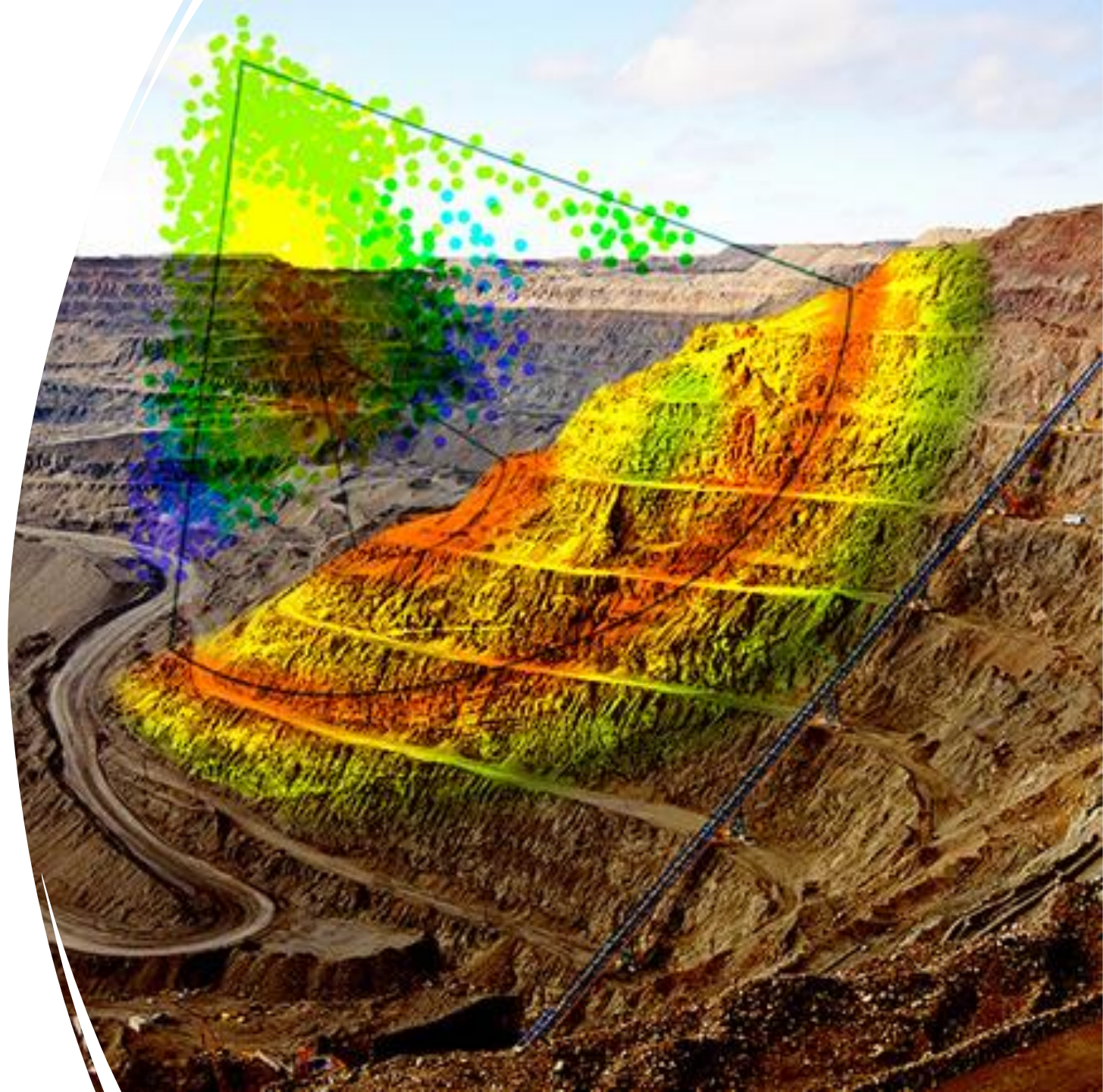


**Лекція 5.
Практичне
значення
реологічних
властивостей
у видобувних
процесах**

**Механіка
гірських
порід**





Вплив реологічних властивостей на поведінку порід у схилах кар'єрів



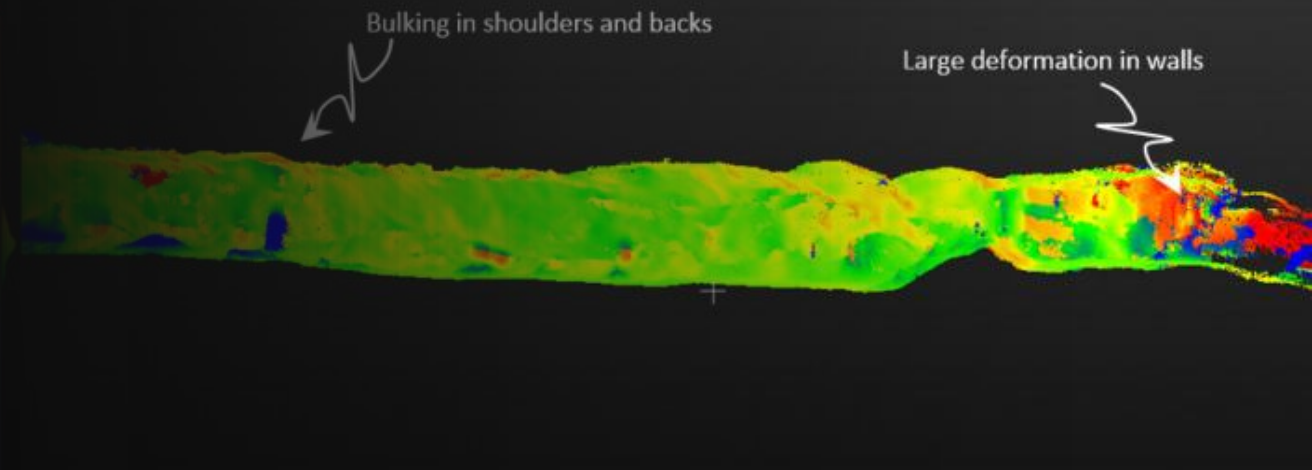
М'які зв'язні породи (глини, глинисті сланці, тріщинуваті зволожені аргіліти) характеризуються значною повзучістю – схили з таких порід можуть повільно деформуватися під дією власної ваги та напружень.



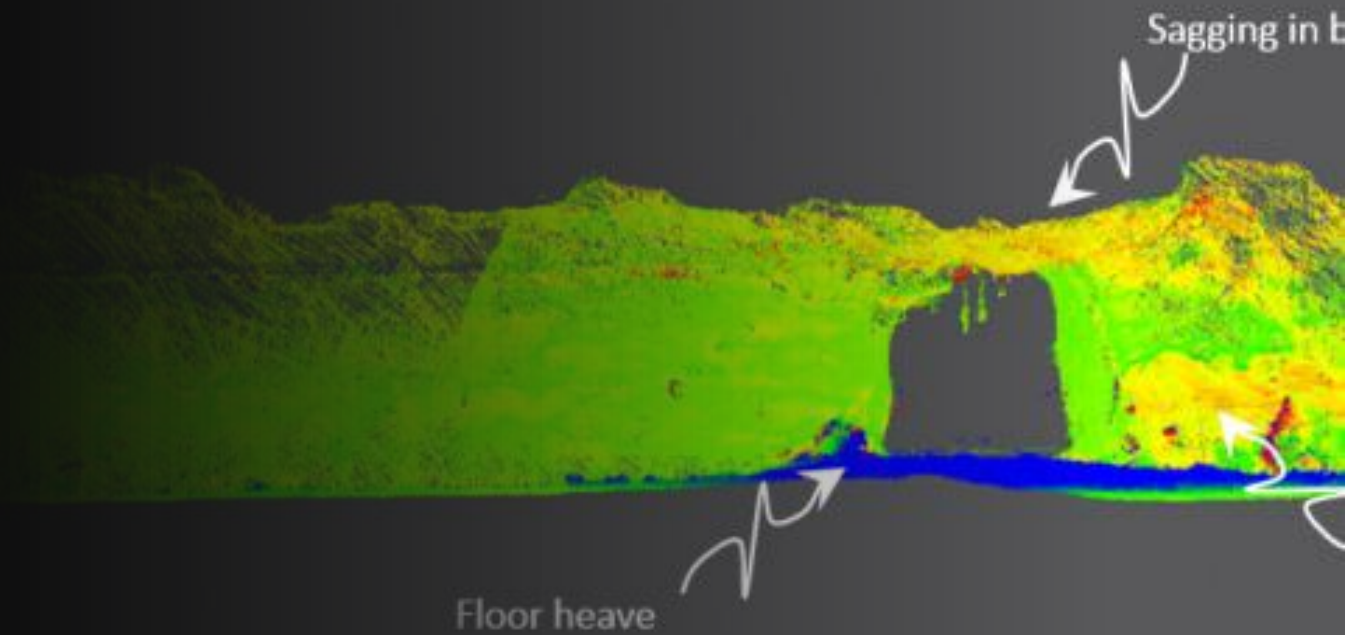


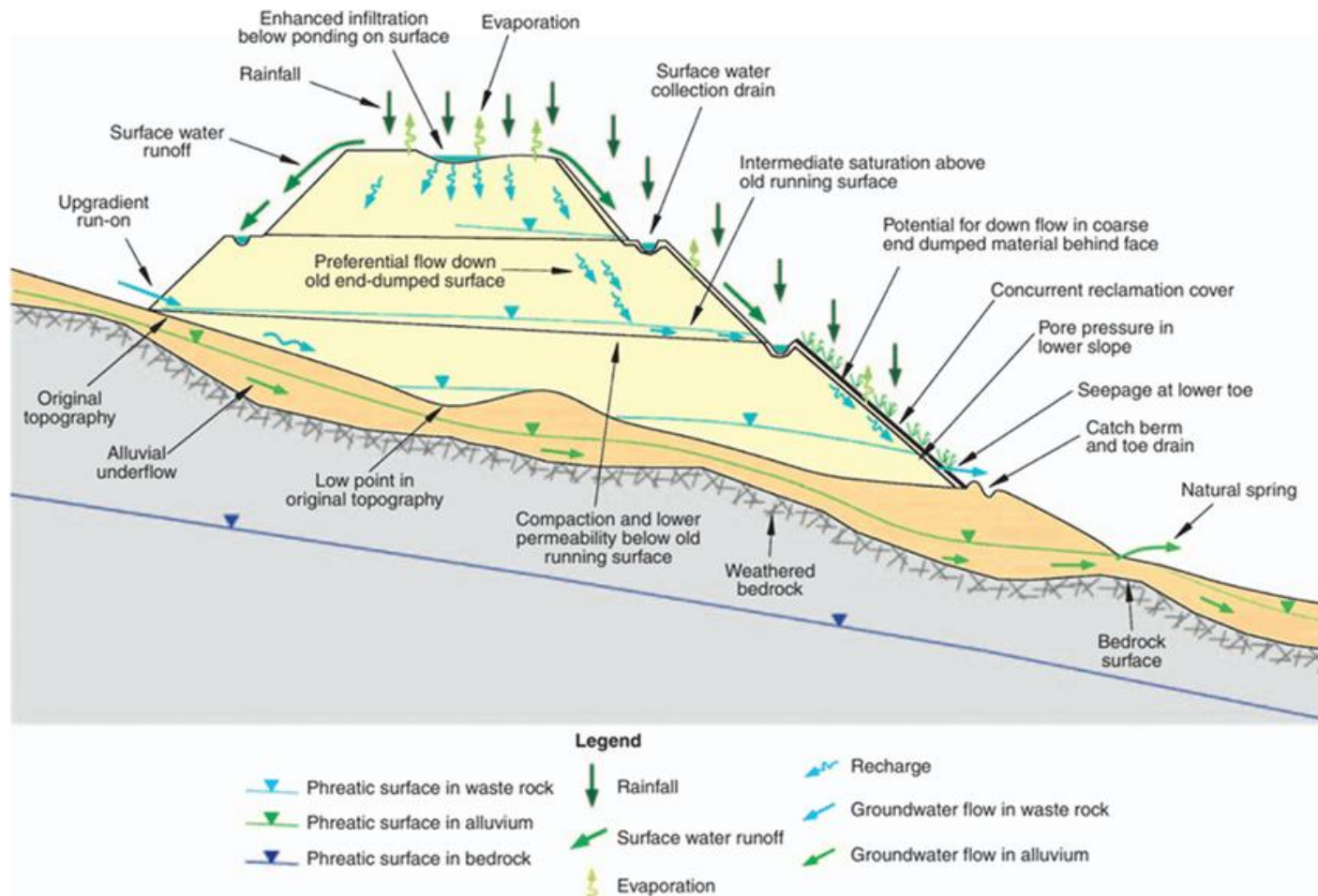
Тверді крихкі породи (граніти, базальти, кварцити тощо) зазвичай майже *не повзуть* при нормальних умовах – їх деформації під сталим навантаженням незначні. Такі породи довго зберігають форму укосу без помітних змін, поки напруження не досягнуть критичного рівня міцності. Однак їхня крихкість означає, що руйнування може статися раптово, без великої попередньої повзучої деформації.





У твердих породах на значних глибинах також може проявлятися повзучість — наприклад, у глибоких рудниках спостерігається повільне зближення стінок виробок у граніті під дією високого гірського тиску, хоч ці породи вважались би неповзучими при поверхневих умовах.

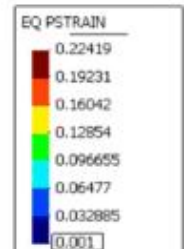
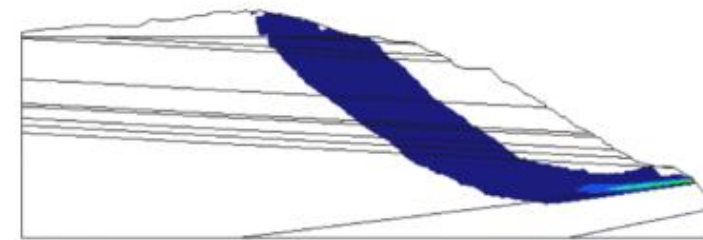
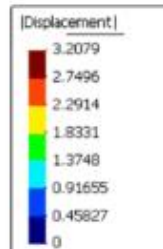
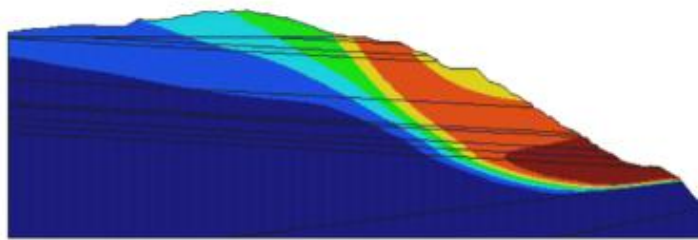




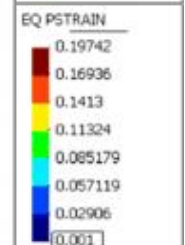
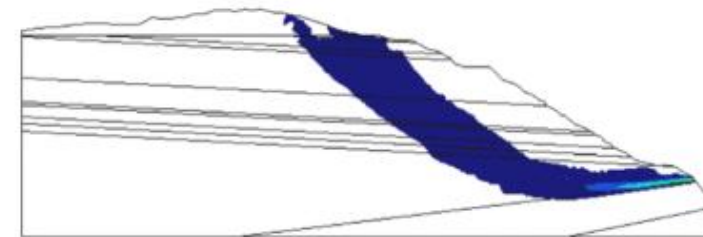
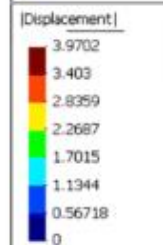
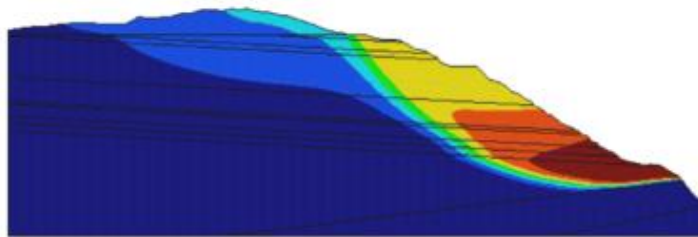
Реологічні властивості масиву важливі не тільки для схилів, але й для основи кар'єру та майданчиків, що несуть вантажі. Під дією постійного статичного навантаження – наприклад, ваги відвалу породи або великогабаритного обладнання (бурової установки, екскаватора, автосамоскидів) – ґрунти і породи основи зазнають повільного стиску та зрушень. Явище повзучості проявляється тут як повільне просідання поверхні під навантаженням.

Наслідком тривалих деформацій основи може бути погіршення геометрії та стійкості всього кар'єру. Наприклад, якщо внутрішній відвал просідає нерівномірно, його схили можуть вторинно зрушуватися або обвалюватися. Просідання підосви кар'єру (дна) може призвести до утворення западин, нерівностей, що небезпечно для руху техніки і порушує проектні позначки горизонту.

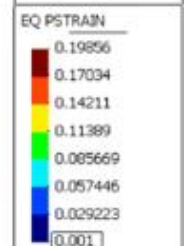
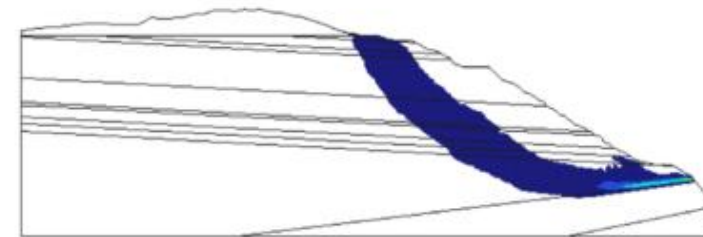
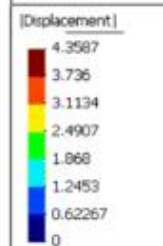
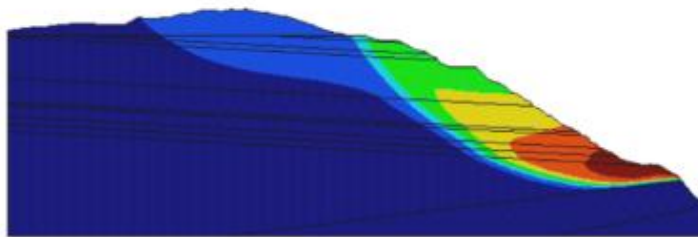
$SF = 1.28$
(300 kPa suction)

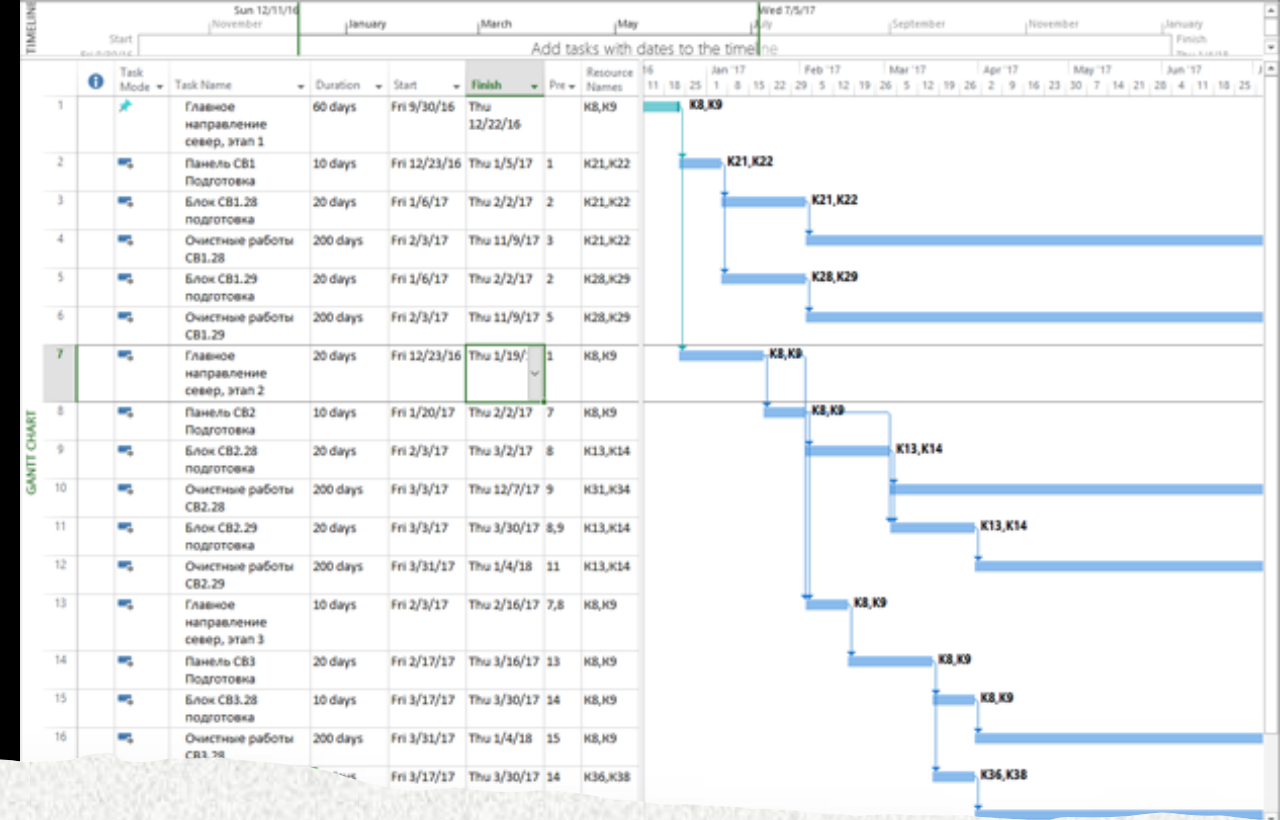
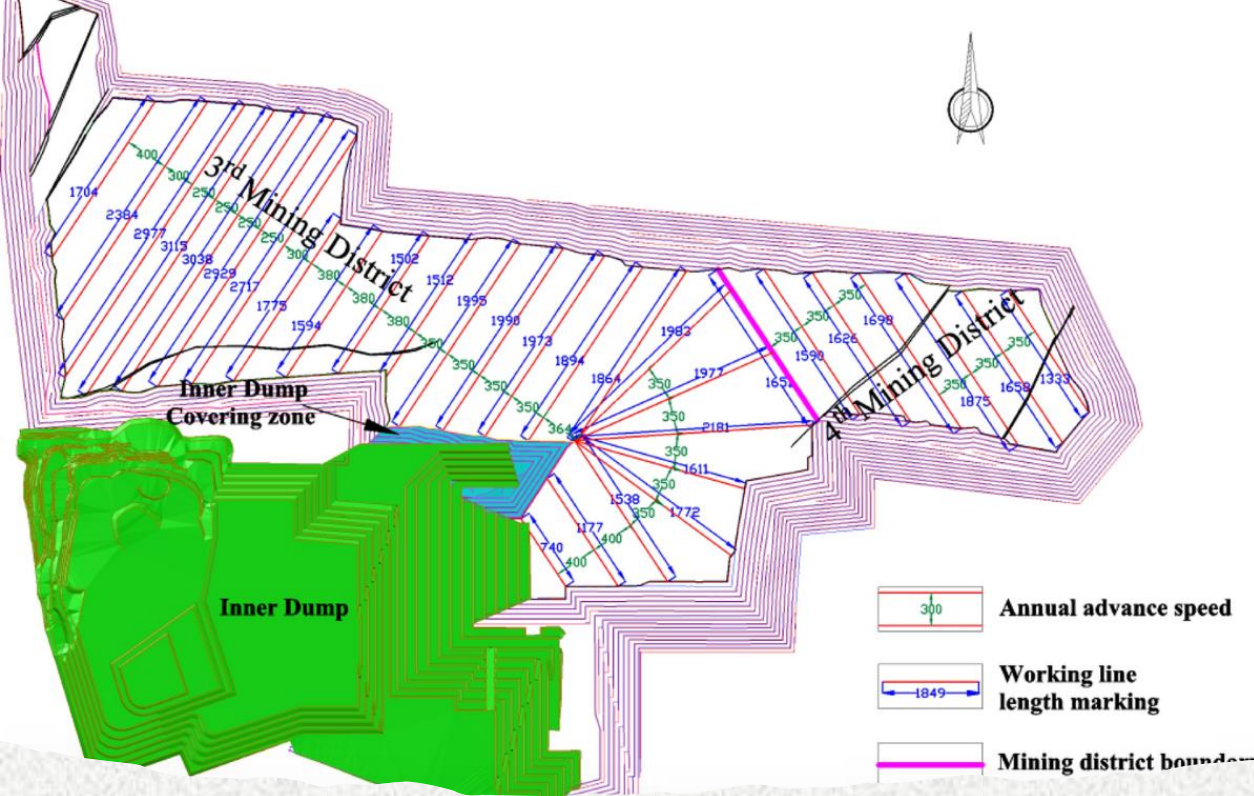


$SF = 1.14$
(150 kPa suction)



$SF = 1.00$
(0 kPa suction)





Плани ведення гірничих робіт у великих кар'єрах також коригуються з урахуванням повзучості і повільних деформацій. Занадто швидке виймання породи може призвести до того, що укоси не встигають «самостійно» стабілізуватися і переходять у стадію прогресуючого руху. Тому іноді практикують *технологічні паузи* – після чергового циклу видобування роботи в межах уступу призупиняють, щоб спостерігати за схилом і дати йому час на релаксацію напружень.



Вплив реологічних властивостей на технологію видобування



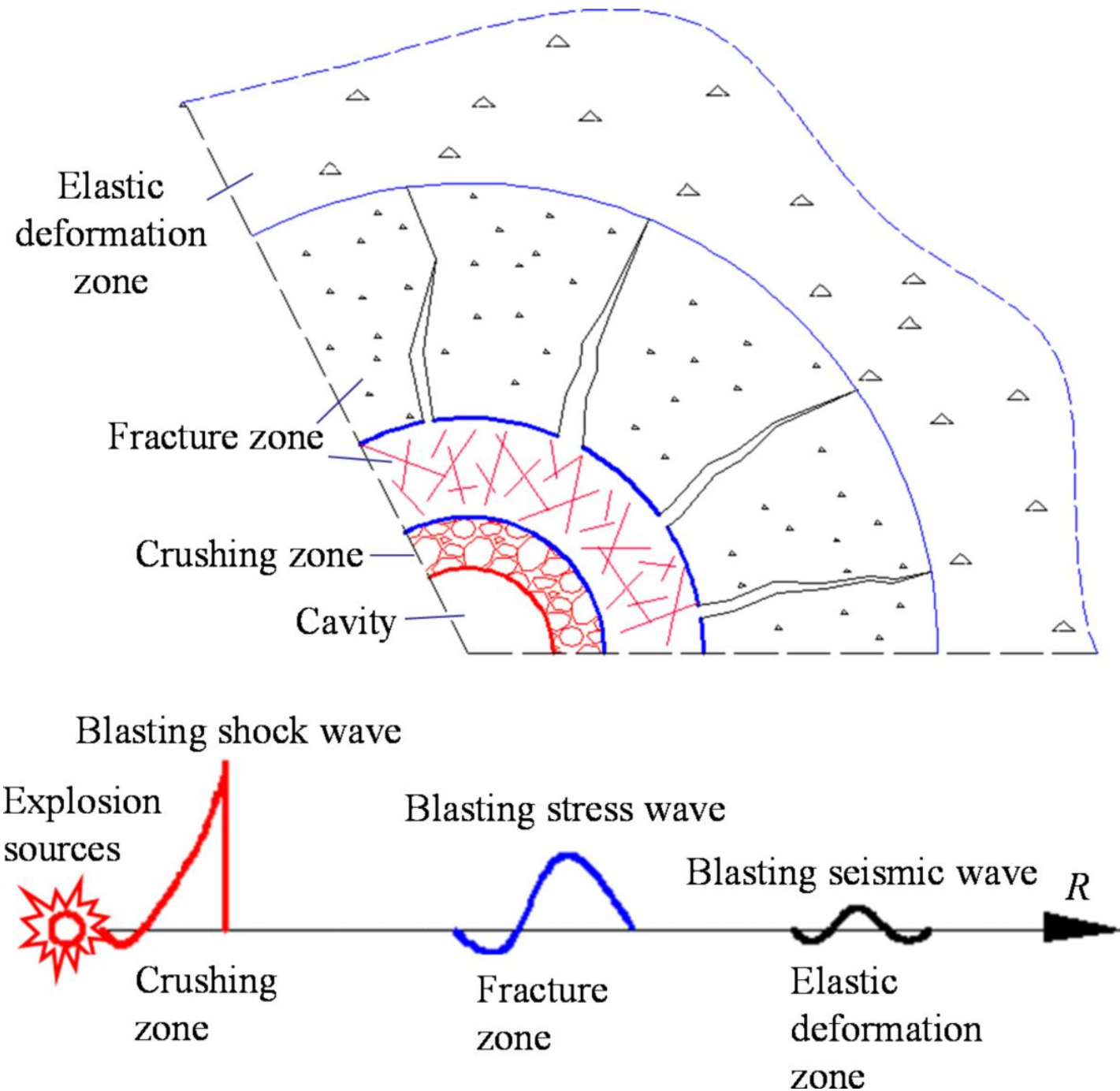
Реологічна поведінка порід як критерій технології виїмки

Загальне правило: чим порода більш крихка і пружно реагує на навантаження, тим ефективніше її руйнувати вибухом; чим вона пластичніша – тим більше підходять механічні способи.



Вплив реологічних властивостей на ефективність вибухового дроблення

Для порід з пружною, пружно-крихкою поведінкою (напр. граніти, пісковики, міцні вапняки) вибухові методи руйнування є найбільш продуктивними. Пояснюється це тим, що вибух створює **швидке імпульсне навантаження** – ударну хвилю і високий тиск – яке пружна порода не встигає повільно поглинути, тому в ній утворюється мережа тріщин. Швидке накопичення напружень перевищує межу міцності крихкого матеріалу, і він раптово руйнується на уламки.



Ефективність механічного руйнування пластичних порід



Для розробки потужних пластичних порід доцільніше застосовувати механічні методи руйнування – різання, рихлення, фрезерування тощо – замість традиційних вибухів. Механічне виймання означає, що енергія прикладається повільніше і поступово (наприклад, різець екскаватора зрізає тонкий шар породи), що у випадку пластичних масивів ефективніше породжує деформацію та відокремлення шматків.



Заходи для стабілізації укосів з урахуванням реології

Керування формою укоосу

Укоси роблять східчастими – залишають *берми* через певну висоту. Берми не тільки служать робочими майданчиками, а й сприяють стабільності: вони зменшують висоту окремих уступів, тим самим знижуючи напруження в нижніх шарах, і перехоплюють можливі осипи чи обвали.





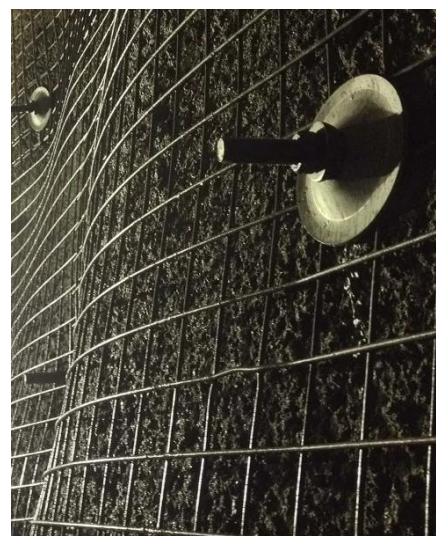
Дренаж і водовідведення

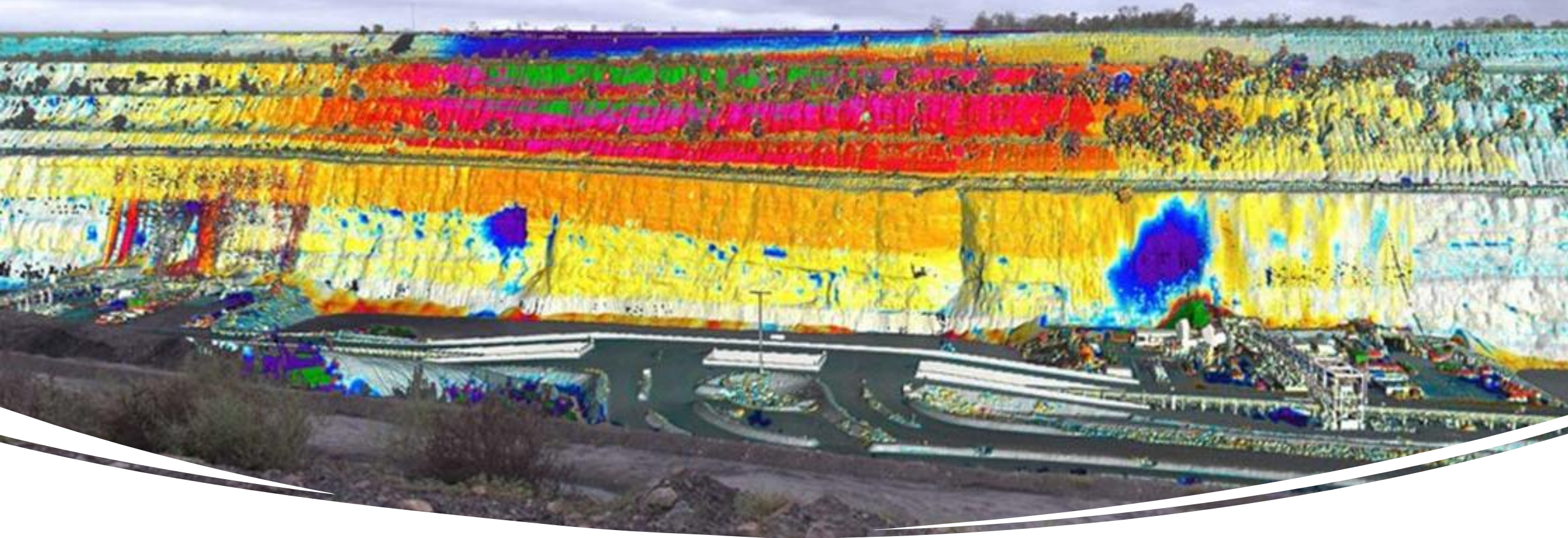
Наявність води різко посилює повзучість і знижує міцність зв'язних порід (глини, тріщинуваті скельні породи). Тому важливим заходом є дренаж укосів – встановлення дренажних систем, відводів, насосів для пониження рівня ґрунтових вод. Зниження порового тиску води підвищує ефективну міцність породи і зменшує швидкість повзучості.



Анкерування та кріплення

У міру необхідності, укоси зміцнюють інженерними конструкціями. Для відносно невеликих або локально нестійких ділянок застосовують *анкери* (стрижні або троси, закріплені в масиві), які утримують блоки породи від зрушення. Також використовують торкрет-бетонне покриття на схилах, сітки, підпірні стінки в нижній частині укосу.





Моніторинг і управління навантаженням

Оскільки повзучість – процес повільний, ефективним є геодезичний моніторинг рухів схилу. Сучасні системи (лазерні далекоміри, радар) відстежують міліметрові зміщення. За їх сигналами можна завчасно виявити прискорення повзучості, що передусь обвалу.