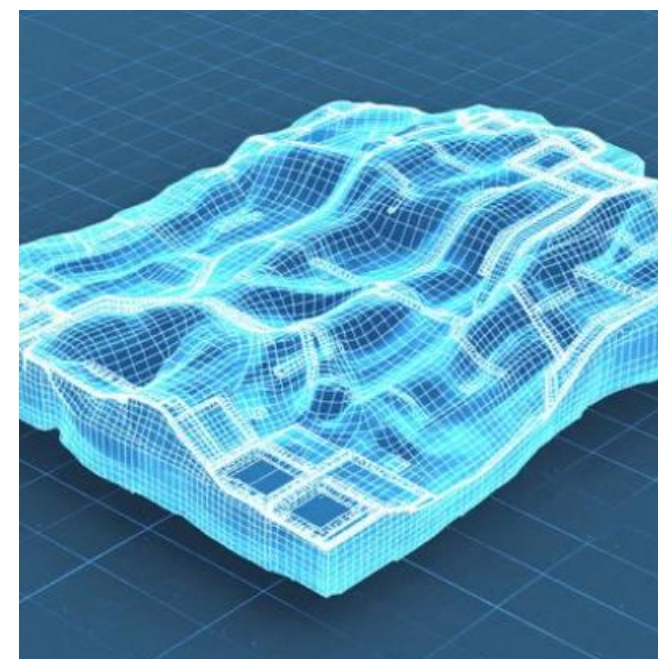
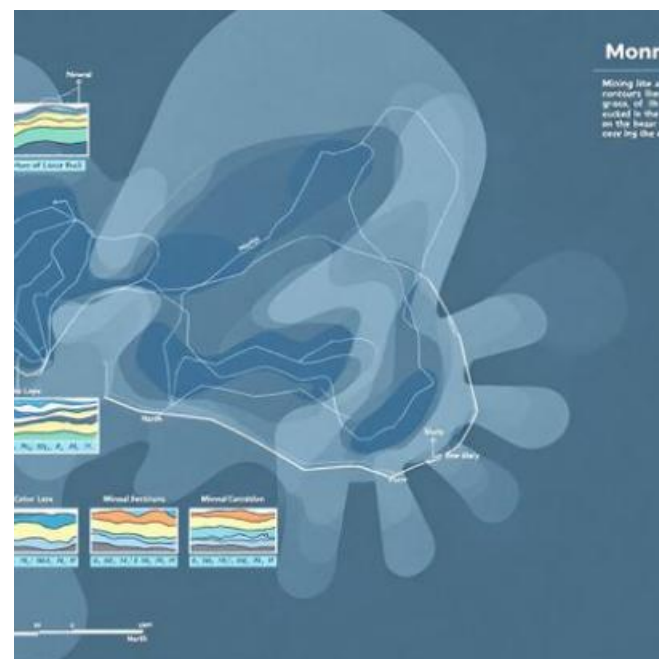
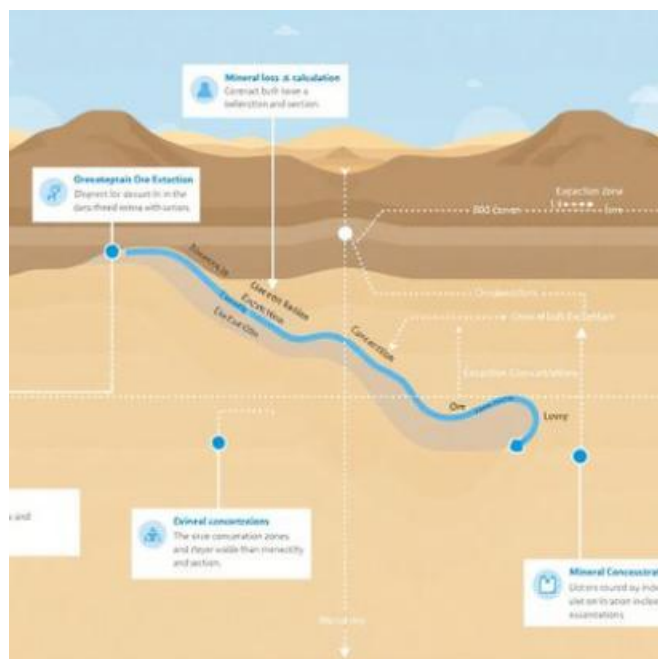


## Формула розрахунку

$Q_p = (S_c / (S_k + S_c)) \times Q_b$ , де  $S_c$  — площа ціликів,  $S_k$  — площа камер,  $Q_b$  — балансові запаси.



# Геометричні методи у підрахунку втрат



Графоаналітичні методи включають метод поперечних розрізів (побудова серії поперечних розрізів через рудне тіло), метод ізоліній (побудова ізоліній потужності рудного тіла) та метод трикутників (розбиття площі на трикутники).

Тривимірне моделювання включає каркасне моделювання (побудова тривимірних каркасів рудних тіл і виробок), блочне моделювання (розбиття родовища на блоки) та імовірнісне моделювання (створення стохастичних моделей родовища).





# Економічна оцінка втрат корисних копалин

## Еп

Метод прямих втрат

$$E_p = Q_p \times C \times \text{Ц}$$

## Еч

Метод чистих втрат

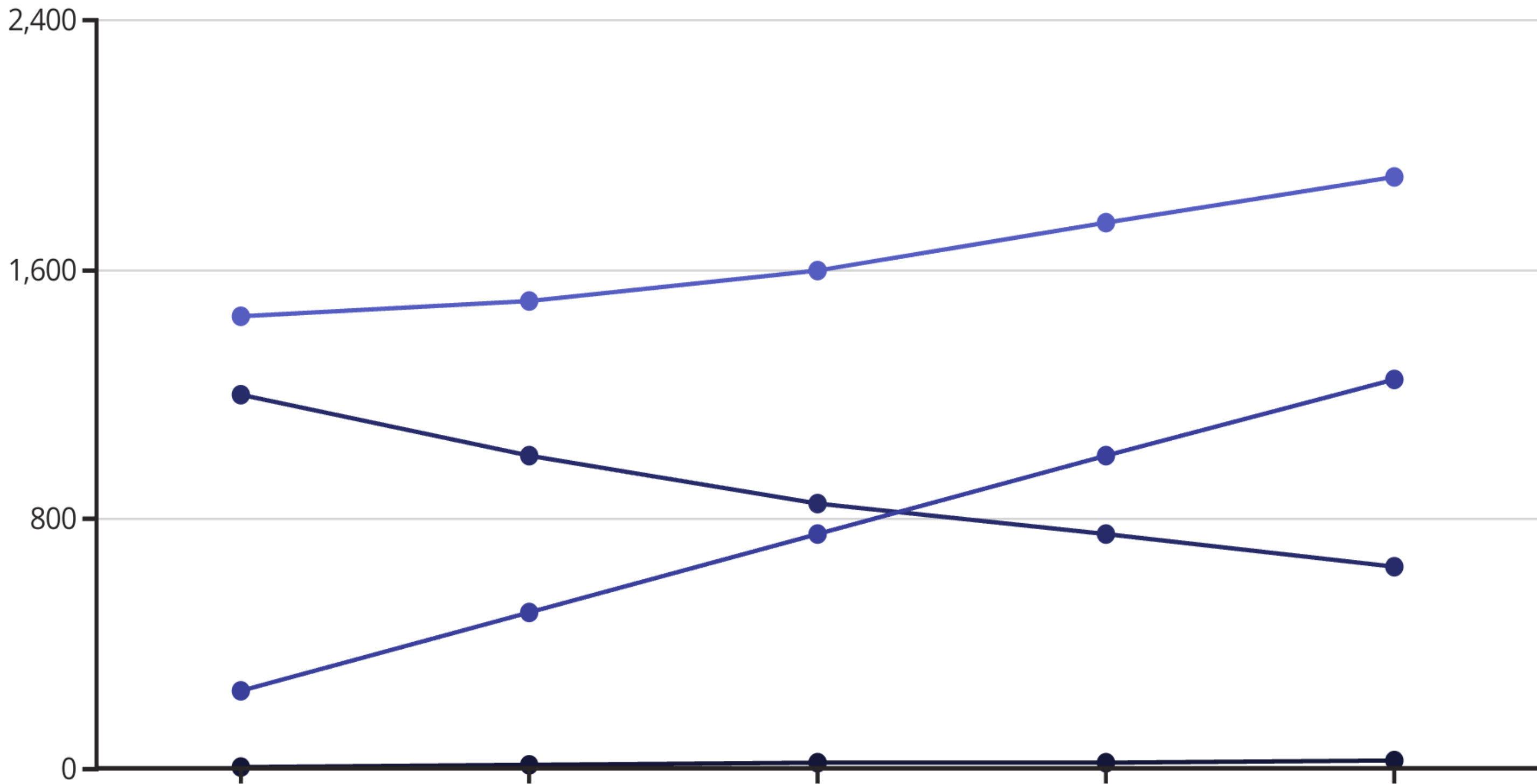
$$E_{\text{ч}} = Q_p \times (C \times \text{Ц} - 3)$$

## Зсум

Оптимізація рівня втрат

$$Z_{\text{сум}} = Z_{\text{в}} + Z_{\text{п}} \rightarrow \min$$

# Принцип оптимізації рівня втрат



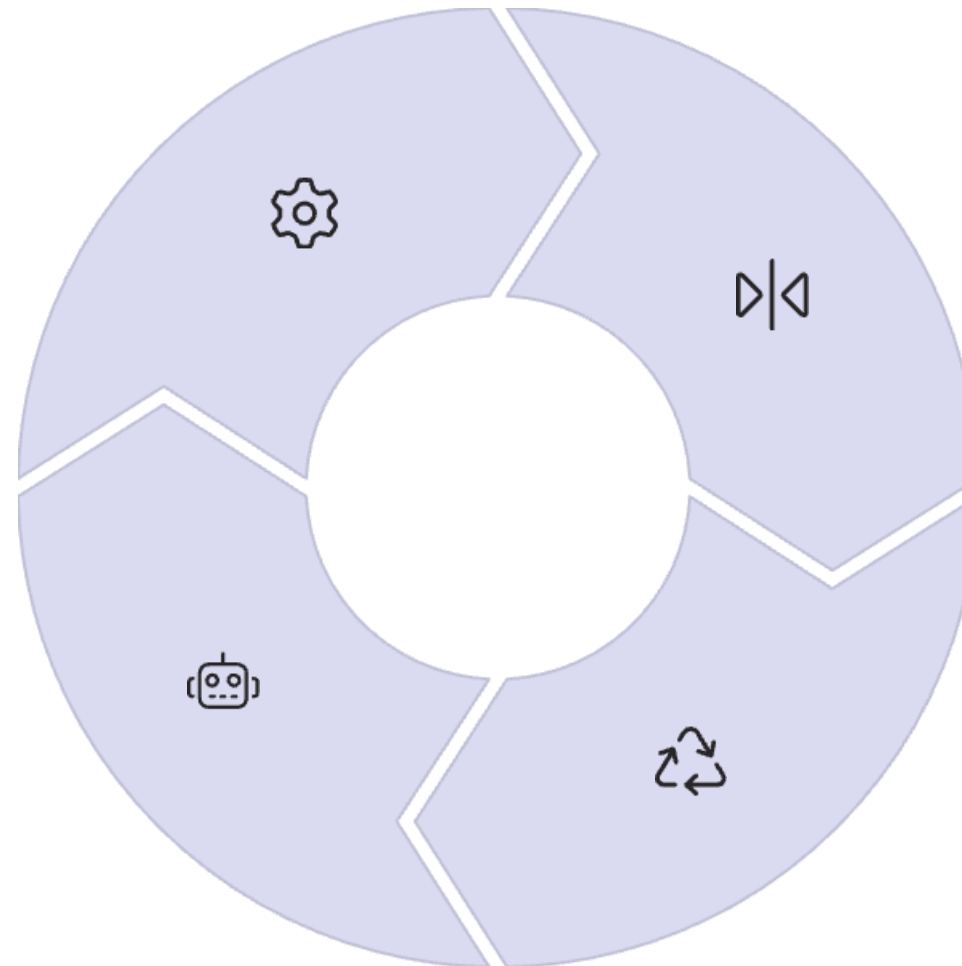
# Технологічні заходи щодо зниження втрат корисних копалин

## Удосконалення систем розробки

Розробка нових систем з низьким рівнем втрат

## Автоматизація процесів

Впровадження автоматизованих систем контролю



## Вдосконалення технології видобутку

Впровадження селективного виймання

## Повторна розробка

Видобуток запасів з погашених ціликів



# Організаційні заходи щодо зниження втрат корисних копалин



## Покращення планування гірничих робіт

Оптимізація порядку відпрацювання запасів, удосконалення календарного планування та підвищення якості проектування.



## Удосконалення нормативної бази

Розробка прогресивних нормативів втрат, впровадження економічних стимулів за зниження втрат та посилення контролю за дотриманням нормативів.



## Підвищення кваліфікації персоналу

Навчання персоналу методам роботи з мінімальними втратами, матеріальне стимулювання за зниження втрат та відповідальність за перевищення нормативів втрат.

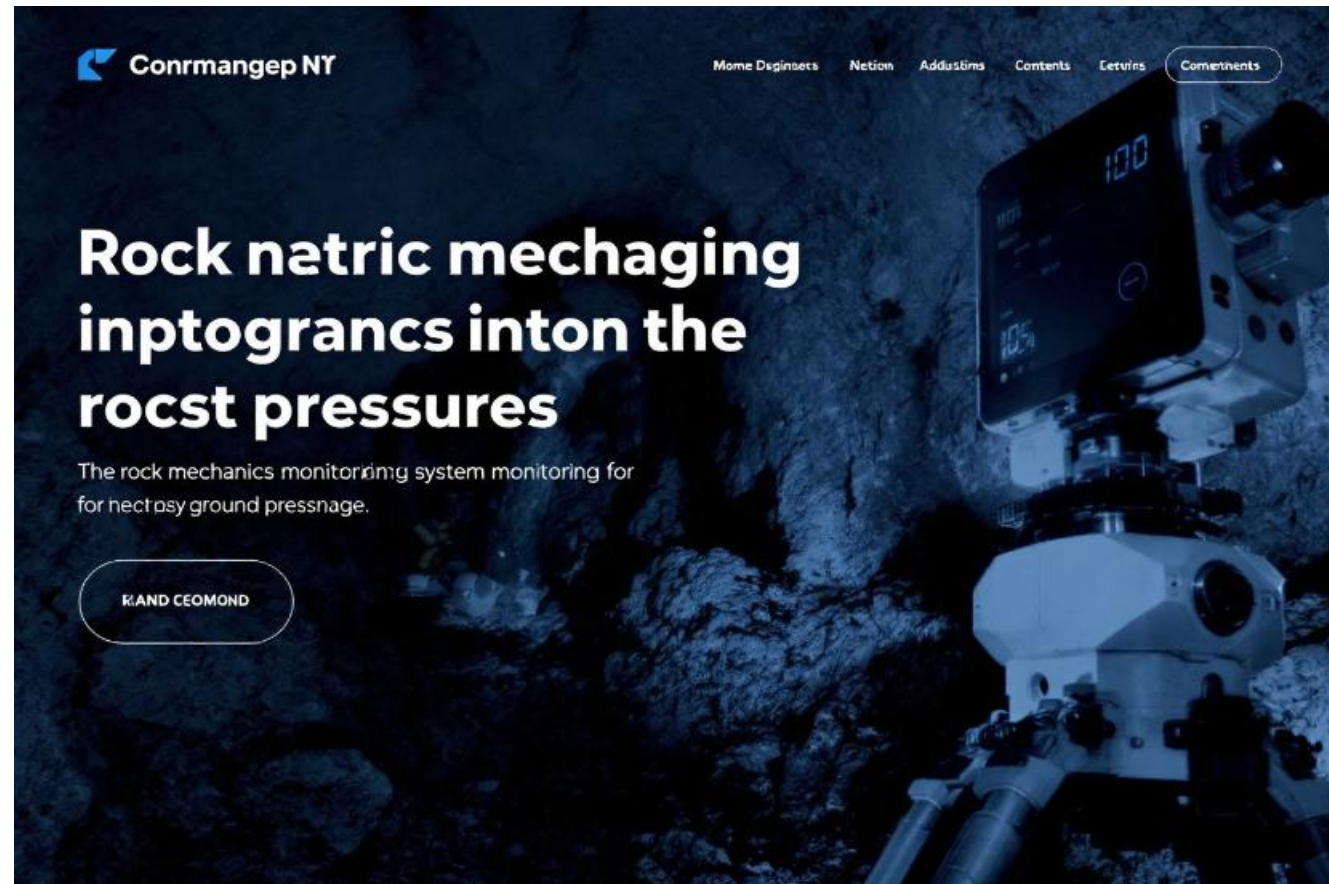




# Геомеханічний контроль для зниження втрат

## Управління гірським тиском

Оптимізація розмірів ціликів, застосування спеціальних методів підтримки виробленого простору та використання закладки виробленого виробленого простору.



## Моніторинг стану масиву

Впровадження систем контролю стійкості масиву, попередження раптових обвалень та оптимізація параметрів кріплення.





# Сучасні тенденції в оцінці втрат

## Комплексний підхід

Поєднання різних методів підрахунку втрат, урахування всіх видів втрат на всіх етапах видобутку та інтеграція геологічних, технологічних та економічних аспектів.

## Автоматизація процесів

Впровадження автоматизованих систем обліку видобутку і втрат, використання геоінформаційних систем та застосування спеціалізованого програмного забезпечення.

## Розвиток методології

Удосконалення математичних моделей втрат, розробка нових методів оцінки втрат в складних складних умовах та стандартизація методик підрахунку для різних типів родовищ.



# Перспективні напрямки удосконалення методів підрахунку втрат



## Дистанційні методи

Використання лазерного сканування виробленого простору, застосування безпілотних літальних апаратів для обстеження відкритих виробок та розвиток радіолокаційних методів контролю масиву.



## Цифрові технології

Створення цифрових двійників родовищ, використання технологій великих даних для аналізу втрат та застосування штучного інтелекту для оптимізації параметрів видобутку.



## Інтеграція з системами управління якістю

Зв'язок систем обліку втрат з системами управління якістю, комплексний підхід до оцінки ефективності видобутку та впровадження концепції ощадливого виробництва в гірничу промисловість.

