



Чисті технології для
відкритого гірничого
виробництва



Лекція 4. Геомеханічні порушення та охорона геологічного середовища



Проблема деградації ландшафту

Проблема деградації ландшафту

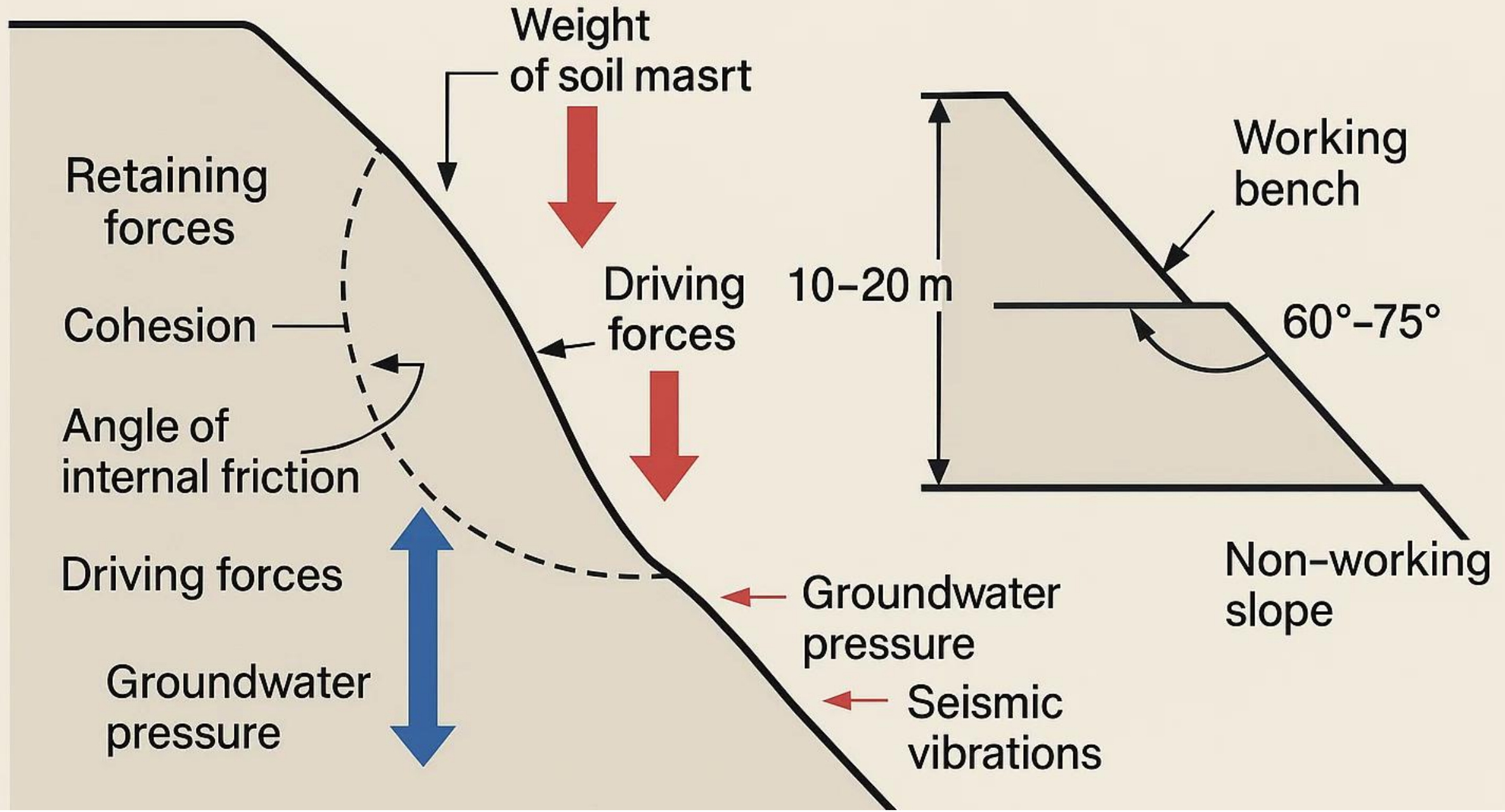


Проблема деградації ландшафту



Retaining forces

No universal "critical angle"



Фактори, що спричиняють нестабільність

**Вода і
атмосферні
опади**

Інфільтрація води
зменшує ефективне
напруження та міцність
порід

**Геологічні
розриви**

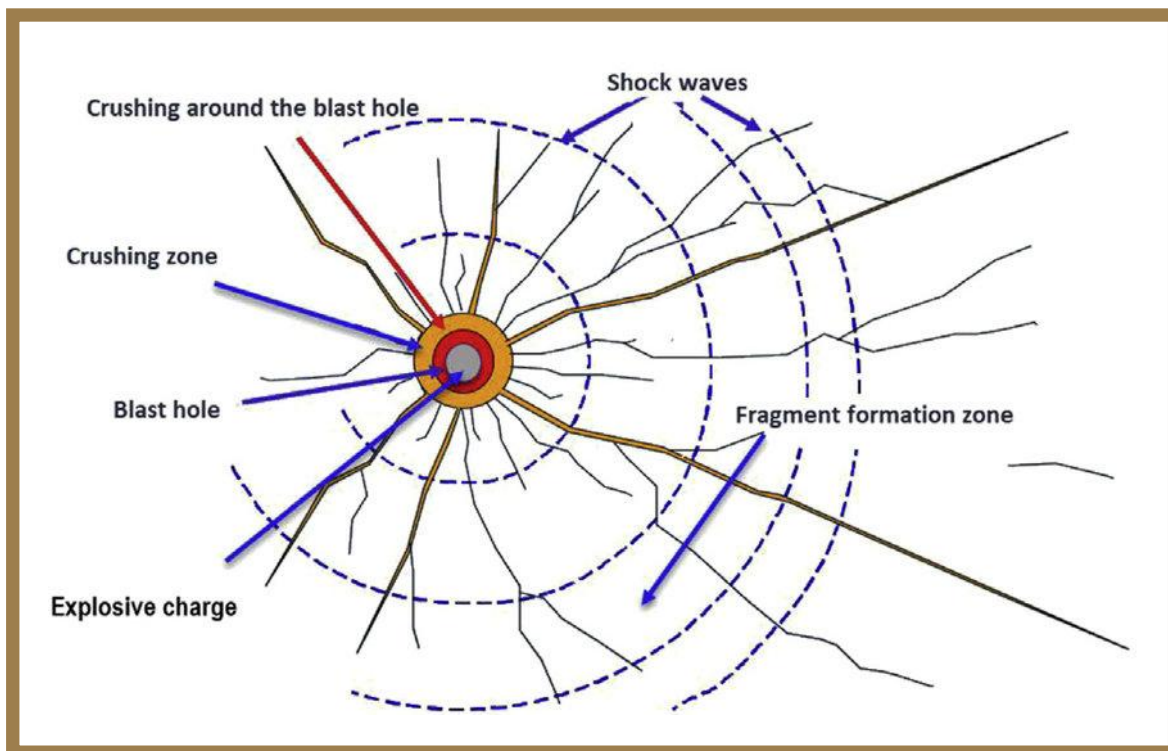
Наявність тектонічних
порушень, зон тріщин
та слабких прошарків
(глини, сланці) створює
потенційні поверхні
ковзання

**Динамічні
навантаження**

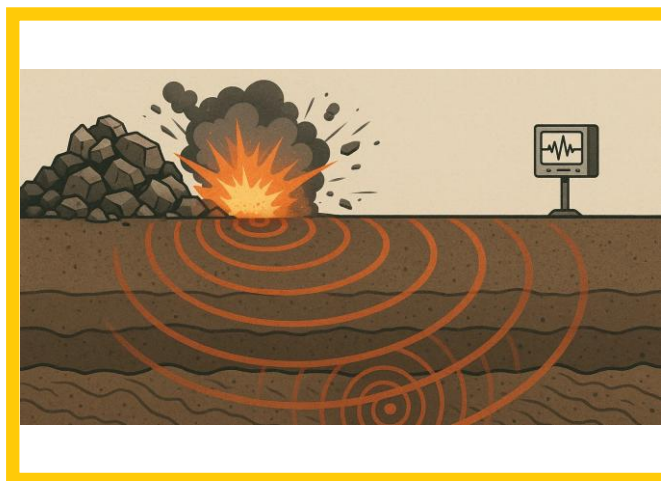
Вибухові роботи, рух
важкої техніки та
сейсмічні коливання
викликають додаткові
напруження, які можуть
перевищити міцність
порід

**Вивітрювання
та циклічне
промерзання**

Атмосферні впливи
руйнують борти,
утворюють тріщини,
призводять до осипання



Первинне тріщиноутворення відбувається в результаті миттєвого перевищення межі міцності породи на стиск, що супроводжується радіальним розтріскуванням навколо вибухової свердловини. У цій зоні руйнування породи відбувається шляхом її дроблення та переміщення.



Вторинне тріщиноутворення відбувається внаслідок дії пружних хвиль, які викликають розтягуючі деформації в породному масиві на відстані від вибухової свердловини. Цей процес супроводжується розвитком тріщин, орієнтованих перпендикулярно до напрямку поширення хвиль.

Деформації земної поверхні, викликані гірничими роботами, є складним геомеханічним явищем, що виникає в результаті зміни напружено-деформованого стану породного масиву через вилучення значних обсягів матеріалів. Це явище можна класифікувати на кілька типів залежно від характеру та причин виникнення: осідання, опускання, підйом і горизонтальні зсуви.



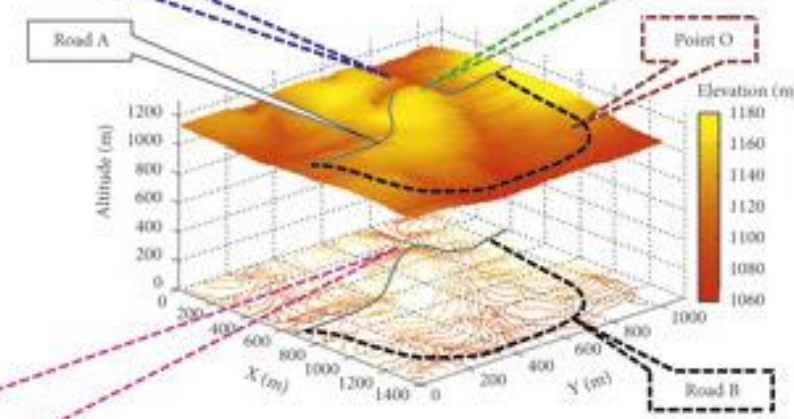
(a)



(b)



(c)



(d)

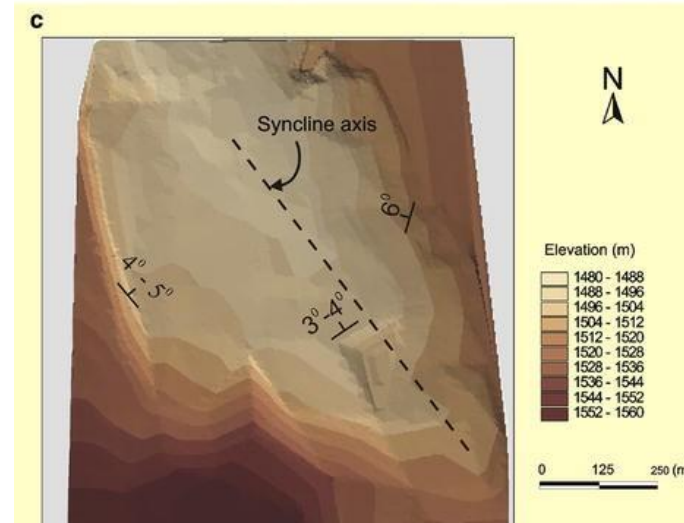
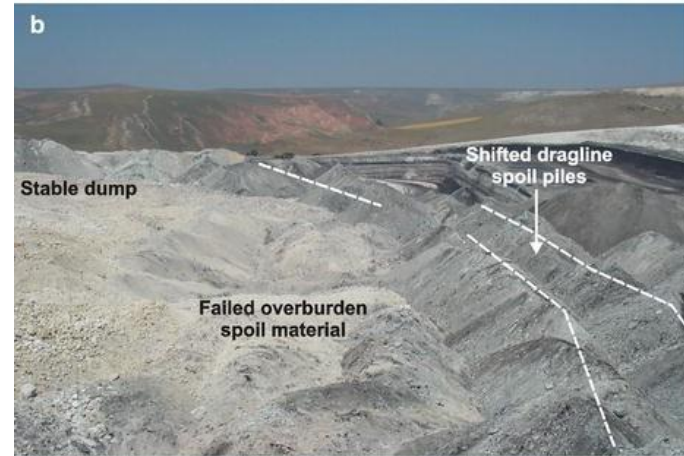
Типи деформаційних зон

Зона підйому — ділянки земної поверхні, які піднімаються через тиск знизу, зазвичай внаслідок зміни водного режиму або порушення геологічних структур

Зона зсувів — області, де горизонтальні зсуви порід призводять до зміщення ґрунтових мас вбік, що часто супроводжується утворенням тріщин і відривних блоків

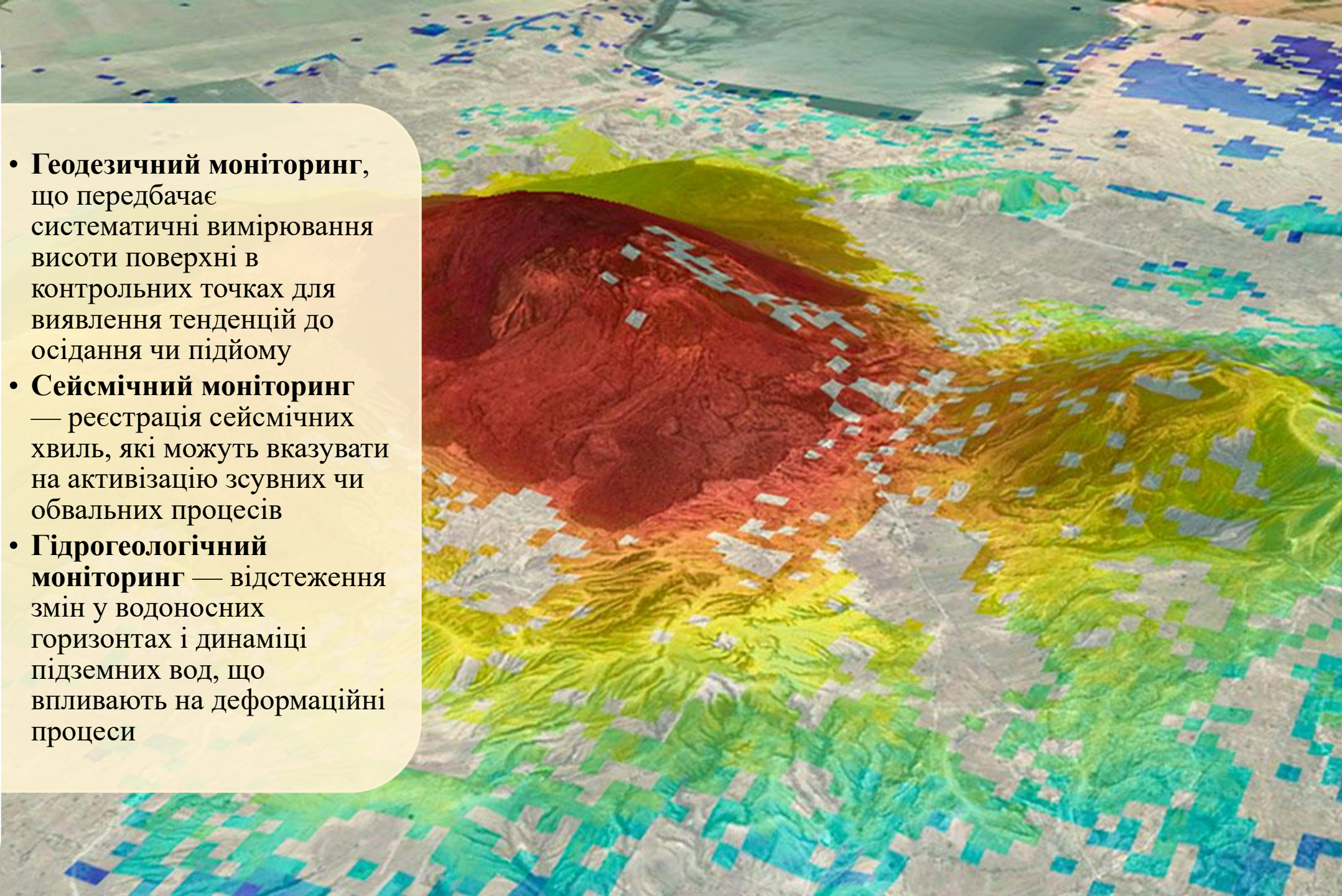
Зона розтягування — ділянки земної поверхні, що піддаються напруженням розтягування, що призводить до утворення тріщин і відкритих розломів

Зона стиску — області, де відбувається зсув порід до центру, що спричиняє стиснення і створює додаткові навантаження на структури, що знаходяться у цій зоні



Засоби
моніторингу
деформаційних
процесів

- **Геодезичний моніторинг**, що передбачає систематичні вимірювання висоти поверхні в контрольних точках для виявлення тенденцій до осідання чи підйому
- **Сейсмічний моніторинг** — реєстрація сейсмічних хвиль, які можуть вказувати на активізацію зсувних чи обвальних процесів
- **Гідрогеологічний моніторинг** — відстеження змін у водоносних горизонтах і динаміці підземних вод, що впливають на деформаційні процеси



Інженерні заходи для запобігання деградації ландшафту і мінімізувати ризики зсувів та обвалів

Закріплення бортів кар'єрів шляхом використання підпірних стінок, анкерних систем та інших конструкцій для зменшення ймовірності обвалів.

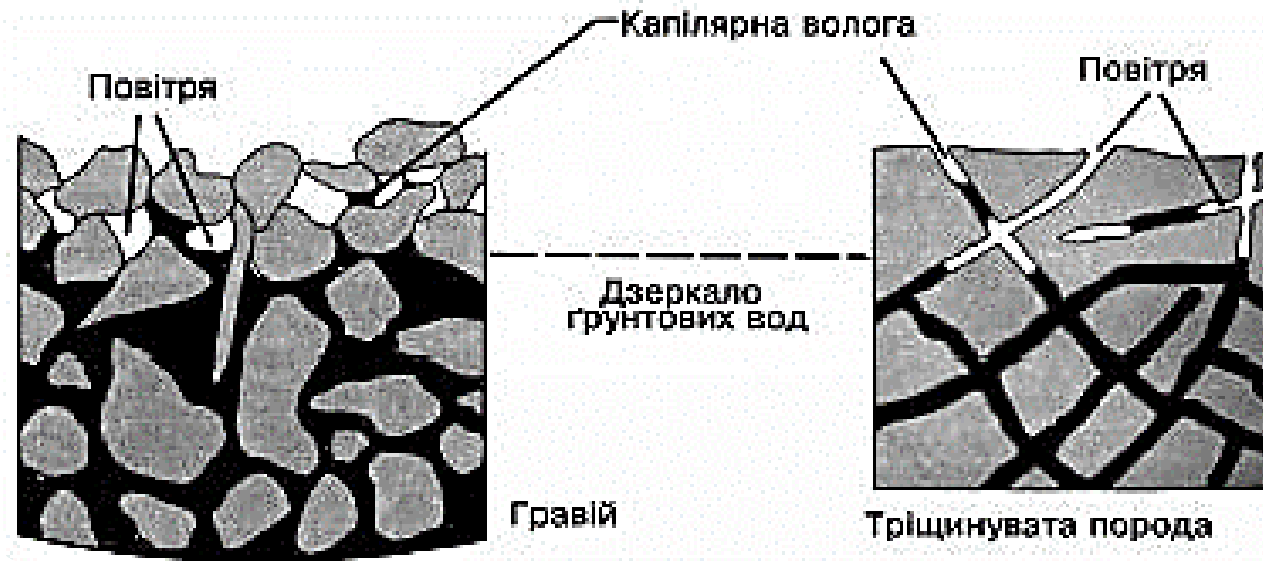
Дренажні системи для регулювання водного балансу і запобігання насиченню порід водою, що зменшує ризик їх ослаблення та зсуву.

Террасування — створення ступінчастих структур на схилах для зниження ерозійних процесів та зміцнення схилів.



Дренажні системи є одним з ефективних способів зміцнення гірського масиву. Вони дозволяють відводити воду та зменшувати гідростатичний тиск, що може знижувати ризик зсувів та інших негативних явищ.



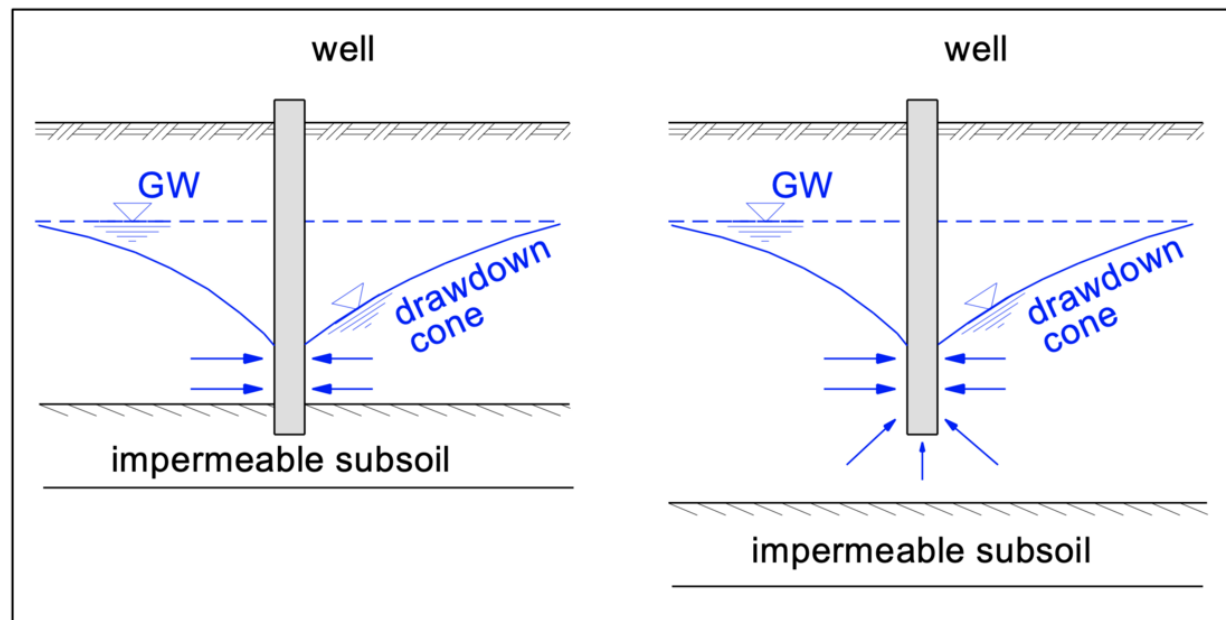
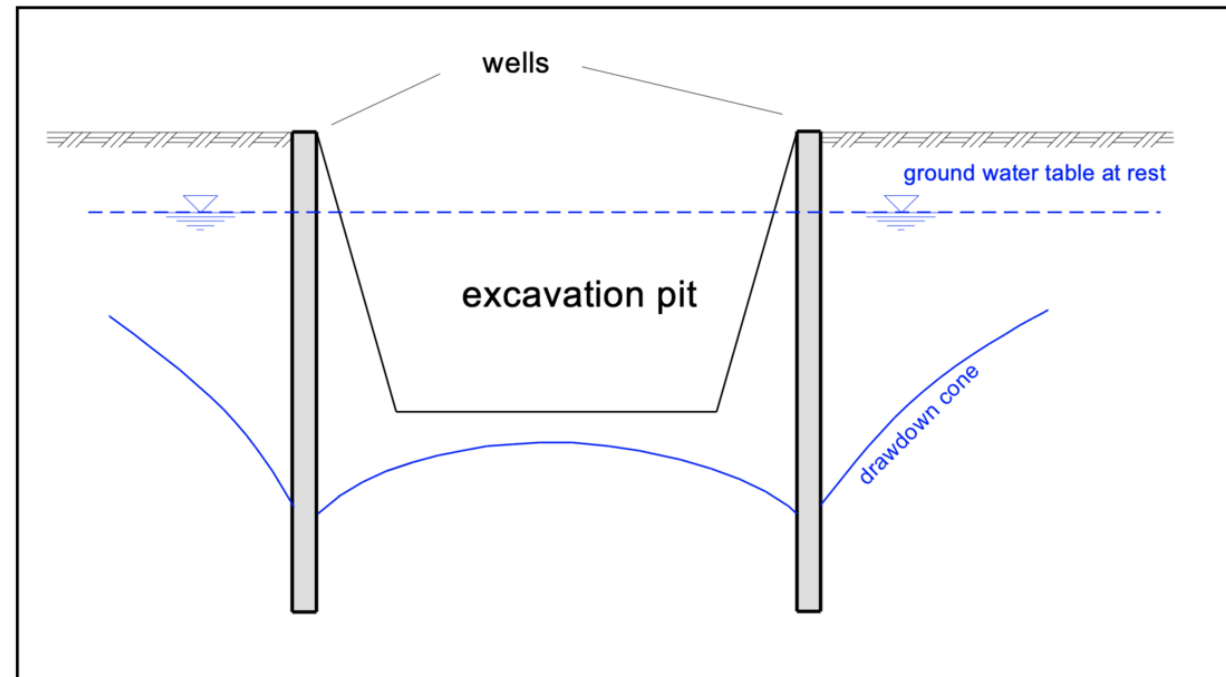


Дренажні системи є одним з методів управління станом гірського масиву та можуть використовуватись для зміцнення масиву порід. Основна роль дренажних систем полягає в зменшенні негативних впливів води на гірський масив та запобіганні проявам геологічних процесів, таких як зсуви та обвали.

Дренажні системи можуть бути побудовані для зменшення водяного тиску в гірському масиві, що може сприяти зменшенню руйнування та підвищенню стійкості масиву порід.

Глибинні дренажні системи

використовуються для відведення води з глибин масиву порід. Ці системи можуть включати свердловини, канали, тунелі та інші споруди. Глибинні дренажні системи допомагають зменшити водяний тиск в гірському масиві та знизити рівень ґрунтових вод.





Поверхневі дренажні системи використовуються для збирання та відведення води з поверхні землі. Ці системи можуть включати канали, ставки, балки та інші гідротехнічні споруди. Поверхневі дренажні системи зменшують водяний тиск на гірський масив та запобігають зсувам та обвалам.

Гравітаційні дренажні системи використовують гравітаційну силу для транспортування води від джерела до місця відведення. У таких системах вода стікає по нахилу в напрямку місця збору або відведення. Гравітаційні дренажні системи можуть бути відкритими або закритими.



Не вимагають додаткових джерел енергії для функціонування. Мають просту конструкцію, що спрощує процес монтажу та обслуговування. Мають низькі витрати на експлуатацію

Ефективність залежить від нахилу території, що може бути недоступним для деяких місцевостей. Недостатньо ефективні для відводу великих об'ємів води від глибин масиву порід.

Напірні дренажні системи

використовують насоси для транспортування води під високим тиском. Напірні дренажні системи використовуються в основному для відведення води з глибин масиву порід.



Забезпечують високу ефективність відведення води, включаючи великі об'єми з глибин масиву порід. Дозволяють використовувати воду для інших цілей, наприклад, для зрошення. Можуть працювати під високим тиском та віддаленими відстанями.

Вимагають додаткових джерел енергії для роботи насосів. Мають складну конструкцію, що ускладнює процес монтажу та обслуговування. Мають високі витрати на експлуатацію.

Інженерні заходи для запобігання деформаціям

Закріплення поверхні — застосування геосинтетичних матеріалів, що дозволяють стабілізувати поверхневі шари порід

Ін'єкційне зміцнення порід — введення у підземні породи цементних розчинів або полімерних матеріалів, що підвищує їхню стійкість до деформаційних впливів

Зниження динамічних навантажень — обмеження використання вибухових методів або використання менш інтенсивних технологій видобутку корисних копалин

