

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
Кафедра відкритих гірничих робіт

О.В. Ложніков

**ЦИФРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ГІРНИЧОГО ВИРОБНИЦТВА З
ВИКОРИСТАННЯМ GEOVIA SURPAS**

Інформаційне та програмне забезпечення для виконання практичних
робіт з дисципліни «Графічне проектування відкритих гірничих робіт»
для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми
«Гірництво» зі спеціальності 184 «Гірництво»

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

О.В. Ложніков

Цифрове моделювання об'єктів гірничого виробництва з використанням Geovia Surpac [Електронний ресурс]: Інформаційне та програмне забезпечення для виконання практичних робіт з дисципліни «Графічне проектування відкритих гірничих робіт» для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Гірництво» зі спеціальності 184 «Гірництво» / О.В. Ложніков; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 64 с.

Автор:

О.В. Ложніков, д-р. техн. наук, проф.

Затверджено науково-методичною комісією зі спеціальності 184 Гірництво (протокол № від .10.2024) за поданням кафедри відкритих гірничих робіт (протокол № від .10.2024).

Подано теоретичні відомості за темами практичних робіт, постановку задачі, рекомендації до виконання, контрольні питання, приклади та розрахункові шаблони для розв'язання завдань за допомогою програми Geovia Surpac, список використаної та рекомендованої літератури.

Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 184 «Гірництво» та закріплення практичних навичок у засвоєнні дисципліни «Графічне проектування відкритих гірничих робіт» з використанням сучасного програмного забезпечення.

Методичні рекомендації розроблені на кафедрі відкритих гірничих робіт Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» в рамках міжнародного спільного проекту «Створення німецько-української університетської мережі для забезпечення успішної освіти в українських університетах під час війни та кризи» за підтримки програми DAAD «Україна цифрова: Забезпечення академічної успішності в умовах кризи, 2024».

Відповідальний за випуск – завідувач кафедри відкритих гірничих робіт
Б.Ю. Собко, д-р. техн. наук, проф.

Зміст

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	4
3. ОБГРУНТУВАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ.....	4
4. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ І МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ЇХ ВИКОНАННЯ	5
Практична робота №1. Інструменти редагування блокової моделі родовища корисних копалин в програмі Geovia Surpac	5
Практична робота №2. Проектування розкривних, видобувних уступів і відвальних ярусів заданої висоти відносно блокової моделі родовища корисних копалин	9
Практична робота №3. Моделювання транспортних з'їздів заданої ширини і нахилу, що розташовується на борту кар'єру	13
Практична робота №4. Автоматичне проектування видобувних уступів і відвальних ярусів до земної поверхні кар'єру.....	30
Практична робота №5. Обробка цифрових моделей спроектованих блоків (кар'єрів) з визначенням якісного та кількісного вмісту цінних компонентів, вмісних та розкривних порід	49
Практична робота №6. Розрахунок об'ємів, вмісту і складу гірничої маси в межах кар'єру, обмеженого горизонтальними і вертикальними поверхнями	53
Практична робота №7. Інструменти редагування блокової моделі родовища корисних копалин в програмі Geovia Surpac	56
Рекомендована література.....	64

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна «Графічне проектування відкритих гірничих робіт» – складова фахової підготовки бакалаврів спеціальності 184 «Гірництво». Головна мета дисципліни – формування компетентностей щодо відображення гірничих елементів кар’єрів за допомогою комп’ютерних програм для прийняття обґрунтованих проектних рішень. Основним програмним забезпеченням, що буде використовуватися під час проведення занять є *Geovia Surpac*. Це потужним інструментом цифрового моделювання процесів видобування корисних копалин, проектуванні та плануванні гірничих підприємств.

Методичні рекомендації призначені для закріплення теоретичних знань, набутих здобувачами під час навчання, а також формування практичних навичок виконання практичних робіт щодо моделювання параметрів відкритих гірничих робіт.

В результаті виконання практичних робіт здобувачі освіти як майбутні фахівці мають набути практичних навичок моделювання гірничих виробок, що використовується при відкритому способі розробки родовищ і дослідження отриманих моделей з метою обрання найбільш ефективних параметрів кар’єрів.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Загальна мета практичних робіт – поглибити і систематизувати теоретичні знання при навчанні в бакалавраті за спеціальністю 184 «Гірництво». Опанування практичних робіт дозволить виробити у студентів навички побудови об’єктів гірничих робіт з використанням спеціалізованого програмного забезпечення.

Практичні роботи передбачено виконувати з використанням засобів моделювання, що дозволяє обґрунтувати вибір технологічних рішень при проектуванні. Кожна практична робота має назву, ціль, постановку задачі, які сформульовані у термінах дисципліни, що вивчається. Розв’язання завдань має здійснюватися за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення: *Geovia Surpac*, що дозволяє автоматизувати рутинні розрахунки.

В результаті опанування даного курсу здобувачі отримують знання та навички, необхідні для побудови об’єктів відкритих гірничих робіт (кар’єрів) за допомогою спеціалізованої програми *Geovia Surpac*.

3. ОБґРУНТУВАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ

Geovia Surpac – дозволяє перетворити стратегічні плани гірничих робіт на практичні проекти, що враховують рельєф поверхні гірничих робіт, укоси уступів і бортів, тунелі, шляхи транспортування та відвали. Також завдяки вбудованим функціям є можливість створювати звіти про запаси та плани гірничих робіт.

Програмний продукт передбачає можливість створення звітів та планів за будь-який період: щоденні, тижневі, місячні та довгострокові. Розширені функції програми дозволяють виконати наступні завдання:

- проектування робочих майданчиків та з'їздів для відкритих гірничих робіт;
- проектування очисних виробок, тунелів, ухилів та стволів шахт для різних способів гірничих робіт;
- моделювання і проектування відвалів, хвостосховищ та шляхів транспортування гірничої маси;
- також під час моделювання є можливість враховувати геотехнічні обмеження, наприклад, стабільність укосу в залежності від фізико-механічних властивостей гірничої маси;
- інтегрування геологічних даних для створення звітів про запаси із зазначенням якості руди, тоннажу та обсягів;
- створення планів підприємства та різних візуальних інформаційних матеріалів для проектувальників.

4. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ І МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ЇХ ВИКОНАННЯ

Практична робота №1.

Інструменти редагування блокової моделі родовища корисних копалин в програмі Geovia Surpac

Мета роботи. Набуття навичок роботи з інструментами редагування блокової моделі родовища корисних копалин, ознайомлення з атрибутами і обмежувачами.

Постановка задачі. Визначити вміст цінних компонентів в різних блоках поданої моделі родовища корисних копалин, яке містить золоторудну сировину.

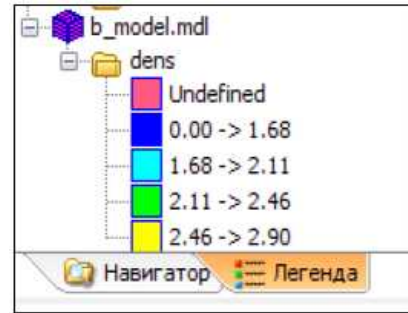
Блокова модель - це тривимірна модель ділянки простору, (наприклад, рудного покладу) побудована шляхом розбиття цієї ділянки на елементарні осередки (блоки), що мають форму паралелепіпеда і містять різні (переважно числові) характеристики об'єкта (зміст корисних компонентів, об'ємна вага, тип руди і т.п.), отримані в основному в результаті інтерполяції спорадично розташованих просторових даних (результатів випробування корисних копалин, визначень об'ємної ваги тощо).

Фізично блокова модель є таблицею, колонками (полями) якої є різні ознаки об'єкта (координати центру осередку, вміст корисних компонентів, типи порід, руд, об'ємна вага тощо), а рядками (записами) - конкретні дані по кожному елементарному блоку (комірці) моделі.

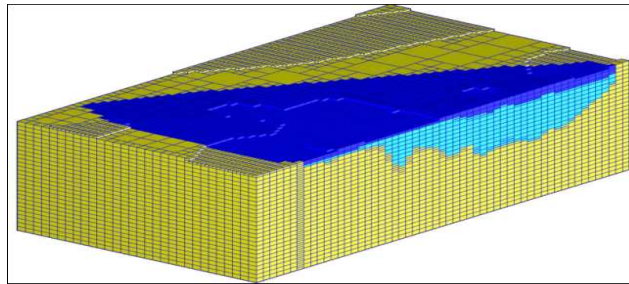
Візуалізація атрибутів

Виберіть Модель > Показати > Розфарбувати модель за атрибутами

Задаємо певні кольори для різних значень атрибутів. У легенді видається підказка до кольорів:



Модель розфарбовується залежно від значень атрибуту блоку.



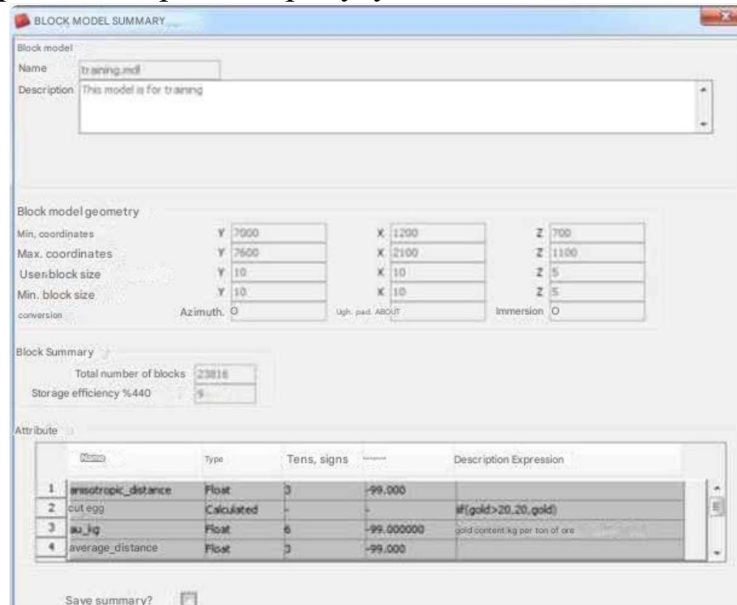
Завдання атрибутів блокам.

Атрибути - це інформація, що характеризує властивості кожного осередку блокової моделі. Ці дані можуть мати числовий або символічний тип.

Функції роботи з ними знаходяться у меню **Блок-модель > Атрибути**.

а. Створюємо новий атрибут **Блок-модель > Атрибути > Нов.**

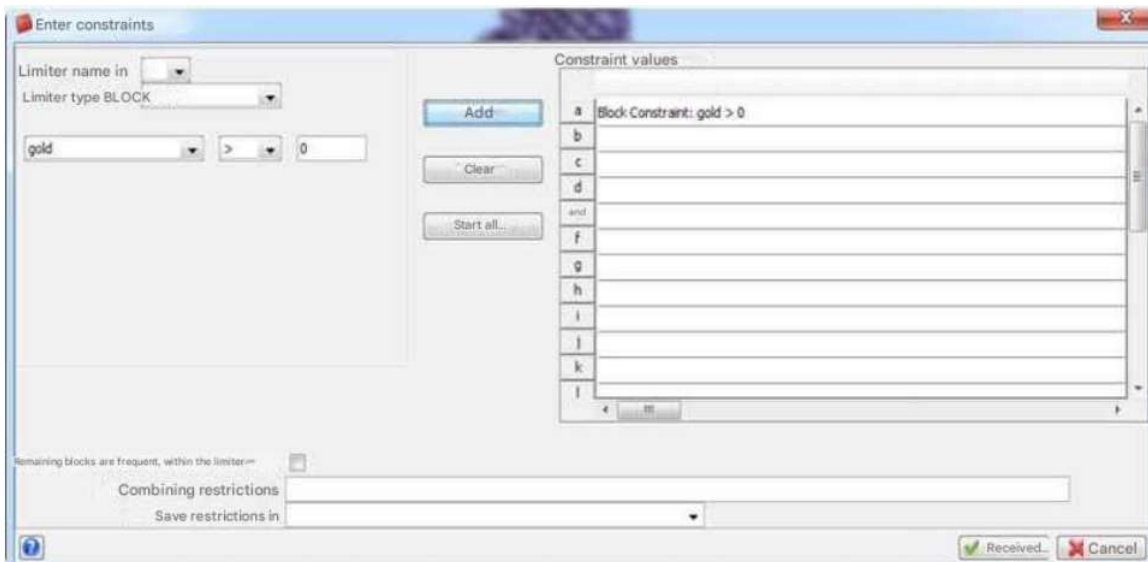
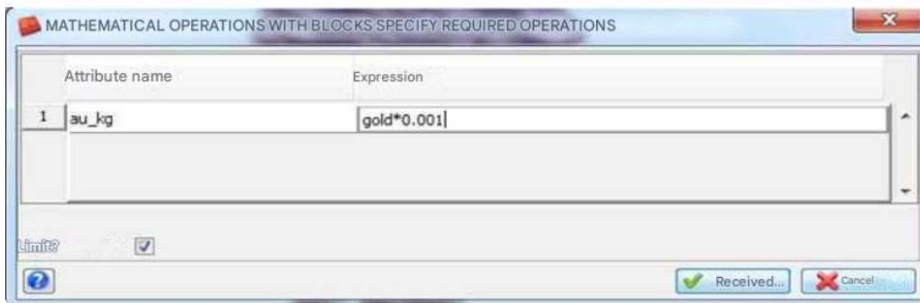
б. Перевіряємо створення атрибуту



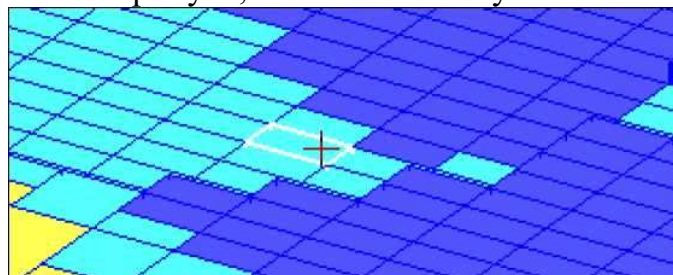
Атрибут БМ можна зробити обчислюваним, щоб його значення залежало від значень інших атрибутів. Наприклад, атрибут густини може залежати від типу порід. При цьому значення в даному атрибуті автоматично

перераховуватиметься після внесення змін до атрибутів, на яких воно засноване.

Заповнимо новостворений атрибут `au_kg` значеннями
Блок-модель > Атрибути > Математичні операції

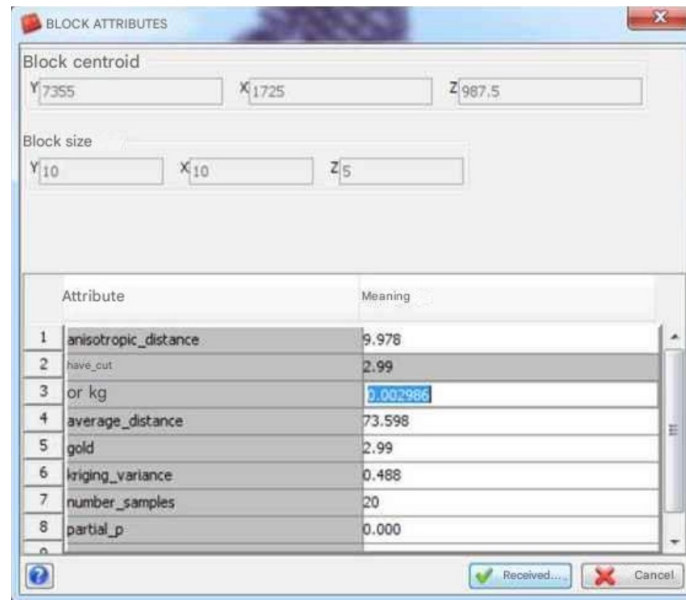


Переглянемо результат за допомогою **Блок-модель > Атрибути > Переглянути атрибути одного блоку**, вказавши мишкою на бажаний блок, переглянути лише його атрибути, записані в ньому.





Можемо також редагувати ці значення для одного конкретного блоку за допомогою **Блок-модель > Атрибути > Редагувати атрибути одного блоку**



Контрольні запитання.

1. Що таке блокова модель родовища?
2. Як відбувається візуалізація атрибутів?
3. Опишіть процедуру завдання атрибутів блокам.
4. Як зробити атрибут БМ обчислюваним?
5. Продемонструйте на комп'ютері як переглянути атрибути одного блоку.
6. Як відбувається редагування значень атрибуту для одного конкретного блоку?

Практична робота №2.

Проектування розкривних, видобувних уступів і відвальних ярусів заданої висоти відносно блокової моделі родовища корисних копалин

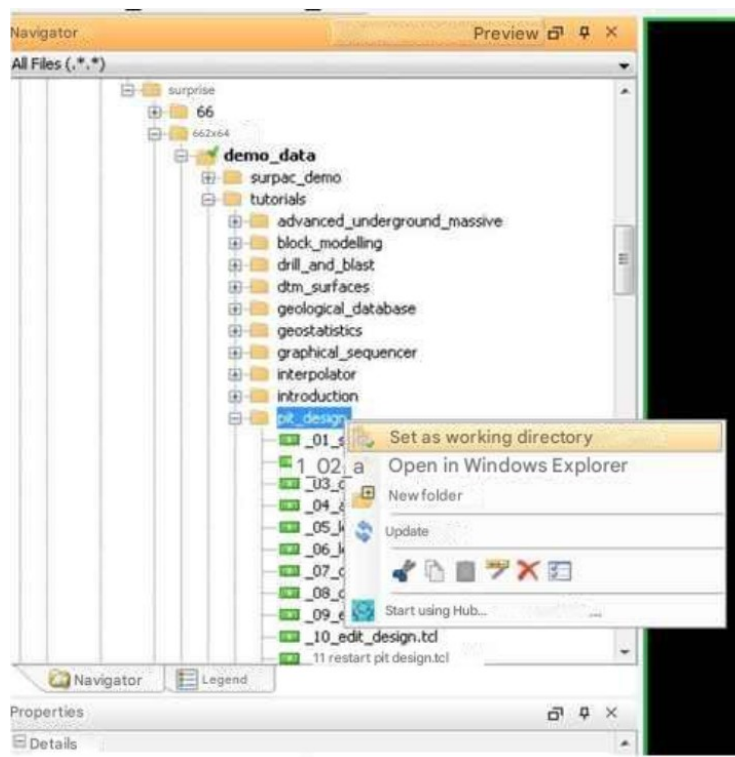
Мета роботи. Набуття навичок основ проектування гірничих виробок і об'єктів кар'єру із заданими параметрами з урахуванням параметрів блокової моделі родовища корисних копалин.

Постановка задачі. Ознайомитися з функцією обрання робочих директорій. Вивчити основні інструменти при проектуванні кар'єру. Розфарбувати блокову модель за вмістом руди в запропонованому родовищі корисних копалин. Ознайомитися з функцією запису макрокоманди.

Встановлення робочої директорії.

У навігаторі клацніть правою кнопкою миші папку **pit_design**

У контекстному меню виберіть **Встановити як робочу директорію**




Підготовка даних

Перед початком роботи з програмою необхідно підготувати дані для здійснення проектування. Цей розділ охопить такі теми:

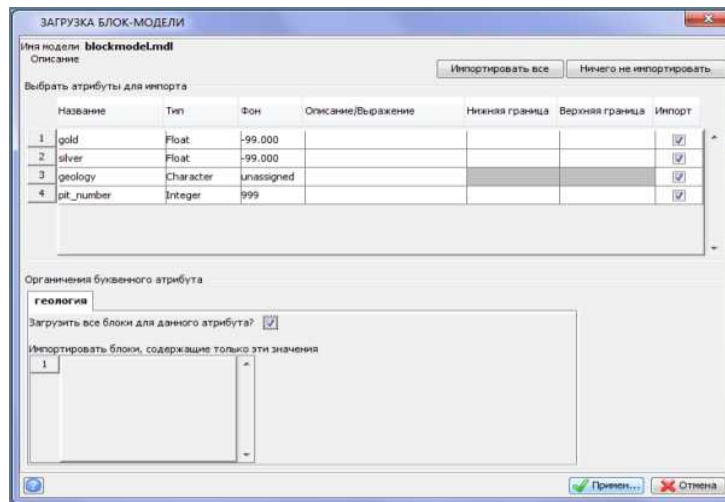
- Геологічні межі;
- Контури, отримані із програми Whittle через спеціальний інтерфейс;
- Контури, одержані за допомогою програми Whittle через інтерфейс модуля Блок-моделювання;
- Обмежені блок моделі Surpac;
- ЦТМ топоповерхні;
- Геотехнічні обмежувачі для проектування;
- Обмежувачі пов'язані з параметрами землерийної техніки.

Основні інструменти Проектування кар'єрів

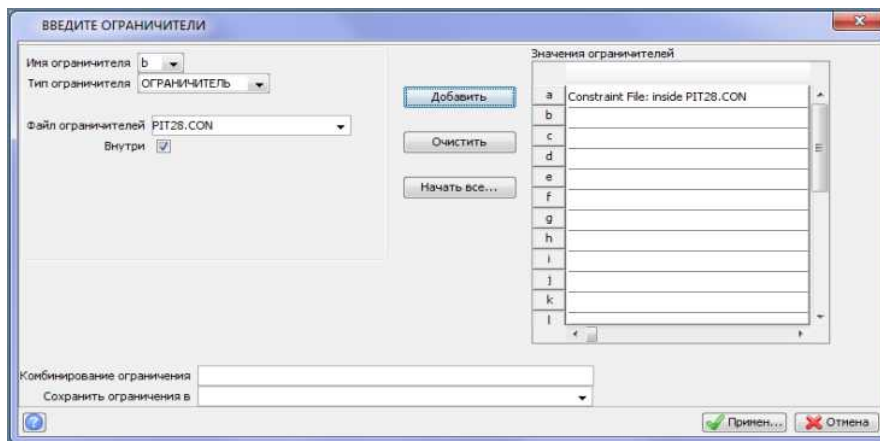
1. Очистити графічний простір 
2. Виберіть Блок модель > Блок модель > Відкрити/Створити .
3. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати



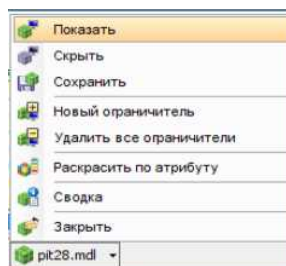
Клацніть Застосувати



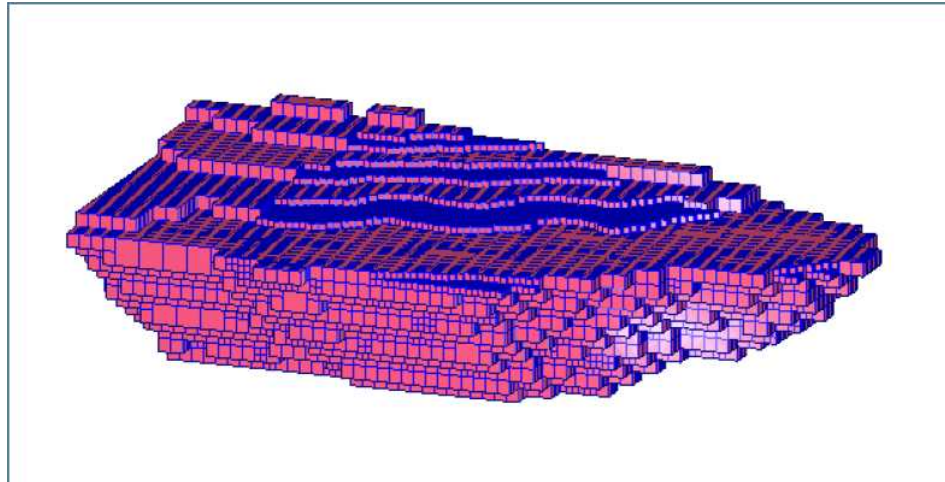
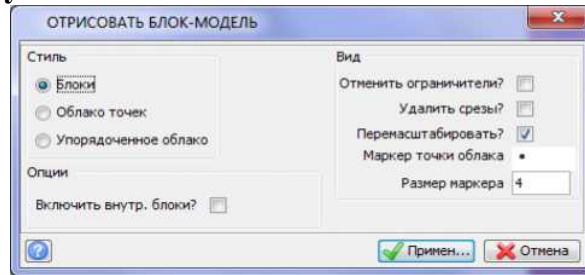
Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати



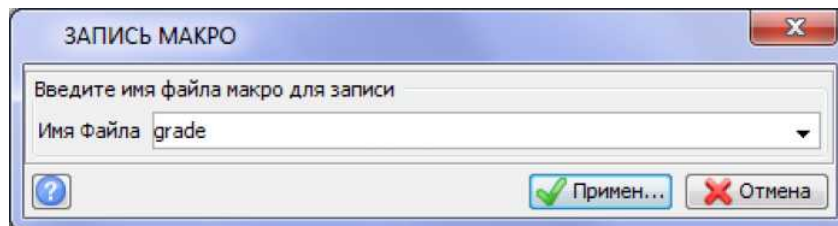
Натисніть у рядку стану pit28 і виберіть у спливаючому вікні Показати



Натисніть **Застосувати**

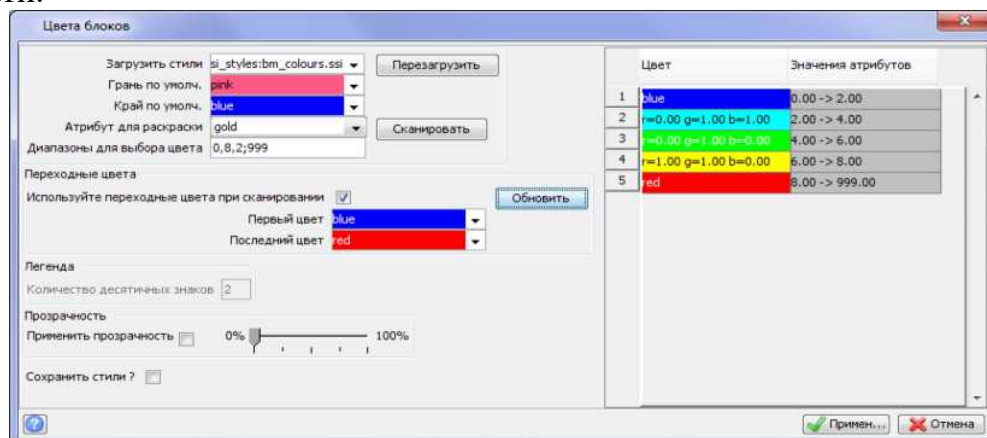


Клацніть по іконці **записати макрокоманду** 
Введіть ім'я **grade** та натисніть **Застосувати**



Ви використовуватимете цей макрос пізніше при заміні даних
Виберіть **Блок модель > Показати > Розфарбувати модель за атрибутами**.

Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Оновити** та **Застосувати**.

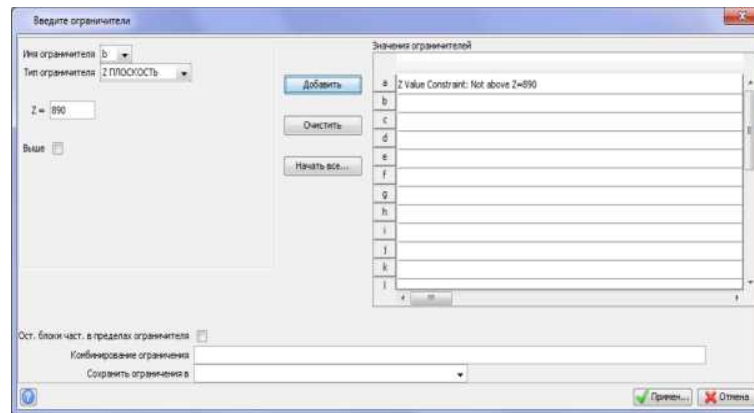


Блок модель буде розфарбована відповідно до установок. Більшість блоків матиме синій колір, тому що вони знаходяться поза рудними тілами і не мають змісту.


Оскільки ми будемо створювати кар'єр знизу догори, ми покажемо Whittle контур і геологічні кордони на рівні нижнього майданчика кар'єру.

Виберіть **Блок модель > Обмежувачі > Новий графічний обмежувач**.

Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



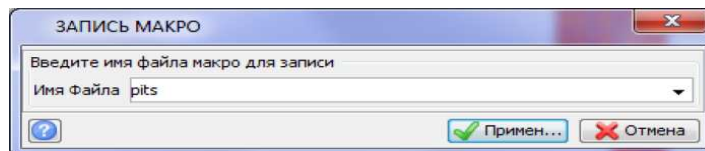
Будуть показані всі блоки всередині Pit28 між горизонтами 880 і 890, розфарбованими за вмістом золота.

Натисніть , щоб зупинити запис макрокоманди.

Далі розглянемо, які блоки належать до **кар'єру 16**, які відносяться до **кар'єру 28**.

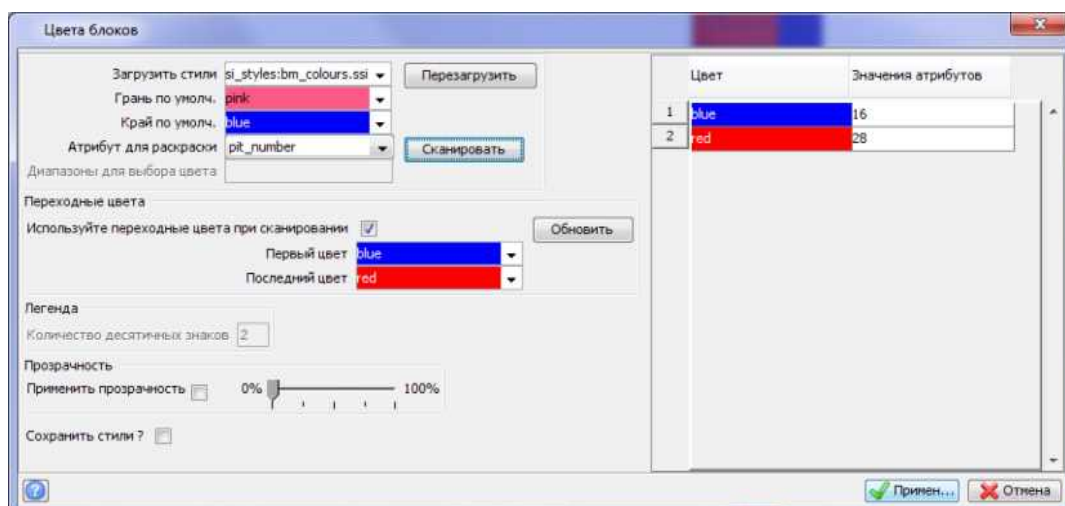
Клацніть по іконці записати макрокоманду .


Введіть ім'я файлу **pits** і натисніть кнопку Застосувати



Виберіть **Блок модель > Показати > Розфарбувати модель за атрибутом**.

Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



Натисніть , щоб зупинити запис макрокоманди.

Увага: Ви можете швидко переключатися між двома видами даних, запустивши **grade.tcl** або **pits.tcl**.

Контрольні запитання.

1. Які переваги дає функція обрання робочих директорій?
2. Який перший крок виконується при проєктуванні кар'єрів?
3. Для чого на практиці використовується функція розфарбувати блокову модель за вмістом руди?
4. Що дозволяє зробити функція запису макрокоманди?

Практична робота №3.

Моделювання транспортних з'їздів заданої ширини і нахилу, що розташовується на борту кар'єру

Мета роботи. Набуття навичок з моделювання транспортних з'їздів заданої ширини і нахилу, що розташовуються на борту кар'єру при розробці родовищ із заданими параметрами.

Постановка задачі. Навчитися будувати перший стрінг при моделюванні нового кар'єру. Ознайомитися з особливостями установки кутів укосів та ширини берм. Вивчити особливості присвоєння параметрів при створенні нового кар'єрного з'їзду. Ознайомитися з функцією побудови нових горизонтів шляхом розширення стрінгу за шириною берми. Навчитися коригувати контур нижньої брівки нових горизонтів в інтерактивному режимі. Встановити особливості використання функцій проєктування розвороту.

Початок проєктування кар'єру. Визначення початкового стрінгу.

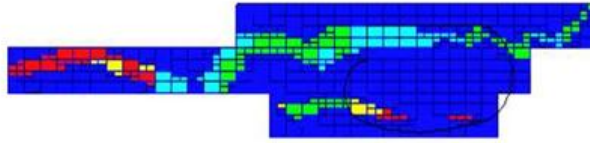
У даному випадку ви будете проєктувати знизу вгору, тому ви використовуватимете здигітований стрінг, що базується на Whittle моделі. Щоб почати, скористаємося стрінгом наданим у посібнику. Запам'ятайте, що при проєктуванні нижнього майданчика кар'єру необхідно взяти до уваги мінімально допустиму ширину кар'єру.

1. Відкрийте файл `bas880.str`.
2. Виберіть Перегляд > Зум > Зменшити.
3. У командному рядку введіть `HOF` і натисніть `ENTER`.

Так як базовий стрінг знаходиться на позначці 880м, а блоки між горизонтами 880м і 890м, то з цієї причини, якщо ми залишимо `Hide On` ми б не могли переглядати базовий стрінг, який проходить нижче блоків. Використовуючи `Hide Off` ми маємо здатність бачити контур, як показано на малюнку.

4. Розфарбуйте блоки за змістом.

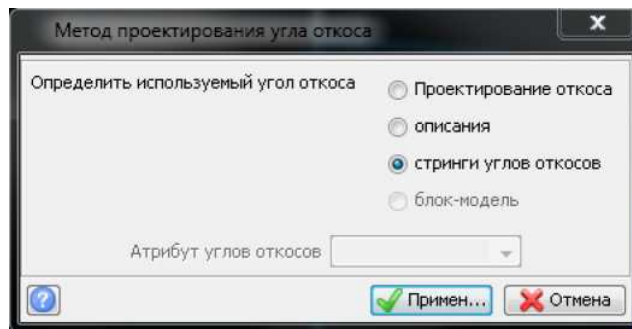
Увага: Щоб побачити всі кроки, виконані вище, запустіть макрокоманду `_05_load_constrained_blockmodel.tcl`. Вам потрібно буде клікнути Застосувати, щоб переглянути всі кроки.



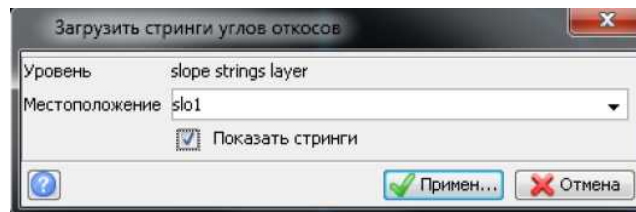
Установки кутів укосів та ширини берм

Як уже говорилося у попередньому розділі, необхідно вибрати метод визначення кута укосу, щоб встановити його. У нашому розпорядженні є стрінги з кутами укосів для проектування, тому скористаємося стрінг файлом slo1.str.

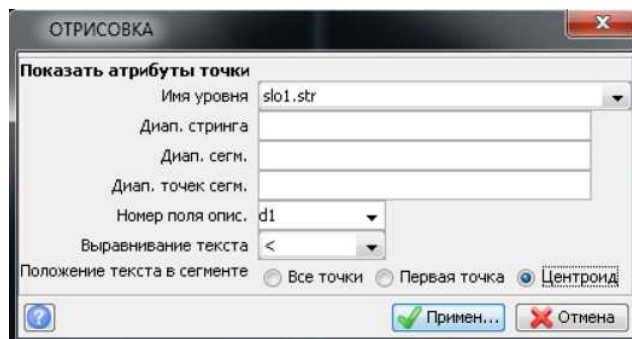
1. Виберіть Проектування > Проектування кар'єра > Вказати метод вибору кута укосу .
2. Кладніть Стрінги кутів укосів і натисніть Застосувати.

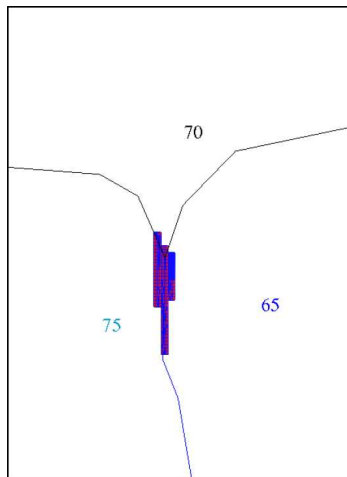


3. Виберіть Проектування кар'єрів > Завантажити стрінги кутів укосів.
4. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



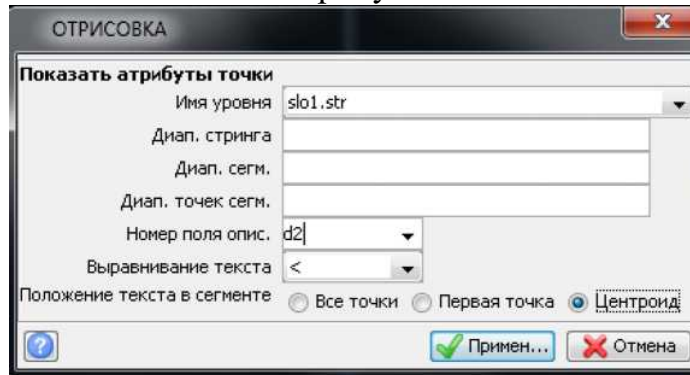
5. Виберіть Перегляд > Зум > Усі.
6. Виберіть Показати > Точки > Атрибути.



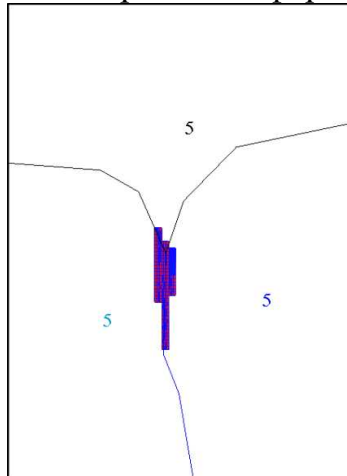


В даному випадку кути укосів усіх трьох закритих сегментів збережені в першому описовому полі d1.

7. Виберіть Показати > Точка > Атрибути.



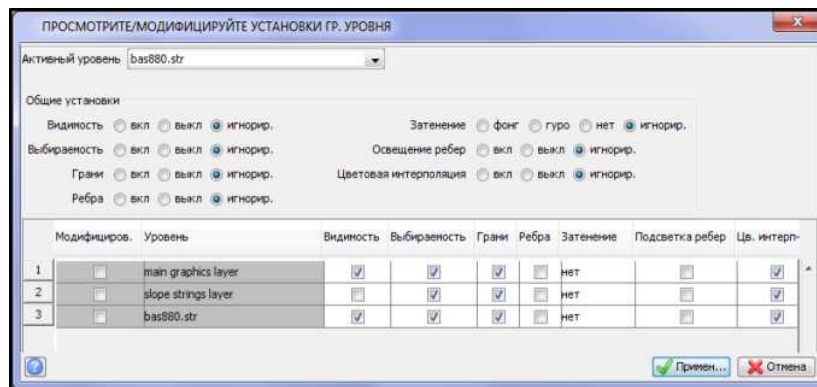
У другому описовому полі d2 збережена інформація про ширину берми.



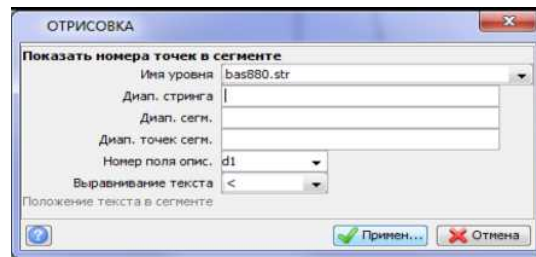
Увага: Щоб побачити всі кроки, виконані вище, запустіть макрокоманду `_07_define_slope_berm_width.tcl`. Вам потрібно буде клікнути Застосувати, щоб переглянути всі кроки.

Установки з'їзду

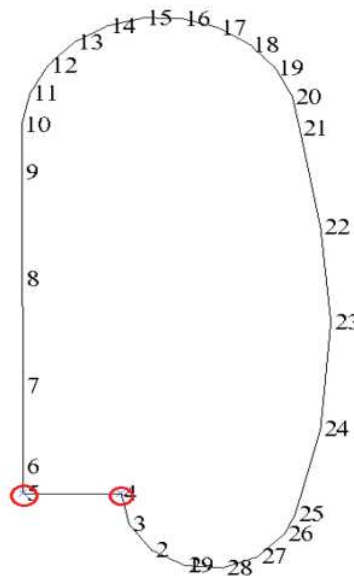
1. Виберіть Редагувати > Рівень > Властивості.
2. Для зручності приховаємо файл зі стрінгами кутів укосів. Для цього введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



3. Виберіть Перегляд > Вікно > Збільшити.
4. Виберіть пункт Вигляд > Опції виду поверхонь > Приховати ребра блоків.
5. Виберіть пункт Вигляд > Опції виду поверхонь > Сховати межі блоків.
6. Виберіть Показати > Точка > Номери.
7. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



8. Виберіть Проектування кар'єрів > Новий кар'єрний з'їзд.
За підказкою, виберіть початкові дві точки з'їзду в нашому випадку 4 і 5, причому вони повинні бути сусідніми, порядок їх вибору значення не має.



З'явиться спливаюче вікно, в яке потрібно буде занести деяку інформацію, необхідну при проектуванні з'їздів. Описи за ними наведені нижче.

- **Назва з'їзду**

У вас може бути кілька з'їздів у кар'єр, і ця назва допоможе вам при подальшій зміні характеристик.

- **Стрінг з'їзду**

Ви можете вказати номер стрінга для з'їзду. Обидві сторони з'їзду матимуть цей номер стрінгу з окремими сегментами, що становлять кожен зі сторін.

- **Тип з'їзду**

Існують три типи з'їзду:

- За годинниковою стрілкою - це з'їзд, який огинатиме сегмент, що розширюється/ звужується від рівня до рівня за годинниковою стрілкою.

- Проти годинникової стрілки - це з'їзд, який огинатиме сегмент, що розширюється/ звужується від рівня до рівня проти годинникової стрілки.

- Сікучий - це з'їзд, який буде перетинати кар'єр у вигляді виїмки або у вигляді насипу для відвалу. Наступна вимога для цього з'їзду - це вказівка на сегмент, який визначає напрямок з'їзду в ході проектування.

- **Ширина з'їзду**

Це поле заповнюється за умовчанням (з округленням) на основі відстані між двома вказаними точками першого сегмента з'їзду. Це може допомогти, якщо необхідно переконатися, що точки були вибрані правильно.

- **Градiєнт з'їзду**

Градiєнт визначається у вигляді відношення, тому, наприклад, введення величини 10 означатиме, що градiєнт буде дорiвнює 1:10 або 10%.

- **Метод завдання градiєнта**

У нашому розпорядженні є опції внутрішня кромка, зовнішня кромка та центр з'їзду:

- Внутрішня кромка - градiєнт відраховується з внутрішньої кромки всіх кривих з'їзду.

- Зовнішня кромка – градiєнт відраховується по зовнішній кромці всіх кривих з'їзду. Такий підхід бажаний, коли градiєнт з'їзду не повинен бути меншим за проєктований.

- Центр з'їзду - градiєнт відраховується вздовж осьової лінії з'їзду, розташованої на півдорозі між двома кромками. Цей метод мінімізує відхилення градiєнта з'їзду від градiєнта, що проєктується.

- **Характеристики перетину берми**

Ними визначається напрямок виїзду зі з'їзду на берму. Опції виїзду на берму такі (найбільш типовим є виїзд на нижню брівку)

- У напрямку «верхньої брівки». Цей метод дозволить забезпечити виїзд на берму у бік зовнішнього краю берми.

- У напрямку «нижньої брівки». Цей метод дозволить забезпечити виїзд на берму у бік внутрішнього краю берми.

- У напрямку «верхньої та нижньої брівки». Цей метод дозволить забезпечити виїзд в обидві сторони берми, що перетинається.

- Ніде. Виїзд на берму, що перетинається, буде неможливий.

- **Відстань звуження берми**

Якщо метод перетину берми не є виїздом у напрямку верхньої та нижньої брівки, берма звужиться до нульової ширини з одного боку або з іншого боку з'їзду. Відстань звуження берми – це відстань уздовж з'їзду від початкової точки звуження до точки виклинування берми.

- **Кут розвороту**

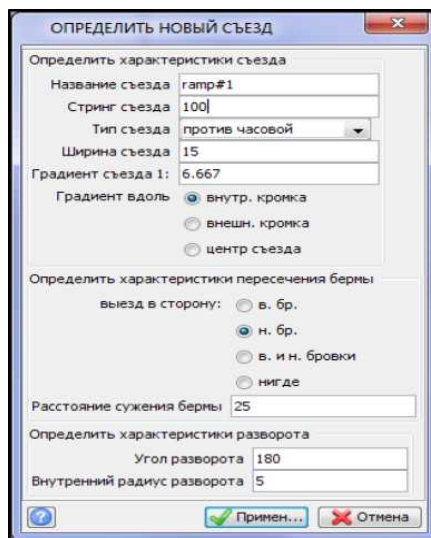
Це кут автоматичного розвороту. Він коливається в межах від 60 до 200 градусів. За замовчуванням його встановлено на 180 градусів.

- **Внутрішній радіус розвороту**

Внутрішній радіус розвороту залежить від техніки, встановіть його виходячи від технічних характеристик, при цьому ви повинні врахувати, що також змінюється зовнішній радіус.

Всі описані вище установки, так само можливо змінювати в ході проектування, достатньо вибрати характеристики з'їзду і ввести якісь зміни.

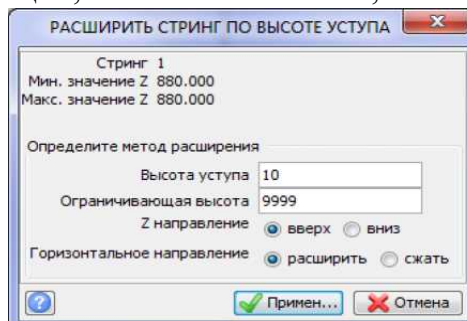
9. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть кнопку **Застосувати**



Створення верхніх та нижніх брівок

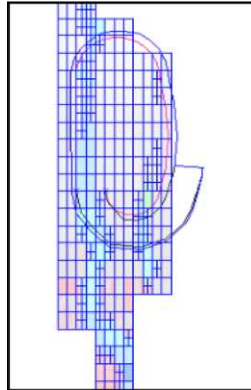
У цьому розділі ви поступово створюватимете кар'єр, уступ за уступом, до горизонту 920м.

1. Виберіть Розширити стрінг > Висота уступу.
2. Дотримуючись підказки, виберіть стрінг, який потрібно розширити, у цьому випадку стрінг 1.
3. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати** .



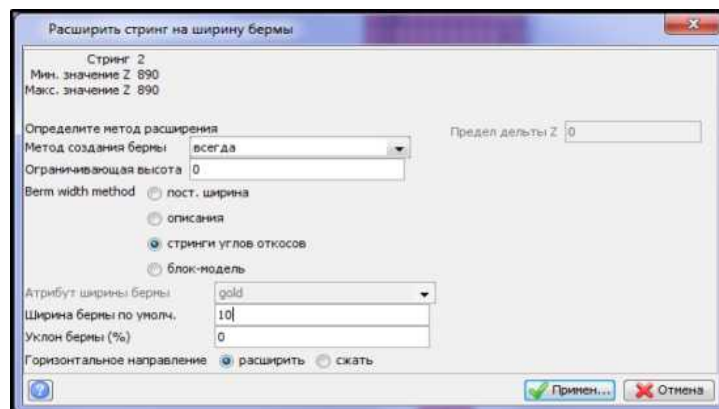
Функція **Розширити стрінг** здійснить операцію для всіх сегментів вибраного стрінга, тоді як функція **Розширити сегмент** здійснить її лише обраного сегмента. Обидві операції будуть ефективними як для відкритих, так і для закритих стрінгів.

Нижній майданчик розшириться вгору на 10м під кутами, заданими стрінгами кутів укосів відповідного файлу, а з'їзд проектуватиметься проти годинникової стрілки, як це показано на малюнку.



Якщо будь-які контури кар'єру необхідно модифікувати в ході проектування кар'єру вгору від нижнього майданчика, наприклад, для того, щоб охопити кар'єром більшу кількість руди, потрібно коригувати саме нижню брівку. Коригування верхньої брівки призведе до зміни кута укосу, що у загальному випадку небажано.

4. Виберіть Розширити стрінг > За шириною берми.
5. Відповідно до підказки виберіть стрінг, який необхідно розширити, потім натисніть на стрінг 2.
6. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



В даному випадку ширину берми ми запозичуємо з поля опису d2 стрінг файлу (у нашому випадку він дорівнює 5м, але він може змінюватись на різних ділянках). При цьому якщо будь-яка ділянка не потрапляє в поле охоплення даного файлу, або будуть відсутні поля опису з шириною берми, то ширина берми буде створена за замовчуванням зі значенням 10м.

Результат застосування функції розширення ширини берми показаний нижче. Зауважте, для себе різні характеристики перетину з'їзду в напрямку верхньої та нижньої бровок.

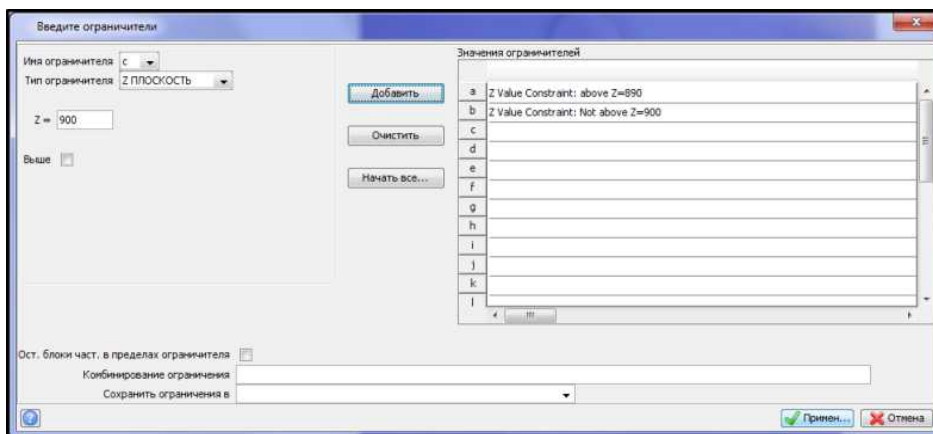
Перш ніж ми вирішимо, коригувати контур нижньої брівки чи ні, для того, щоб підігнати контур кар'єру до Whittle-контур, покажемо блоки Whittle-кар'єра та геологічні межі для вище розташованого уступу, тобто між висотними відмітками 890 і 900.

Щоразу, коли ми розширюємо стрінг чи сегмент, гарною практикою буде перевірка результуючих ліній щодо небажаних геометричних елементів. Типовими є ситуації, коли місцями контур кар'єру стискається, а не розширюється у вершинах гострих кутів, які можуть з'явитися там, де криві лінії є найбільш звивистими. Такі ділянки можуть бути скориговані із застосуванням звичайних функцій редагування стрінгів.

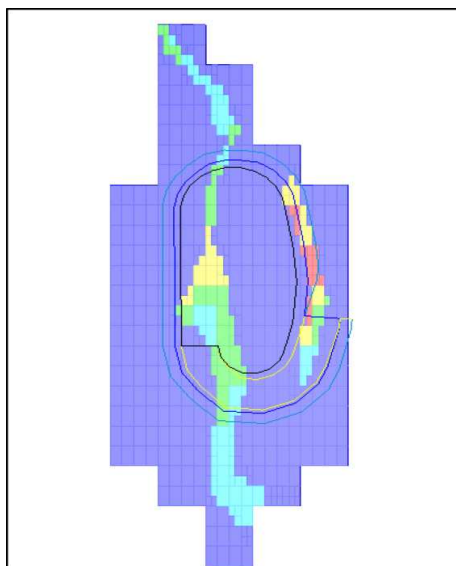
7. Виберіть Блокувати модель > Обмежувачі > Видалити останній графічний обмежувач.

8. Виберіть Блок модель > Обмежувачі > Новий графічний обмежувач.

9. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



Вигляд у графічному вікні зміниться і набуде таких обрисів:

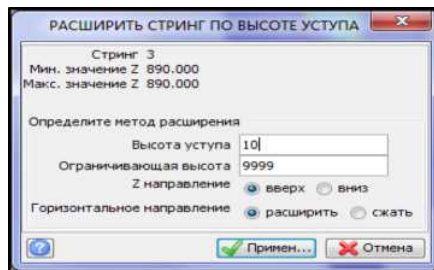


Ми просунемося на один уступ вгору, перш ніж розтягнути контур нашого кар'єру на північ, щоб охопити руду, яка опинилася за межами поточного контуру кар'єру.

10. Виберіть Розширити стрінг > Висота уступу.

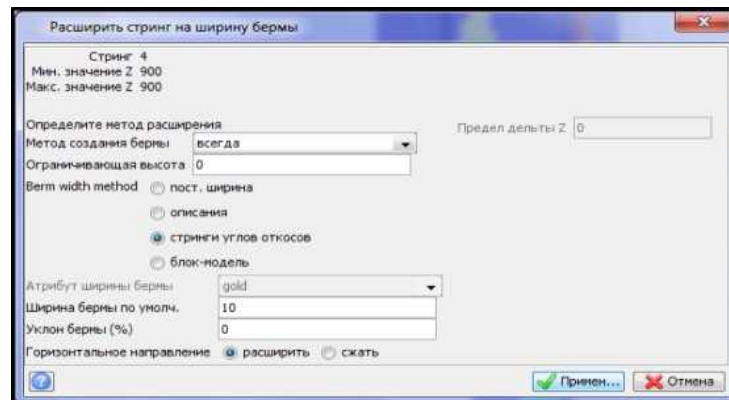
У формі, що з'явилася, ви побачите параметри, що залишилися за замовчуванням від попереднього застосування функції.

11. Клацніть **Застосувати**.



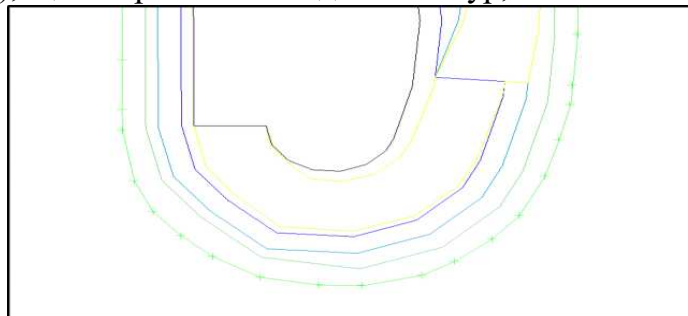
12. Виберіть **Розширити стрінг > За шириною берми**.

Не забувайте дотримуватися підказок у командному меню. Виберіть стрінг для розширення. У формі ви побачите параметри, що збереглися за замовчуванням попереднього застосування функції.



Можливо, ви захочете відредагувати нижню брівку кар'єру. Відредагуйте ділянки, які, на вашу думку, потребують втручання простими інструментами редагування сегмента/стрінга. Наприклад, на півдні у нас вийшли незграбні форми контуру кар'єру, або будь-яка ділянка вийде увігнутим/опуклим.

13. Використовуйте інструменти редагування (точка додати/перемістити), щоб вирівняти/згладити контур, як показано на малюнку.

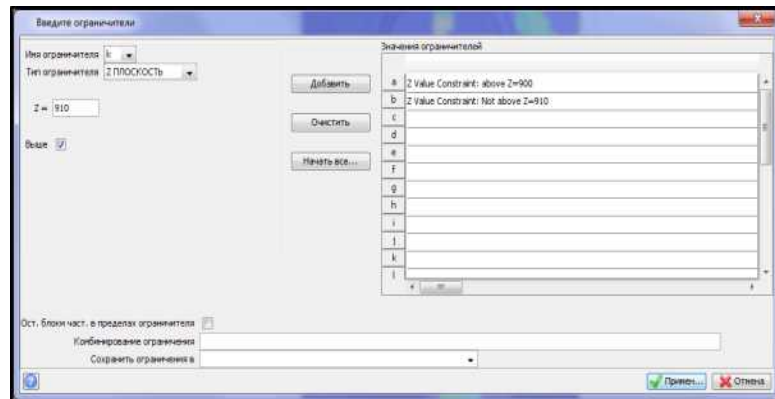


Знов покажемо блоки в межах Whittle контуру кар'єру та геологічні межі для інтервалу висот 900-910м.

14. Виберіть **Блок модель > Обмежувачі > Видалити останній графічний обмежувач**.

15. Виберіть **Блок модель > Обмежувачі > Новий графічний обмежувач**.

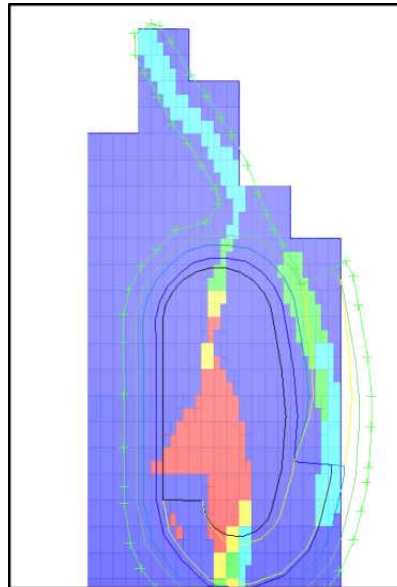
16. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



Корегування результатів проектування

Зараз ми відкоригуємо нижню брівку кар'єру на висоті 900м, з метою охоплення руди, що виклинюється, в північній частині і потім перейдемо до нижньої брівки горизонту 920м.

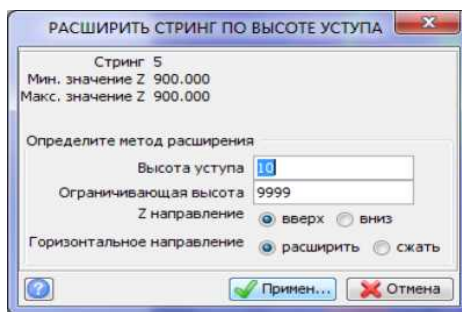
1. У меню Редагувати виберіть комбінації функцій Точка > Перемістити і Точка > Вставити, щоб перемістити і створювати точки для контуру нижньої брівки на висоті 900м до тих пір, поки контур не набуде контуру схожими, як показано на малюнку.



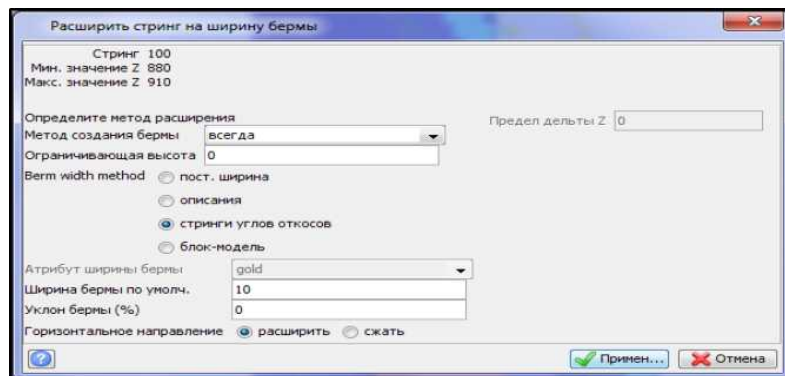
Увага: При коригуванні контуру нижньої брівки в інтерактивному режимі даним чином важливо підтримувати мінімальну ширину видобутку. Далі ви маєте коригувати брівки на висоті 910м, щоб охопити руду на півночі кар'єру.

Деякі стрінги можуть бути погано помітні на фоні блоків, тому можна змінити установки кольорів, щоб отримати більш прийнятну комбінацію. Коли ви захочете показати стрінги свого файлу з прийнятними для вас стилями показу, просто скористайтеся функцією Установки > Властивості > Стрінгів та точок, виберіть бажані стилі та збережіть їх в окремому файлі стилів, щоб скористатися ним пізніше.

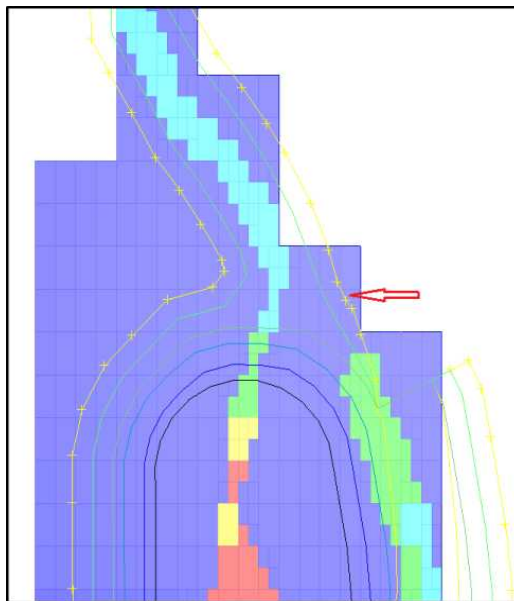
2. Виберіть Розширити стрінг > Висота уступу.
3. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



4. Виберіть Розширити стрінг > За шириною берми.
5. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



Ви побачите приблизно таку картину.

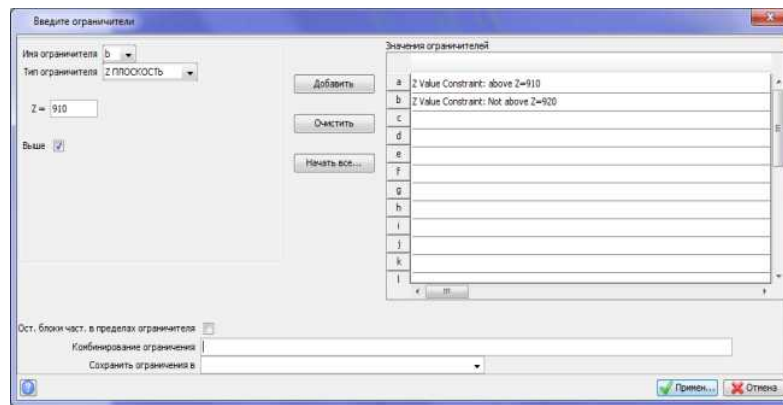


6. Ймовірно, ви захочете підкоригувати увігнутий контур, позначений на малюнку вище за стрілку. Це потрібно зробити для того, щоб запобігти появі небажаних геометричних елементів у формі борту кар'єру. Видалення точки деяких точок дозволить досягти бажаного результату.

7. Виберіть Блок модель > Обмежувачі > Видалити останній графічний обмежувач .

8. Виберіть Блок модель > Обмежувачі > Новий графічний обмежувач.

9. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



10. З меню Редагувати скористайтесь функціями вставки та переміщення точок, щоб створити та перемістити точки контуру нижньої брівки на горизонті 910м, доки схема не виглядатиме приблизно наступним чином.

Увага: Ви можете вводити зміни на свій розсуд. Цей приклад коригування є лише загальною частиною інструкції.

Підготовка до розвороту з'їзду

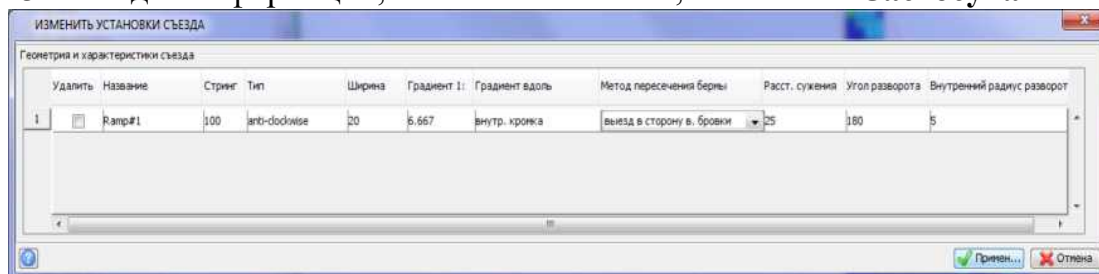
Тепер ми розширимо наш з'їзд до 20м та змінимо його градієнт до 10%, оскільки ми наближаємось до розвороту.

Увага: Функції Крок назад та Крок вперед виключно добре підходять для процесу проектування кар'єру. Якщо в ході проектування намітилися геометричні проблеми, просто зробіть крок назад і відкоригуйте ділянку, в межах якої існує проблема. Знову запустіть потрібну функцію проектування, і новий контур з'явиться без проблем. Це значно простіший і легкий шлях, ніж редагування проблематичних ділянок після застосування функцій проектування.

11. Виберіть Проектування кар'єрів > Характеристики з'їзду.

12. Виберіть точку на зовнішньому контурі (нижня брівка на горизонті 910м).

13. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



Увага: Для підготовки до створення розвороту, нам, можливо, потрібно буде змінити метод перетину берми і вибрати опцію виїзд у бік верхньої брівки, так що ми матимемо можливість виїзду на берму після створення розвороту.

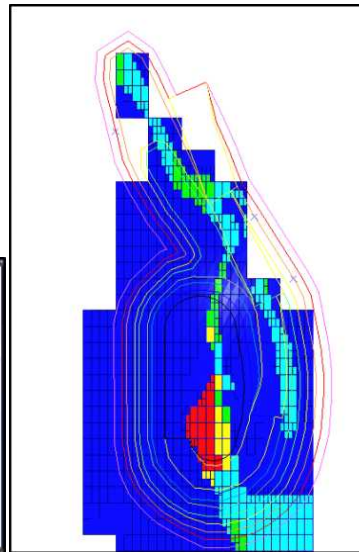
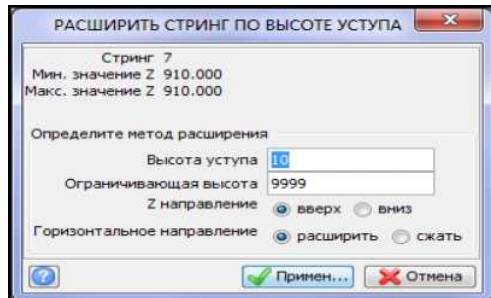
14. Виберіть Розширити стрінг > За висотою уступу.

15. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.

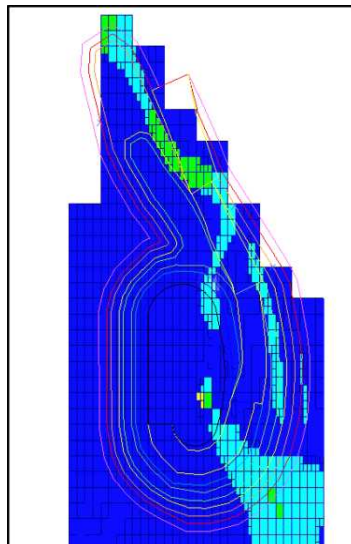
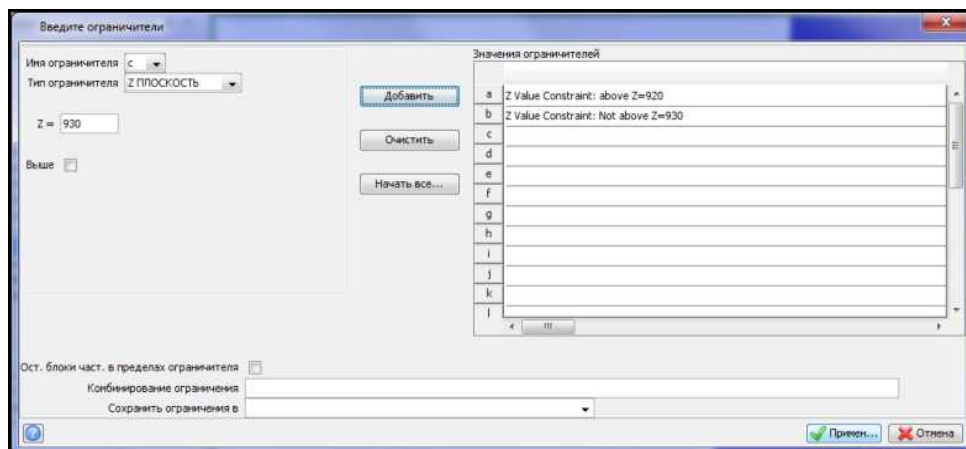
16. Виберіть Розширити стрінг > За шириною берми.

17. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.

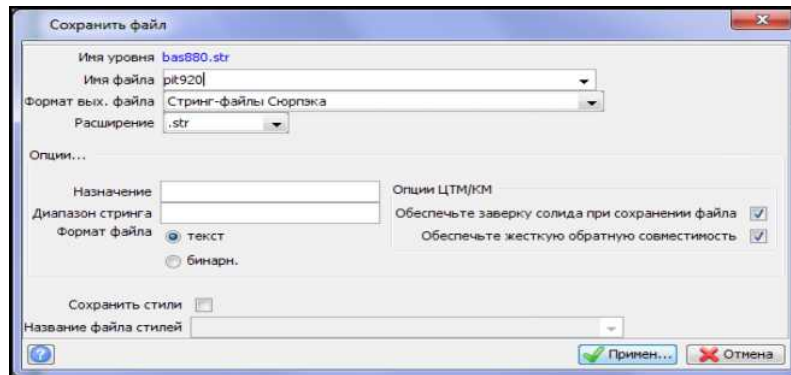
З'їзд тепер буде пологішим і ширшим.



18. Виберіть Блок модель > Обмежувачі > Видалити останній графічний обмежувач.
19. Виберіть Блок модель > Обмежувачі > Новий графічний обмежувач.
20. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



21. Виберіть Файл > Зберегти > стрінг/ЦМ .
22. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**



Увага: Щоб уникнути потенційної втрати даних під час проектування, регулярно зберігайте результати.

Тепер ви повинні бути знайомі з наступними аспектами проектування кар'єрів у Surpac:

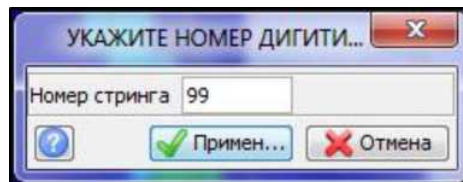
Редагування результатів проектування

Якщо у вас залишилися неясності щодо будь-якого з наведених вище аспектів проектування, ми рекомендуємо вам повернутися до цього розділу керівництва перед тим, як продовжувати роботу.

Проектування розвороту

Замість того, щоб продовжувати нарощувати з'їзд проти годинникової стрілки у західний сектор кар'єру, ми залишимо з'їзд у його східній частині. Щоб це зробити, потрібно спроектувати розворот з'їзду.

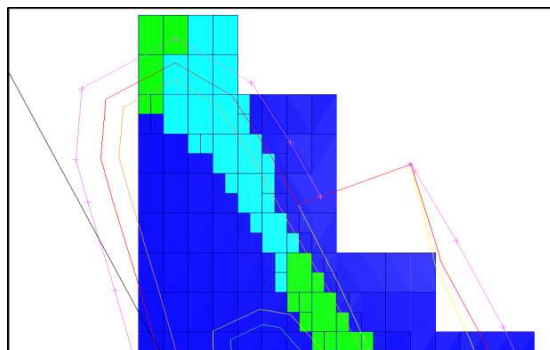
1. Збільшити зображення в північній частині кар'єру.
2. Встановіть номер стрінга, що дигітується, в рядку стану.
3. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати



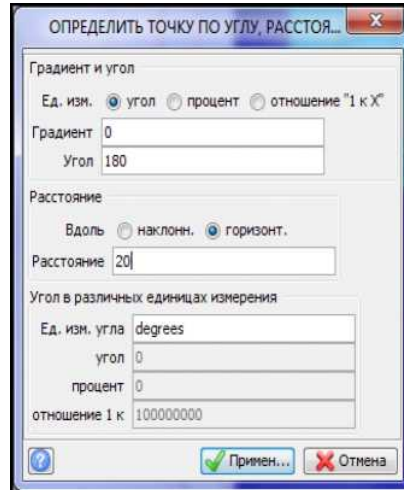
Увага: Стрінг 99 буде використаний як тимчасовий стрінг, який відрізняється від існуючих стрінгів. Він буде використаний для створення точки в певному місці, потім точки контуру кар'єра будуть "пришиті" до неї.

4. Виберіть Створити > Точка > Під кутом.

5. За підказками виберіть точки заднього та переднього сигналу, як показано на малюнку.

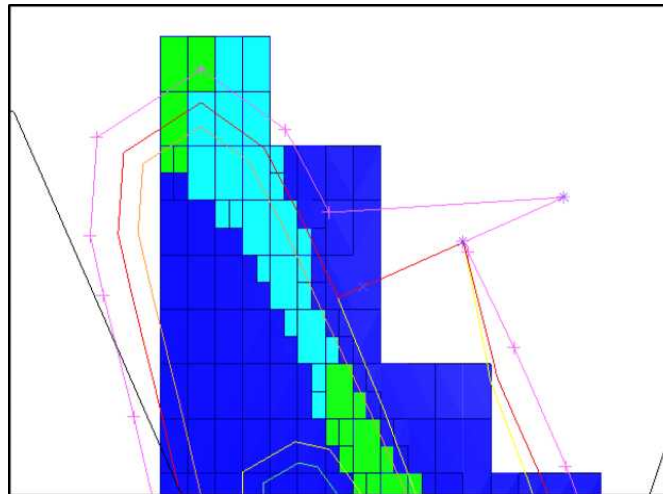


Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**



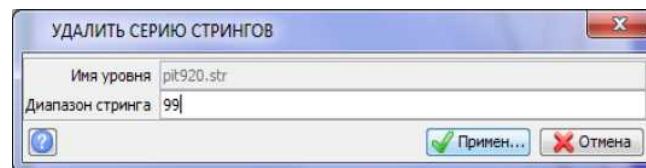
Буде створено крапку з номером стрінга 99 під кутом 180 градусів та за 20м від точки стояння спостерігача.

6. Виберіть Редагувати > Точка > Перемістити. Перемістіть точку заднього сигналу до нової точки з номером стрінга 99. Таким чином, точка придбає положення, необхідне для відновлення проектування з'їзду. Щоб пришити точку заднього сигналу до нової точки, скористайтесь методом “пришити” до точки. Для цього клацніть по екрану правою кнопкою миші та виберіть Точка, у версії 6.3 ця функція працює також у процесі дигітування. Ви отримаєте приблизно наступне зображення.

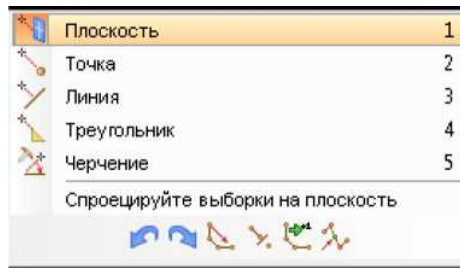


7. Виберіть Редагувати > Стрінг > Видалити групу.

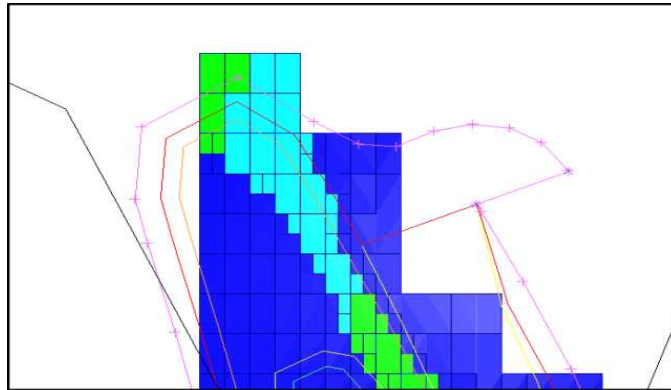
8. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**



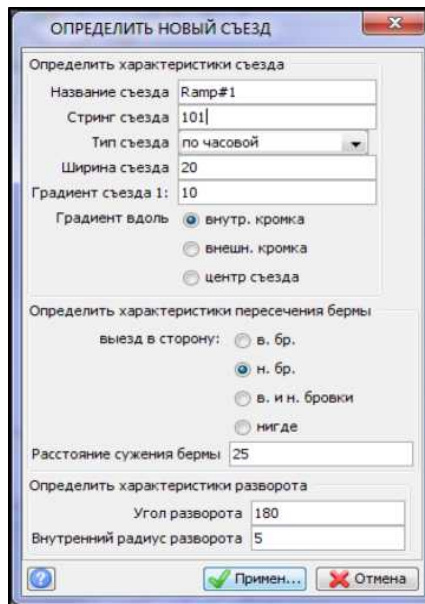
9. Перейдіть в Площину через правий клік по графічному простору.



10. З меню Редагувати скористайтеся функціями Вставити та Перемістити точки, щоб спроектувати розворот з'їзду.



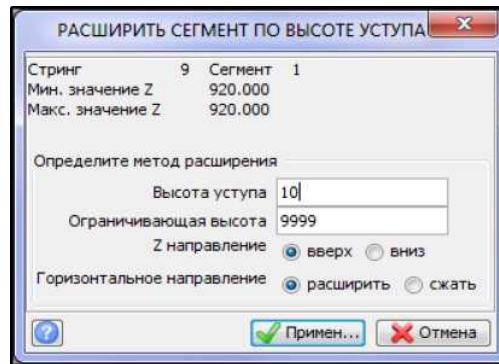
Виберіть функцію Проектування кар'єру > Новий з'їзд у кар'єр, а потім натисніть «жовту» підказку, дві точки початку з'їзду.



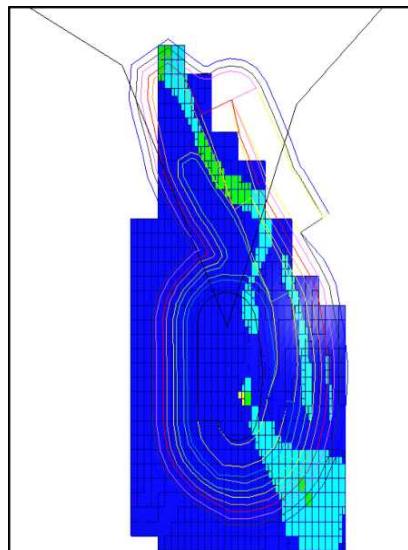
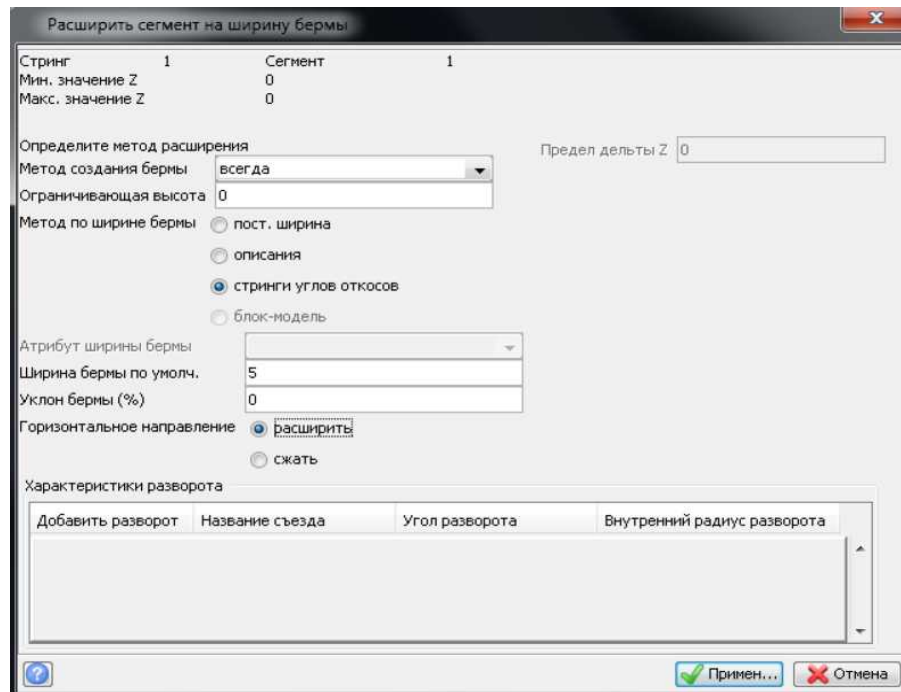
Якщо ви хочете змінити параметри з'їзду, вам потрібно буде використовувати функцію Характеристики з'їзду, вибрати потрібний стрінг, в даному випадку, самий зовнішній стрінг (номер 9) і змінити дані у формі, що з'явилася. Ви можете також видалити з'їзд, тільки після цього вам потрібно буде задати параметри нового з'їзду.

12. Виберіть Розширити стрінг > Висота уступу.

13. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



14. Далі розширте шириною берми.
15. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



Завершення проектування кар'єру до земної поверхні із використанням автоматичного створення серії уступів наведено в розділі 4.

Контрольні запитання.

1. Для чого створюється перший стрінг при моделюванні нового кар'єру?
2. Які основні параметри необхідно враховувати при створенні нового кар'єрного з'їзду?
3. Для чого необхідно виконувати коригування контуру нижньої брівки нових горизонтів в інтерактивному режимі?
4. В яких випадках використовується формування розвороту траси при проектуванні кар'єру?

Практична робота №4.

Автоматичне проектування видобувних уступів і відвальних ярусів до земної поверхні кар'єру

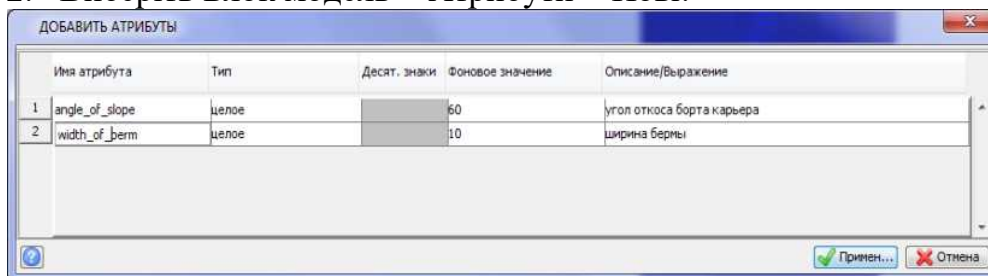
Мета роботи. Набути навички з автоматичного проектування серії видобувних і розкривних уступів до земної поверхні кар'єру з урахуванням формування відвальних ярусів.

Постановка задачі. Ознайомитися з функцією проектування серії уступів при моделюванні параметрів кар'єру. Виконати проектування бортів кар'єру до топографічної поверхні. Опанувати інструменти автоматичного перетину бортів кар'єру з топографічною поверхнею. Вивчити функції проектування відвальних ярусів на земній поверхні порід з кар'єром.

Розглянемо функцію **проектування серії уступів**. До цього моменту ми проектували кар'єр крок за кроком (Практична робота 3), але іноді ми можемо дозволити собі спроектувати кілька уступів з ідентичними характеристиками. На даний момент побудуємо два уступи в автоматичному режимі. Для початку підготуємо нашу модель блок, щоб використовувати її в подальшому.

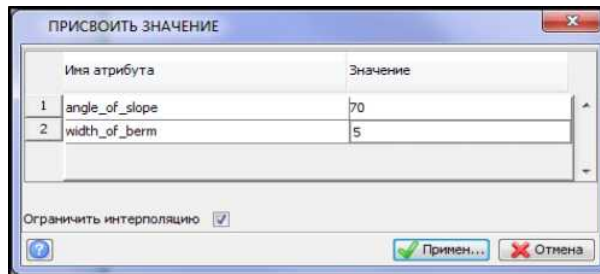
Створимо два атрибути для кута укосів бортів та ширини берми кар'єра, використовуючи поля опису кута укосів борту кар'єру та ширини берми стрінг файлу slo1.str.

1. Видаліть усі графічні обмежувачі блокової моделі.
2. Виберіть Блок модель > Атрибути > Нові.

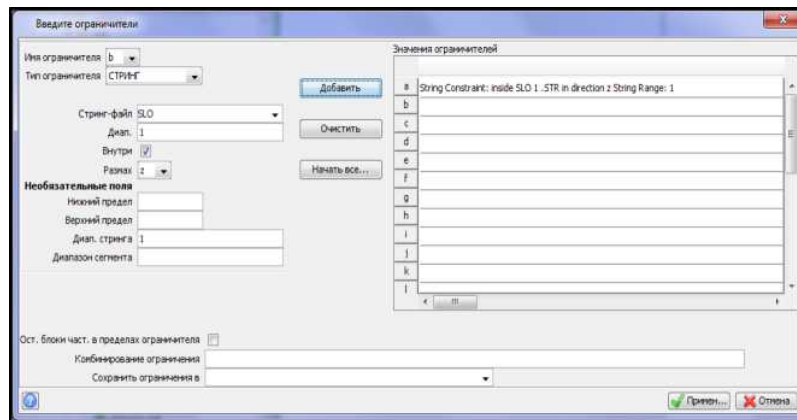


Надамо значення кутів укосів і ширини берми всередині полігонів стрінг файлу slo1.str всім блокам блокової моделі.

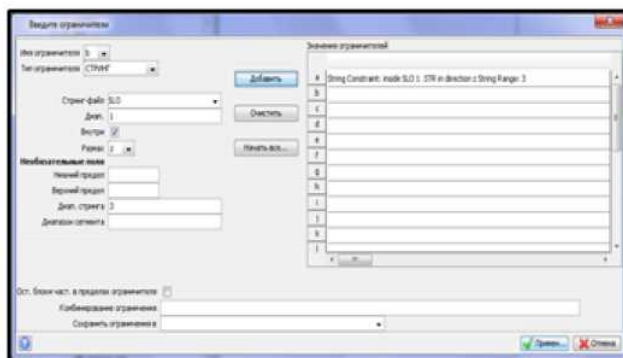
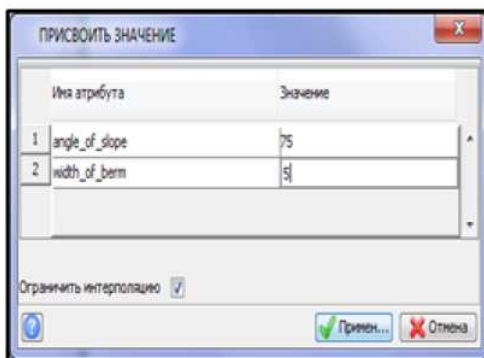
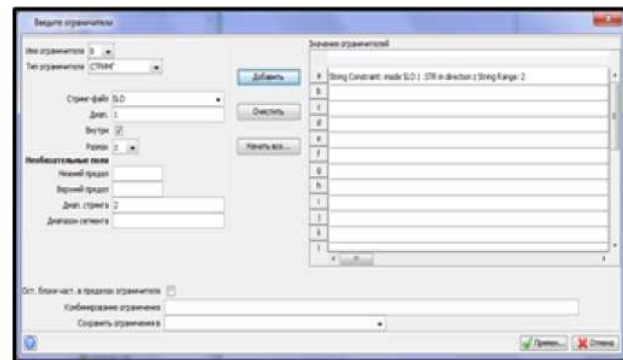
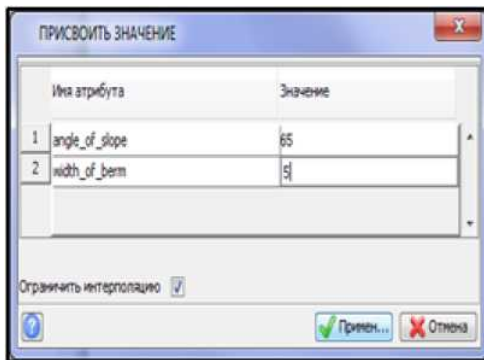
3. Виберіть Блок модель > Обчислення > Присвоїти значення.
4. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



Ми задаємо певні значення кута укосу та ширини берми блоків, з обмеженням у нашому випадку по полігону всередині стрінга 1.

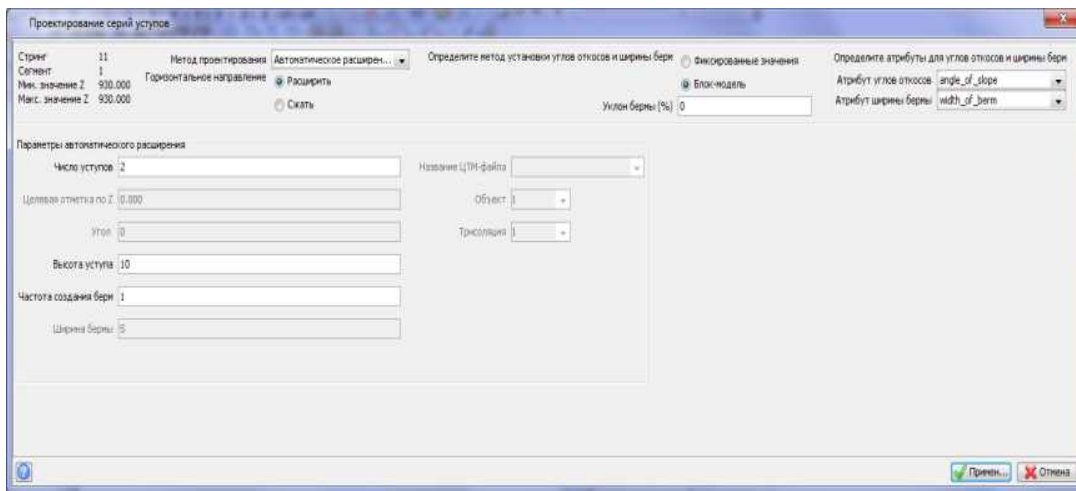


Далі задайте відповідні значення кута укосу і ширини берми блокам всередині полігонів, що залишилися, стрінг файлу **slo1.str**. Натисніть **Застосувати**, коли програма запропонує перезаписати блок модель.



5. Виберіть Розширити сегмент > Проектування серії уступів. Виберемо метод проектування - Автоматичне розширення по висоті уступу.

6. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.

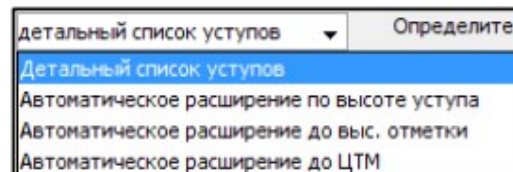


В даному випадку ми використовуємо Автоматичне розширення по висоті уступу і запозичували дані по куту укосів та ширині берми з блочної моделі, тому що вони у нашому випадку варіюються на флангах кар'єру. Фіксовані значення корисні в тому випадку, якщо наші параметри залишаються незмінними по всій площі кар'єру.

Детальний список уступів застосовується у тому випадку, якщо ми створюємо кілька уступів з різними характеристиками (наприклад, різна висота уступів).

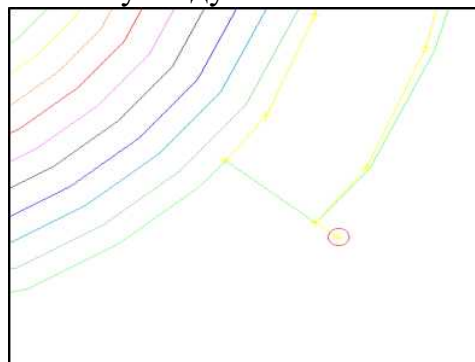
Автоматичне розширення до висотної позначки створить кілька уступів з ідентичними характеристиками до певної висоти.

Автоматичне розширення до ЦТМ створить серію уступів з ідентичними характеристиками до ЦТМ (наприклад, до поверхні).



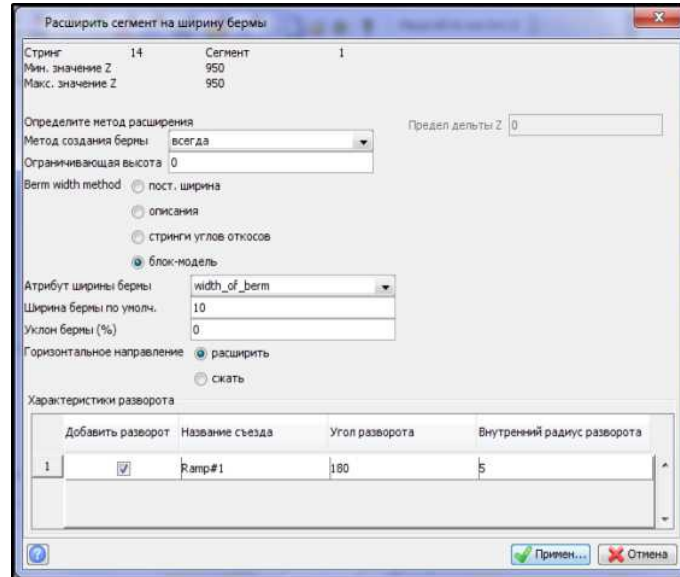
Раніше ми вирішили створювати з'їзд східним бортом кар'єру, тому наступним кроком створимо розворот, але при цьому ми застосуємо автоматичне створення розвороту. Раніше ми розглядали можливість створення розвороту за допомогою основних інструментів редагування.

7. Видаліть нижню брівку кар'єру на горизонті 950м, яка була створена автоматично, а також крайню точку з'їзду.



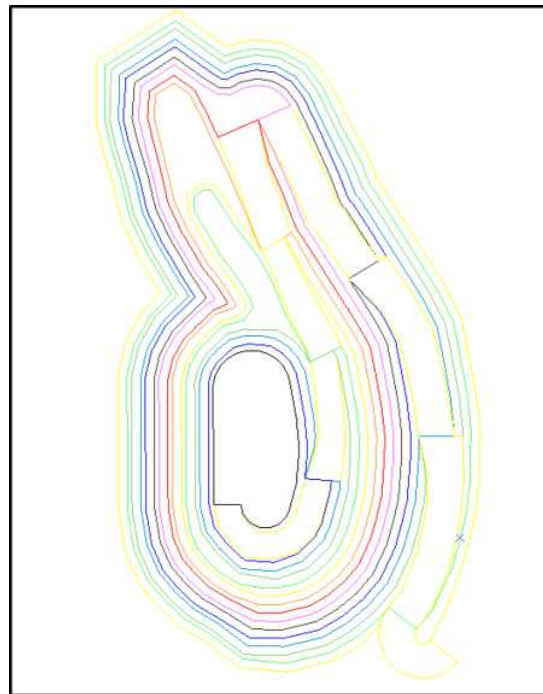
8. Виберіть Розширити сегмент > По ширині берми.

9. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.

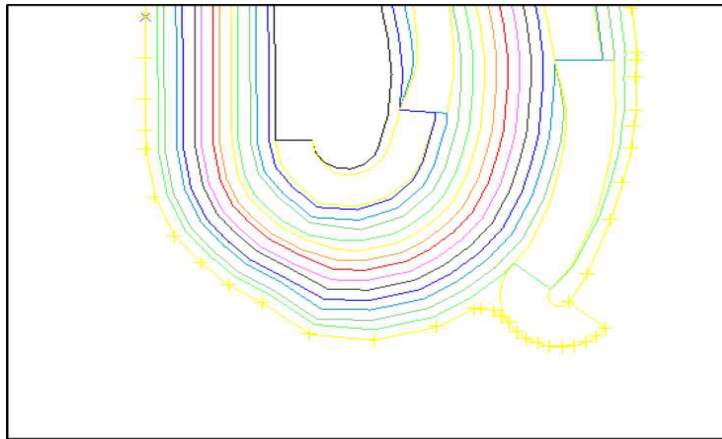


Як ви помітили, по-перше, ми вибрали приймати ширину берми з блочної моделі, вказавши відповідний атрибут. По-друге, встановили галочку Додати розворот. По-третє, встановлено кут розвороту 180 градусів, тобто у протилежний бік, як зазначалося раніше, може варіювати не більше 160-200 градусів. Також ми прийняли внутрішній радіус розвороту рівним 5м.

Всі ці параметри ми задавали під час створення з'їзду, але ви маєте можливість редагувати їх на даному етапі.

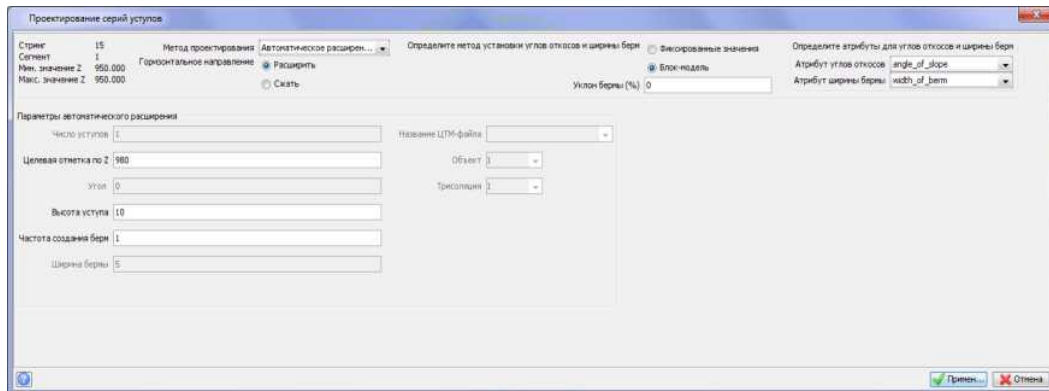


Наступним кроком відкоригуємо наш розворот шляхом додавання, переміщення та видалення точок. Отримаємо приблизно таке зображення.

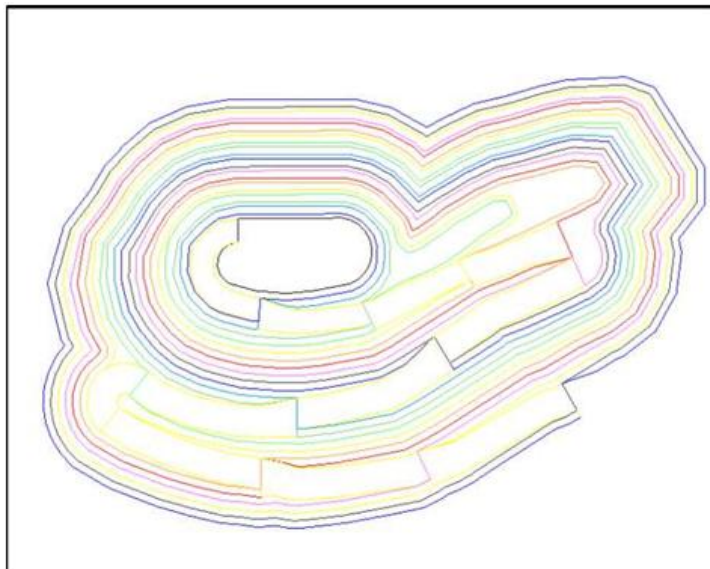


Спроектуємо уступи до висотної позначки 980м.

10. Виберіть Розширити сегмент > Проектування серії уступів .
11. Дотримуючись підказки, вкажіть на зовнішню нижню брівку кар'єру на горизонті 950м.
12. Виберіть Автоматичне розширення до висотної позначки. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати .



Продовжуйте уважно стежити за контурами і вносити поправки в міру необхідності.



13. Збережіть результати проектування у файлі pit980.str .

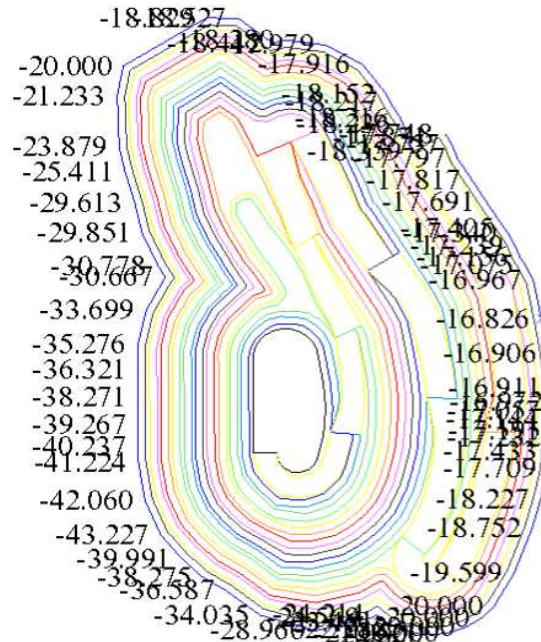
Проектування кар'єру до поверхні

1. Виберіть функцію Проектування кар'єру > Завантажити ЦТМ поверхні.

2. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.

Після застосування цієї функції завантажиться ЦТМ поверхню на згадку.

3. Виберіть Проектування кар'єра > Показати відстань до ЦТМ. За підказкою виберіть зовнішній сегмент для показу вертикальної відстані від нього до поверхні ЦТМ. Відстань до поверхні кожної точки контуру буде показано зліва від сегмента.

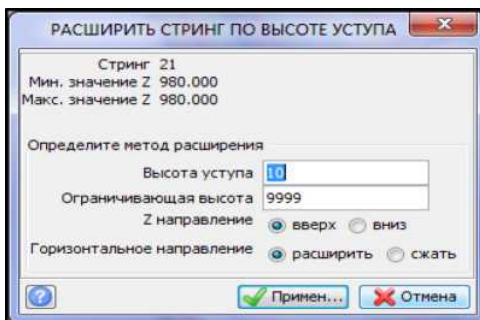


Як видно, ми знаходимося приблизно в 17м нижче за денну поверхню в найближчій до неї точці, так що нам необхідно піднятися до рівня верхньої брівки на висоту 990м.

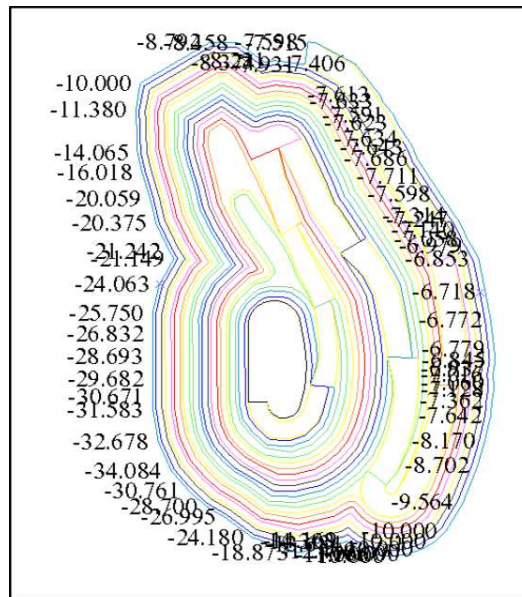
4. Виберіть Проектування кар'єра > Сховати підказки до проектування.

5. Скористайтеся функцією Розширити стрінг > По висоті уступу.

6. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



7. Виберіть Проектування кар'єру > Показати відстань до поверхні ЦМТ. Клацніть по зовнішньому стрінгу верхньої брівки кар'єру на горизонті 990м.



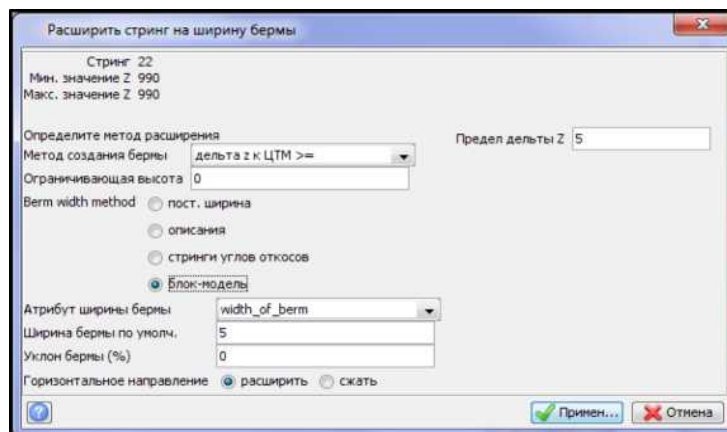
У східній частині кар'єру ми знаходимося тепер за 7м від денної поверхні. При відпрацюванні цього кар'єру ніхто не займатиметься відпрацюванням 2-х метрового уступу та створенням запобіжної берми. Отже, є деяка відстань до поверхні, в межах якої берму не потрібно проектувати. Якщо поглянути на ситуацію по-іншому, стане ясно, що верхній укіс може мати висоту до 15м без запобіжної берми.

8. Скористайтеся функцією Проектування кар'єру > Сховати підказки до проектування.

9. Виберіть Розширити стрінг > За шириною берми.

10. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.

Метод створення берми, вибраний у формі, означає: «Створіть берму тільки тоді, коли відстань вгору до поверхні дорівнює або більше 5м».



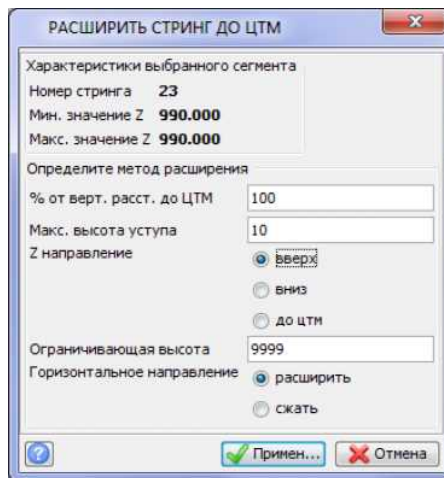
Берма шириною 5м була створена (див. мал. нижче), оскільки ми були повсюдно на відстані >5м від поверхні.

В результаті минулого застосування функції Показати відстані до ЦТМ поверхні ми знаємо, що ми менше ніж 10м по вертикалі від денної поверхні на східному фланзі кар'єру. Отже, ми більше не хочемо використовувати функцію

Розширити стрінг > По висоті уступу для проектування уступу, що має повну висоту 10м.

Натомість ми використовуємо функцію Розширити стрінг > До ЦТМ-поверхні, яка дозволить нам наростити кар'єр аж до денної поверхні. Тим не менш, просто нарощування до денної поверхні не дасть нам бажаного результату, оскільки у нас сформується 30-метровий уступ без берм безпеки в західній частині кар'єру. Функція Розширити стрінг > До ЦТМ-поверхні дає можливість розширення кар'єру до ЦТМ без перевищення встановленої максимальної висоти уступу і це те, що ми збираємося зробити.

11. Виберіть Розширити стрінг > До поверхні ЦМ.
12. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.

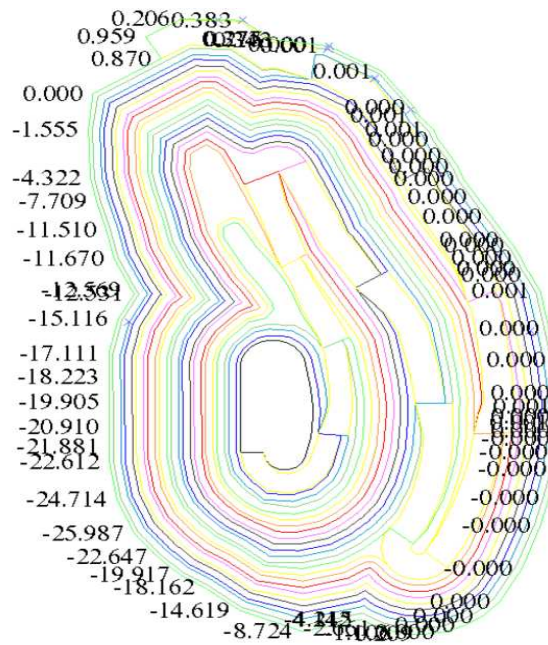


В даному випадку наш стрінг знаходиться нижче за ЦТМ, тому ми вибрали функцію розширити стрінг до ЦТМ саме вгору. Якщо стрінг буде вище ЦТМ, відповідно ми розширюватимемо його вниз. У випадку, коли стрінг перетинатиме ЦТМ, то вибрати буде необхідно розширити до ЦТМ, тоді він розшириться вгору на ділянках нижче ЦТМ і вниз на ділянках вище ЦТМ. Ця функція зручна під час проектування доріг.

Після застосування цієї функції уступ буде створено. У східній частині кар'єру він менший, ніж 10 м. Опція % перевищення до ЦТМ у вищевказаній формі має значення за замовчуванням, що дорівнює 100. Це означає, що кожна точка на вибраному стрінгу при розширенні досягне граничної висоти або поверхні ЦТМ. Якщо ви бажаєте, щоб новий стрінг розширився лише на якусь частку від відстані до ЦТМ, введіть відповідний відсоток, наприклад, 50, щоб розширити стрінг на половину відстані до ЦТМ. Відповідно 25% вкаже на розширення на чверть відстані.

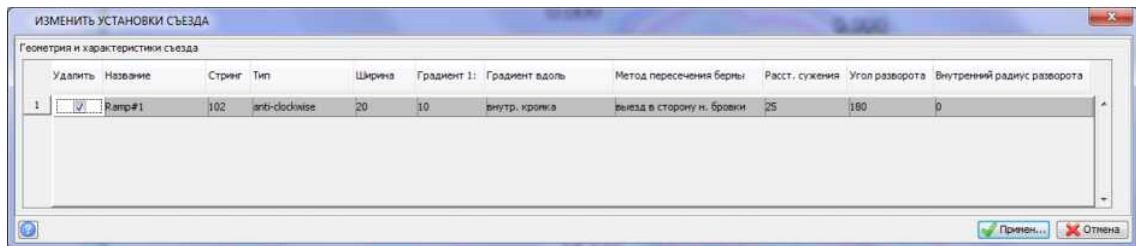
13. Виберіть Проектування кар'єра > Показати відстань до поверхні ЦМТ.

Вигляд у графічному вікні виглядатиме приблизно так, як на малюнку нижче. Як ви бачите, у східній частині кар'єру ми знаходимося на денній поверхні, на що вказує 0 м вертикальної відстані до неї.

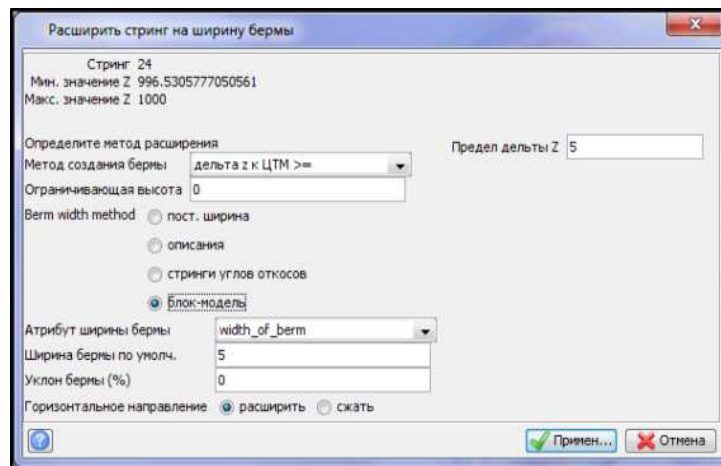


Оскільки з'їзд знаходиться на поверхні, ми маємо зупинити його.

14. Виберіть функцію Проектування кар'єру > Характеристики з'їзду. Виберіть зовнішній сегмент кар'єру (на західній стороні кар'єру) і на формі позначте опцію Видалити.



15. Скористайтесь функцією Розширити стрінг > По ширині берми.
16. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.

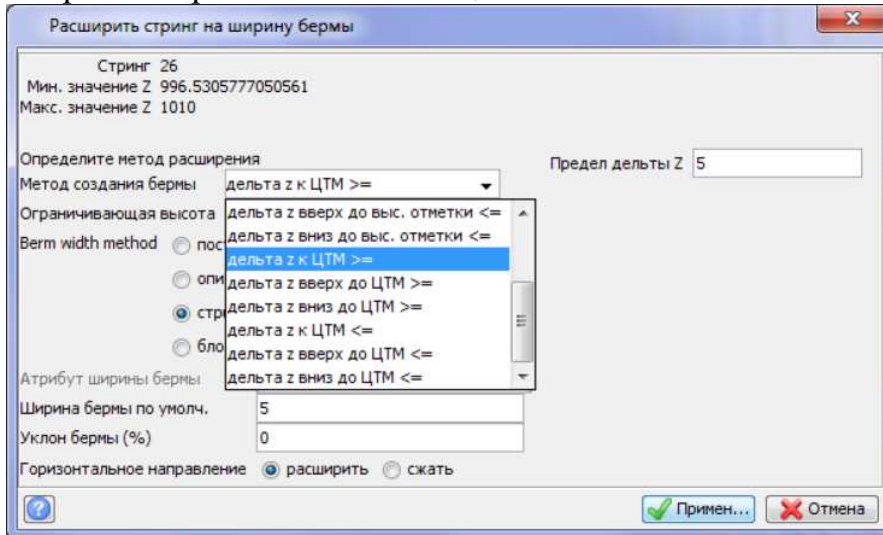


Як ви бачите у графічному вікні, берма створена тільки там, де ми були більш ніж за 5м від поверхні, тобто, на західній стороні кар'єру.

Ця функція дозволяє бермі формуватися в тому випадку, якщо дотримано відповідних умов, і вона не буде сформована, якщо ці умови не дотримані. У

вищезгаданому прикладі установки для берми відповідають заданим умовам у західній частині кар'єру, але НЕ у східній частині кар'єру. Отже, берма створюється лише у західній частині кар'єру.

Метод створення берми має безліч опцій:



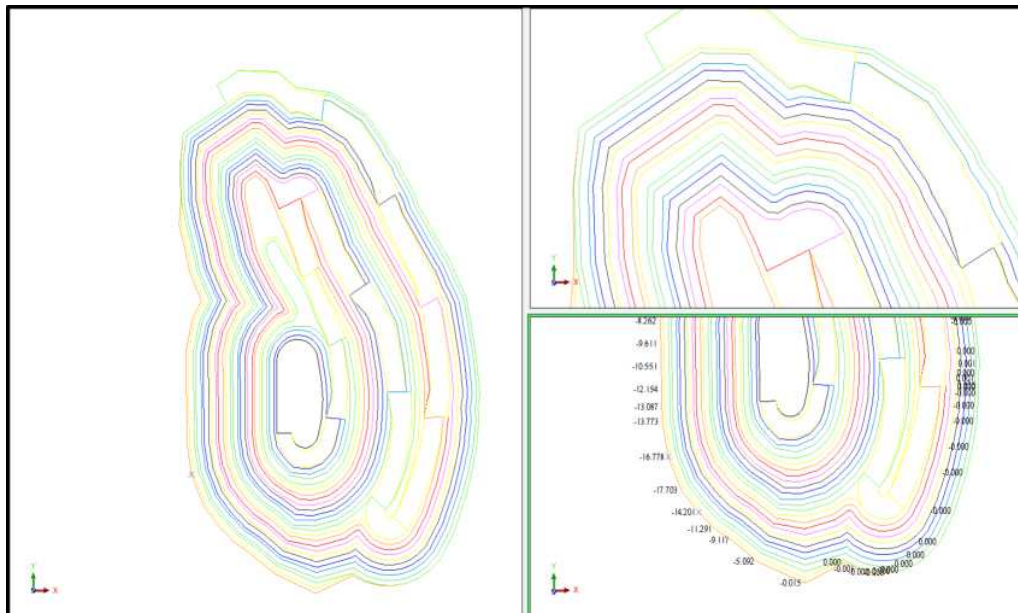
Ви бачите, що ви маєте вибір. Перед вами кілька прикладів використання функції, які дозволять вибрати правильну опцію в конкретній ситуації.

17. Виберіть Розширити стрінг > До поверхні ЦТМ.

Виберіть стрінг для розширення, дотримуючись підказок. Переконайтеся, що ви обрали сегмент на західній стороні кар'єру - найзовнішній сегмент кар'єру.

Необхідно вибрати лінію на західному краю кар'єру, оскільки ця лінія є унікальною, і варіант вибору неправильного сегмента буде виключено.

18. Скористайтесь функцією Проектування кар'єру > Показати відстані до ЦТМ.

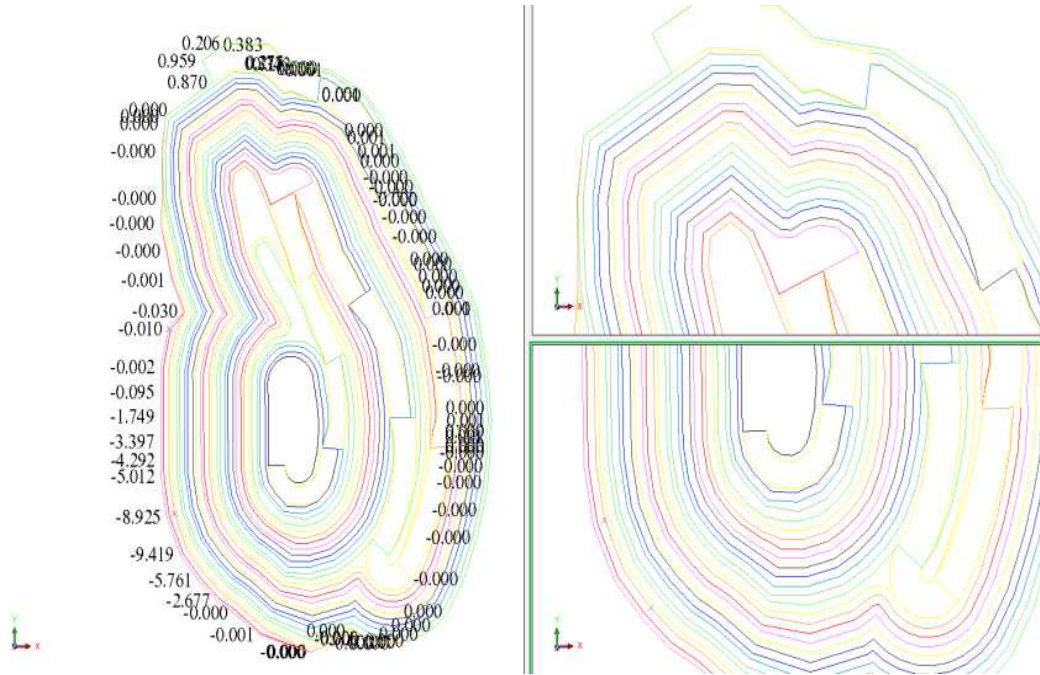


Ознайомтеся з результатами: у нашому розпорядженні досі залишаються 18 метрів по вертикалі у південно-західній частині кар'єру до денної поверхні.

19. Виберіть Розширити стрінг > За шириною берми і застосуйте форму з налаштуваннями за замовчуванням, що з'явилися.

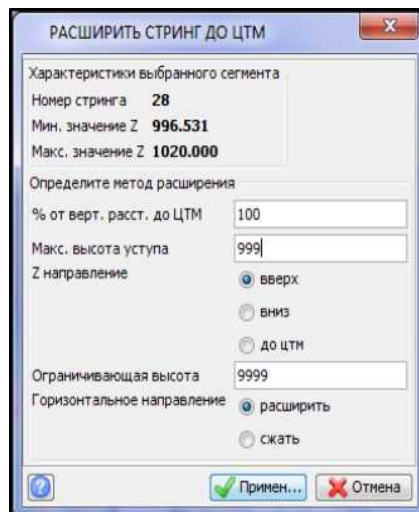
20. Потім скористайтеся функцією Розширити стрінг > До ЦТМ-поверхні з сформованими параметрами за замовчуванням.

21. Виберіть функцію Проектування кар'єра > Показати відстані до поверхні ЦТМ

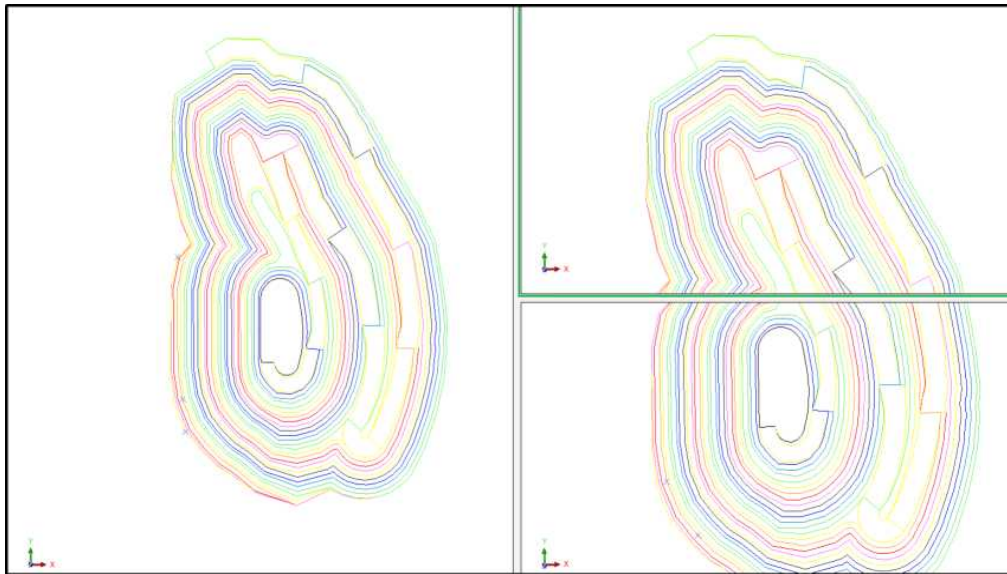


Тепер до поверхні максимум 9,419 м. Наступне розширення підведе нас до поверхні.

22. Скористайтеся функцією Розширити стрінг > До поверхні ЦТМ і змініть максимальну висоту уступу на 9999м, щоб висота уступу 10м більше не була лімітуючим параметром. Сегмент розшириться до ЦТМ денної поверхні.




23. Скористайтеся функцією Проектування кар'єру > Показати відстані до поверхні ЦТМ, щоб переконалися, що ми досягли поверхні навколо кар'єру.

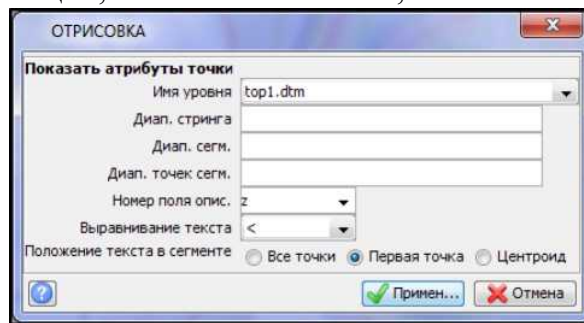


Проектування кар'єру завершено. Збережіть дизайн у файлі pitdesign2.str. Вивчіть будову кар'єру в 3-мірному режимі.

Перетин кар'єру з топографічною поверхнею

У попередній вправі ми проектували наш кар'єр до топоповерхні з використанням функції Розширити стрінг (сегмент) до поверхні ЦТМ. У цьому розділі розглянемо варіант усічення дизайну кар'єру топоповерхнею.

1. Очистіть екран .
2. Відкрийте файл top1.str .
3. Виберіть Показати > Точки > Атрибути.
4. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.

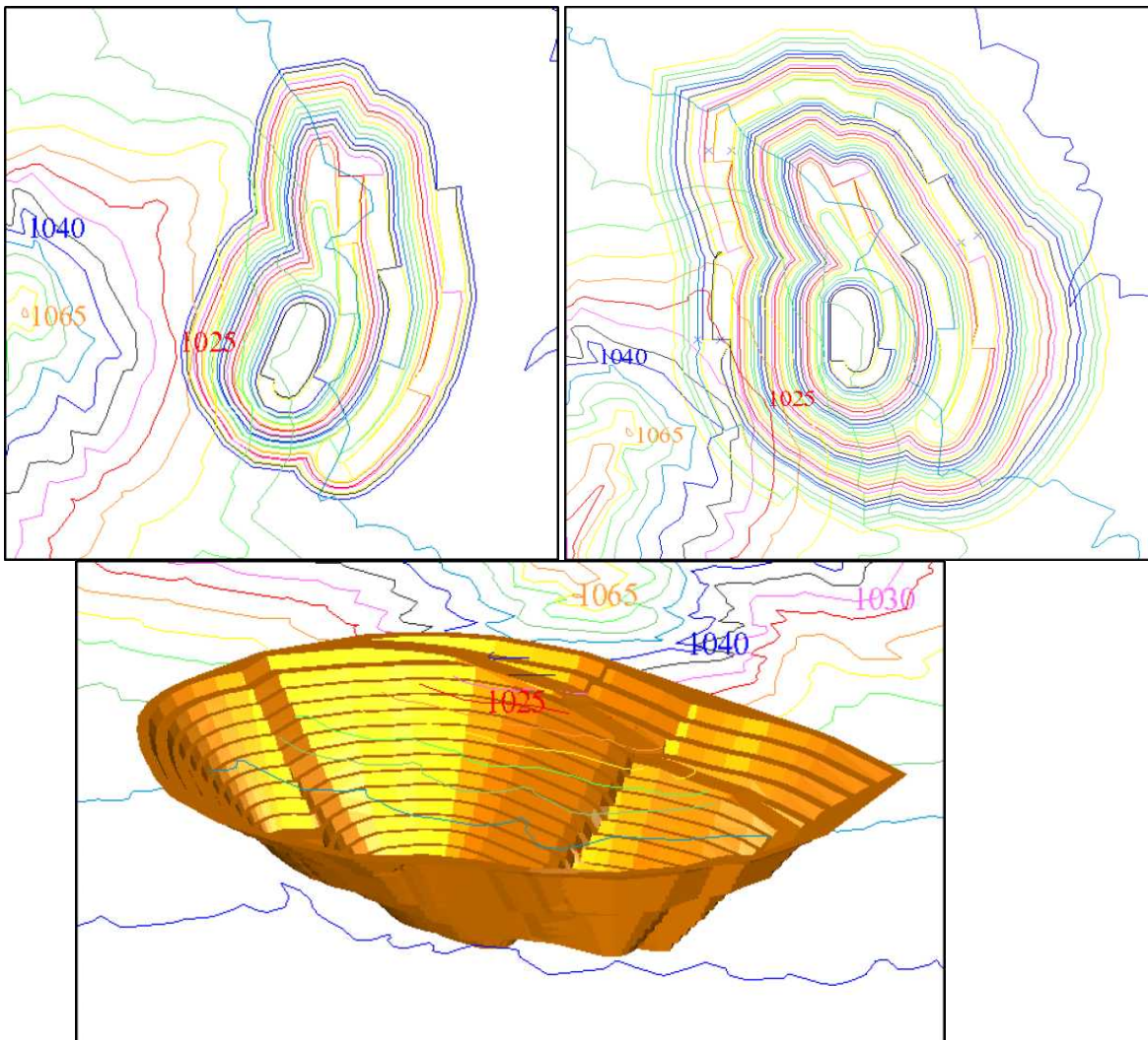


Раніше ми проектували кар'єр до висотної позначки 980м і зберегли його у файлі pit980.str. Відкрийте його у графічному вікні. Очевидно, що для того, щоб перетнути дві поверхні, необхідно щоб вони перетиналися. Як ви бачите, висотна позначка топоповерхні в районі південно-західного борту кар'єру має значення 1025м.

Тому застосуйте розглянуту вище функцію Розширити сегмент > Проектування серій уступів , щоб підняти кар'єр до висотної позначки 1050м. Ви отримаєте приблизно таке зображення:

5. Збережіть отриманий дизайн у файлі pit1050.str.
6. Створіть ЦТМ кар'єра та збережіть його у файлі pit1050.dtm .

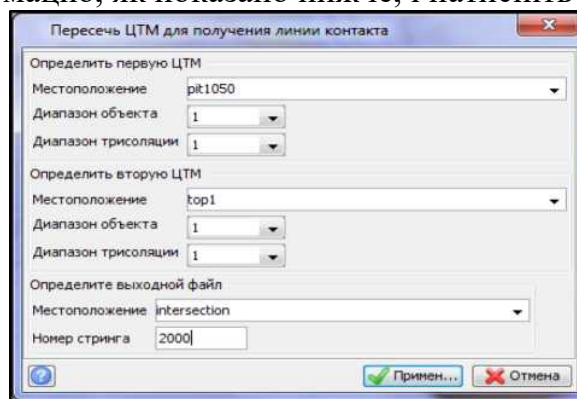
Якщо ви не робите цих кроків, поверніться до розглянутої вище вправи з проектування серій уступів і створення ЦТМ поверхні.



Для усічення однієї поверхні іншою необхідно створити лінію перетину між двома поверхнями.

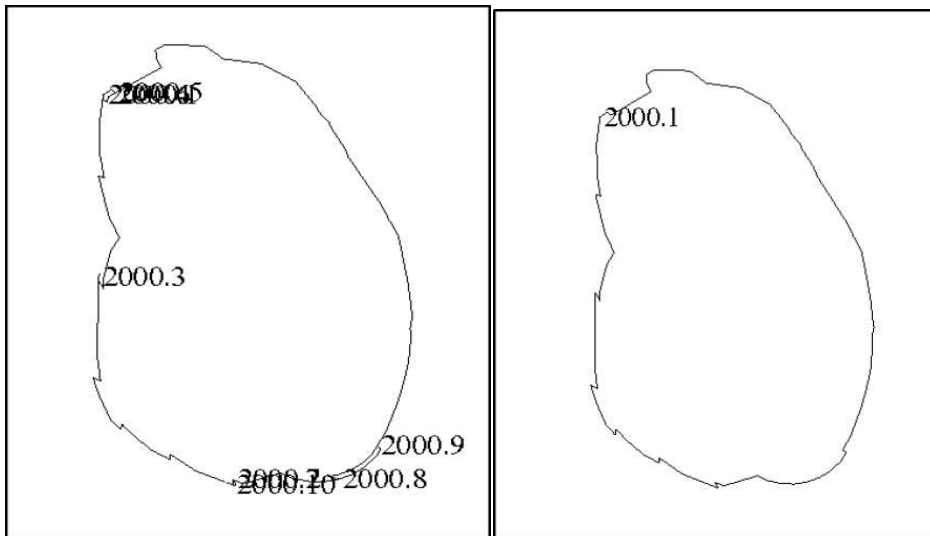
7. Скористайтеся функцією Поверхні > Файлові функції ЦТМ > Лінія перетину двох ЦТМ.

8. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



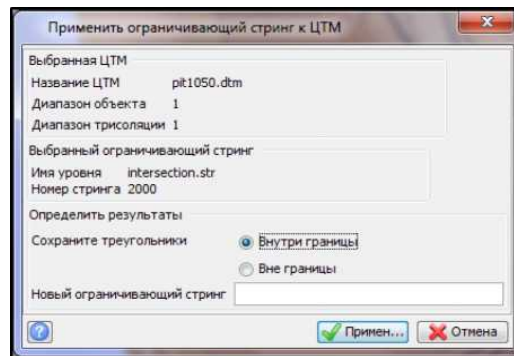
У робочій директорії ви отримаєте стрінг файл intersection.str. Якщо ви не спостерігаєте його в навігаторі, але при цьому у вікні повідомлень пишеться, що файл створений, клацніть правою кнопкою миші по робочій директорії та виберіть оновити.

Відкрийте отриманий файл у графічному вікні та перевірте його, щоб це був закритий сегмент. Найчастіше він є стрингом з відкритими сегментами. Використовуючи основні функції редагування, створіть один закритий сегмент, який, на вашу думку, відповідатиме вашим вимогам щодо усічення поверхонь.

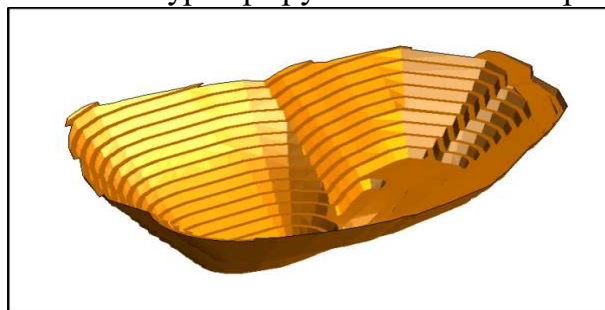


9. Виберіть Поверхні > Усікти або перетнути ЦТМ > Усікти ЦТМ стрингом.

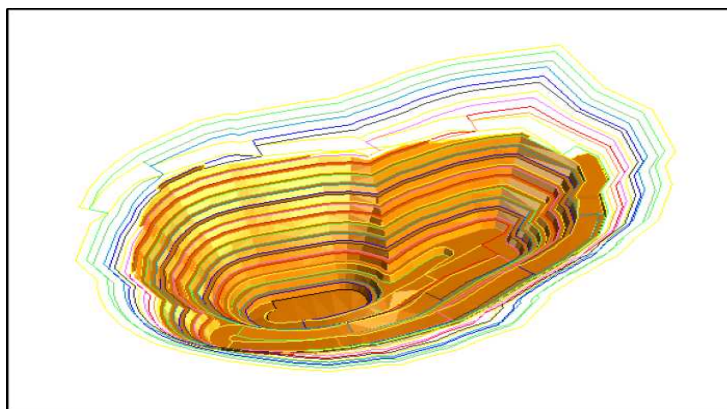
10. Дотримуючись підказок, оберіть поверхню, що розрізається, та усікаючий стринг, а потім введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



Ви отримаєте зрізаний контур кар'єру в межах лінії перетину.

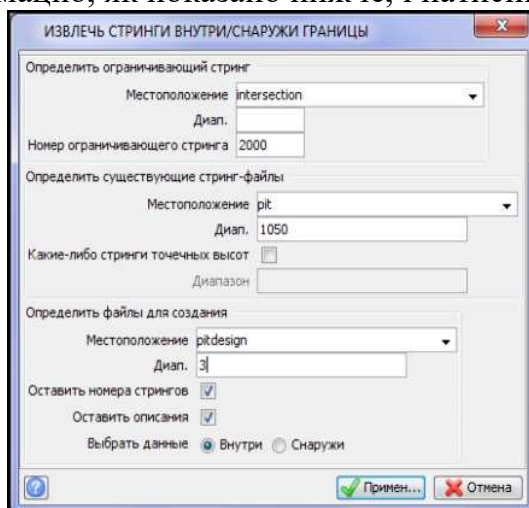


Якщо ви збережете даний ЦТМ файл під якоюсь назвою, збережеться лише ЦТМ з усіченими трикутниками, при цьому стринг файл не зміниться. Відкрийте усічену ЦТМ поверхні кар'єру та покажіть лінії, ви побачите наступну картину.



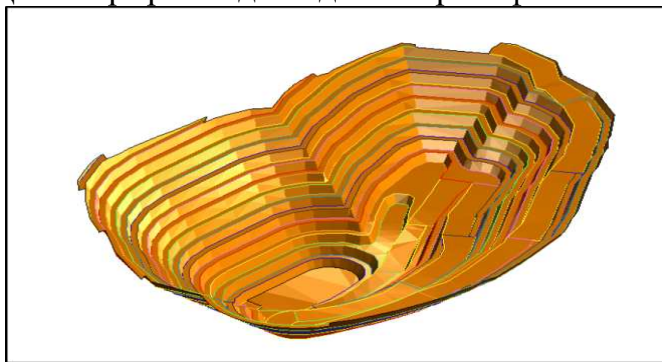
Тому, у разі потреби використання надалі ЦТМ поверхні кар'єру з відповідним стрінг файлом, аналогічним тому, що ми отримали раніше pitdesign2.dtm, скористайтесь функцією усічення саме стрінг файлу кар'єру і потім на його основі побудуйте ЦТМ.

11. Виберіть Файлові функції > Застосувати стрінг, що обмежує.
12. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.



Ви отримаєте стрінг файл pitdesign3.str. Відкрийте його разом із файлом intersection.str в одному графічному рівні за допомогою CTRL.

Використовуючи функції створення ЦТМ та усічення поверхні обмежувачим стрінгом, для видалення зайвих трикутників, які ми розглядали вище, ви отримаєте ЦТМ кар'єра з відповідним стрінг файлом.



На цьому завершимо процес проектування кар'єру. Можна переходити до обчислення запасів корисних копалин в його контурах (Практична робота 5).

Проектування породного відвалу

1. Відкрийте файл pit_and_topo2.str.

Ви можете створити та використовувати файл з топоповерхнею та дизайном вашого кар'єру.

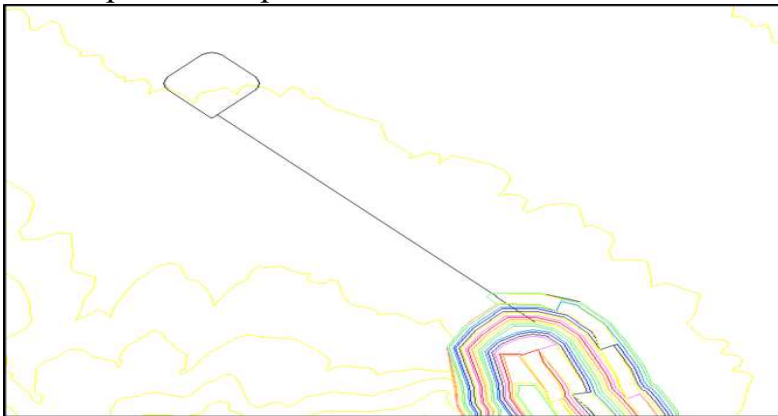
2. Відкрийте файл dcl1.str.

Після цього має з'явитися наступне зображення:



3. Потім відкрийте файл dtop1045.str.

4. Змініть масштаб Графічного простору екрана, використовуючи комбінацію інструментів перемасштабування (вікно, зум тощо), щоб на екрані з'явилося зображення приблизно схоже на наведене нижче:



Після цього все готове для того, щоб розпочати процес проектування породного відвалу. Вершина відвалу знаходиться приблизно на 50 метрів вище топографічної поверхні на висоті 1045 метрів. Висота та градієнт Осьової лінії не пов'язані один з одним. Положення Градієнта буде встановлено (налагоджено) у процесі Проектування відвалу.

5. Виберіть Проектування кар'єра > Вказати метод вибору кута укосу.

6. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати

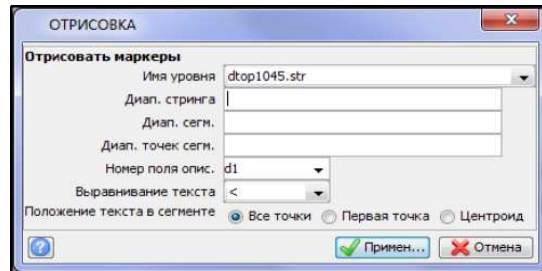
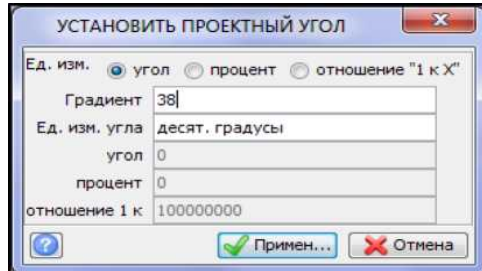
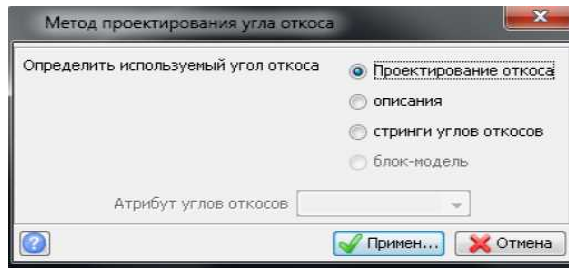
7. Виберіть Проектування кар'єра > Встановити градієнт нахилу.

8. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати

Новий проектний кут буде показаний у рядку стану нижньої частини екрана.

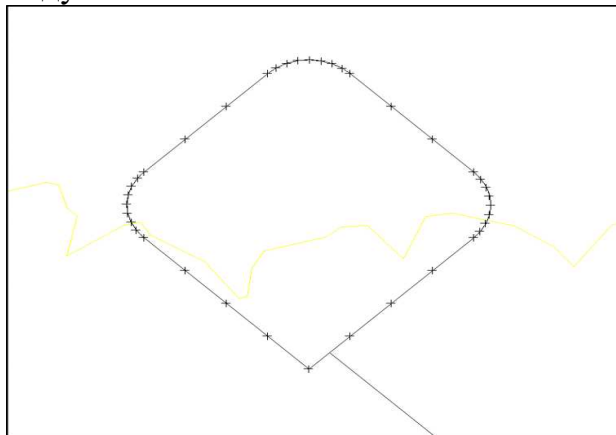
9. Виберіть Показати > Точки > Маркери.

10. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.

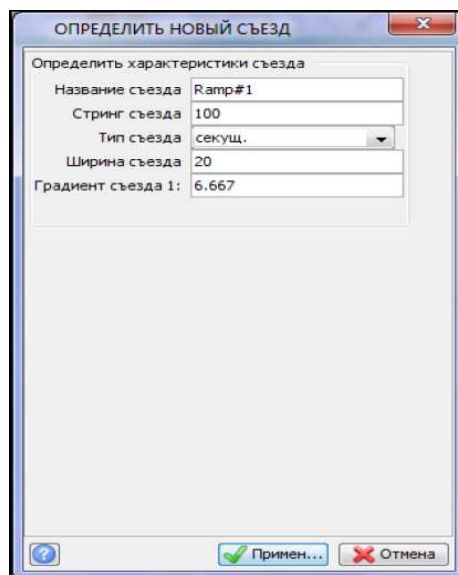


11. Скористайтесь функцією Проектування кар'єру > Новий з'їзд у кар'єр.

12. Виберіть дві точки на верхньому майданчику відвалу – з кожного боку від Осьової лінії з'їзду.



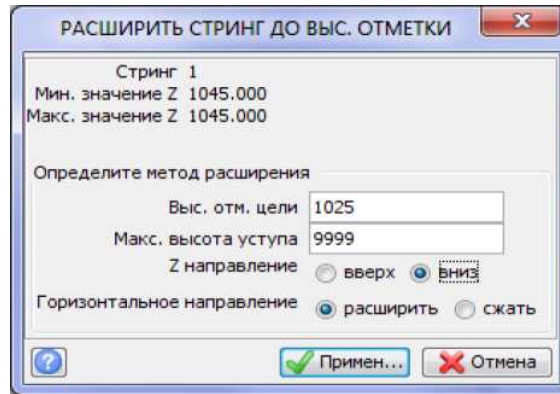
13. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть кнопку Застосувати.



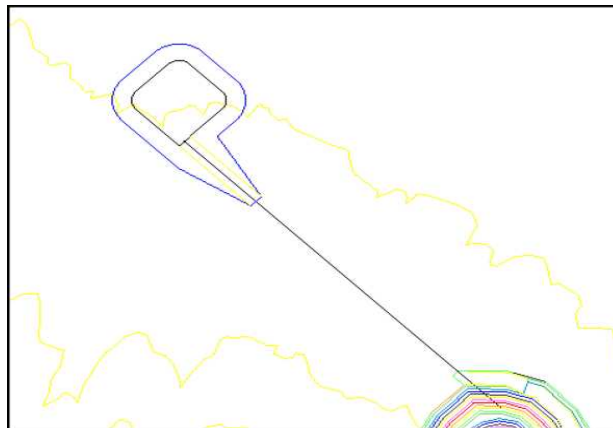
Після застосування цієї Форми підказка запропонує Вам обрати осьову лінію з'їзду. Виберіть Осьову лінію з'їзду в будь-якому помсті Осьової лінії - але там, де немає інших стрінгів, які Ви можете випадково «пристебнути»

14. Виберіть Розширити стрінг > До висотної позначки, а потім наведіть контур відвалу.

15. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати



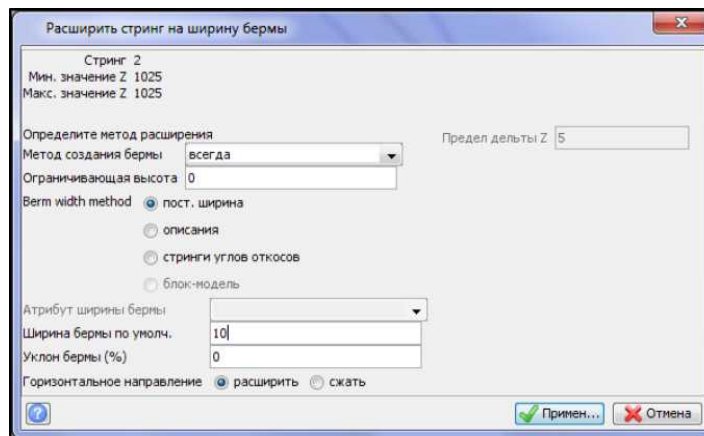
Графічне місце буде оновлено, як показано нижче:



Створимо на цій висотній позначці 10-метрову берму.

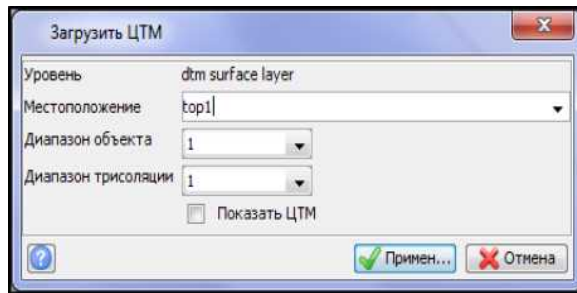
16. Скористайтесь функцією Розширити стрінг > По ширині берми.

17. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати.

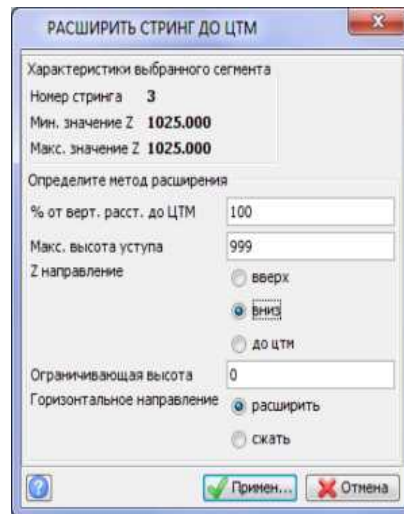


Тепер проектуємо відвал до ЦТМ топографічної поверхні.

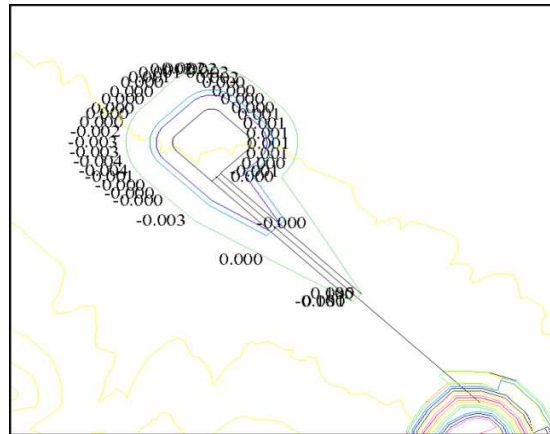
18. Виберіть Завантажити ЦТМ поверхні та завантажте файл top1.dtm.



19. Виберіть Розширити стрінг > До поверхні ЦМ.
20. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть Застосувати

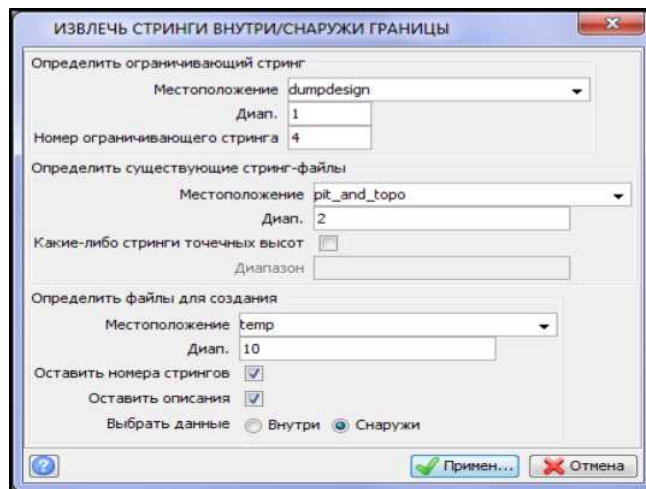


Покажіть відстані від нижнього контуру відвалу до ЦТМ поверхні для того, щоб було видно, що основа відвалу була підігнана до поверхні ЦТМ і дорівнює 0.



Збережіть дизайн у файлі під назвою **dumpdesign1.str**. Створимо ЦТМ із файлу **dumpdesign1.str**, використовуючи лінії перегину. Під час створення ЦТМ видаліть зайві трикутники та збережіть файл **dumpdesign1.dtm**.

21. Очистіть екран, відкрийте файл pit_and_topo2.str .
 22. Виберіть Файлові функції > Застосувати стрінг, що обмежує.
 23. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**
- Відкрийте файл dumpdesign1.str у поточному рівні, використовуючи опцію Замістити (утримуйте клавішу SHIFT та перенесіть файл у робоче вікно).



Далі відкрийте файл temp10.str, помістивши його на той самий поточний рівень (використовуйте таку ж операцію, як і заміщенні файла, але з CTRL).

Після цього створіть ЦТМ із рівня.

24. Збережіть ЦТМ у файлі pit_dump_and_topo2.dtm

Контрольні запитання.

1. Які процеси пришвидшує функція проектування серії уступів при моделюванні параметрів кар'єру?
2. Чому ми маємо проектувати борти кар'єру до топографічної поверхні?
3. Для чого створено інструмент автоматичного перетину бортів кар'єру з топографічною поверхнею?
4. Які особливості використання функції проектування зовнішніх відвалів?

Практична робота №5.

Обробка цифрових моделей спроектованих блоків (кар'єрів) з визначенням якісного та кількісного вмісту цінних компонентів, вмісних та розкривних порід

Мета роботи. Набуття навичок з обробка цифрових моделей спроектованих блоків (кар'єрів) з визначенням якісного та кількісного вмісту цінних компонентів для подальшої оцінки проектних рішень.

Постановка задачі. Ознайомитися з функціями обмежувачів блокової моделі родовища. Опрацювати існуючу блокову модель з використанням інструменту обчислення змісту та тоннажу матеріалів усередині кар'єру. Проаналізувати отримані результати файлу з детальною інформацією щодо обсягу, тоннажу та змісту всередині кар'єру за уступами та інтервалами змістів.

У цьому розділі ви ознайомитеся з **підрахунком тоннажу та змістом матеріалу** з угрупованням за уступами виїмки та інтервалами вмісту із застосуванням функції отримання довідок по блочній моделі.

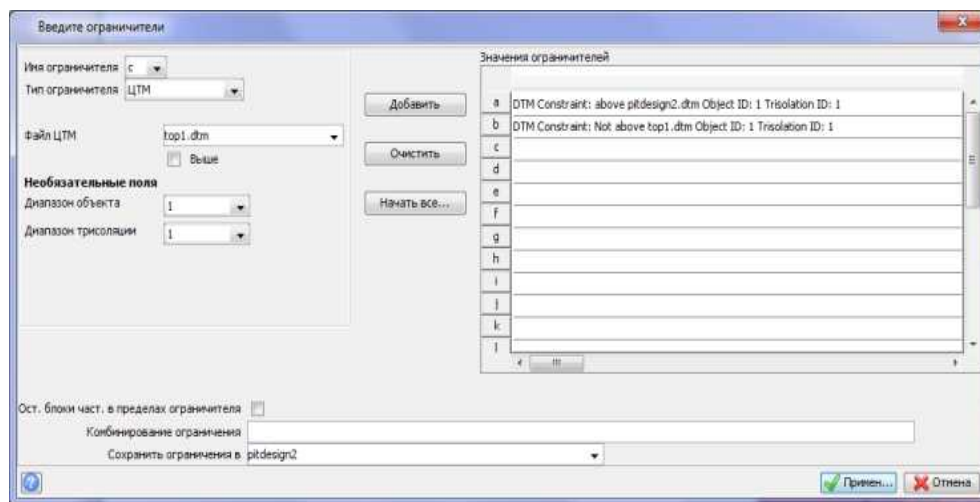
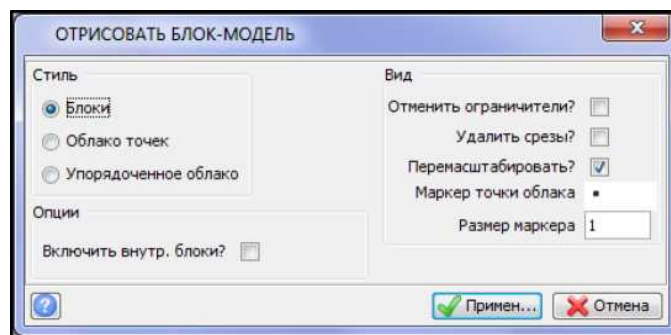
Обчислення вмісту цінних мінералів здійснюється після завершення процесу проектування кар'єру, що дозволяє встановити тоннаж та склад гірничої маси.

Спроектуювавши кар'єр, ми хочемо отримати довідку щодо тоннажу та вмісту. Таку довідку отримати нескладно, використовуючи функції модуля блочне моделювання. Вони надають вам широкі можливості для отримання довідок.

Створити обмежувач блочної моделі матеріалів усередині кар'єру.

Для того, щоб обчислити зміст і тоннаж з блокової моделі, ви можете створити обмежувач для матеріалу всередині кар'єру.

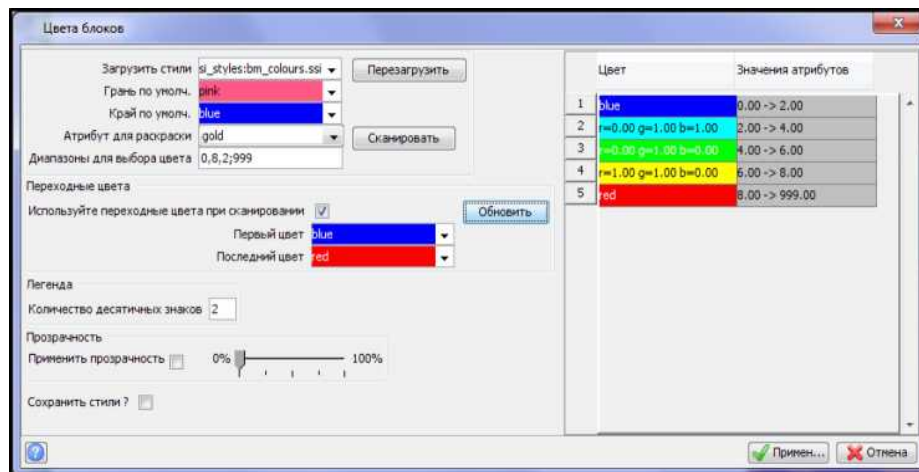
1. Очистіть графічний простір.
2. Відкрийте блок моделі pitdesign.mdl.
3. Виберіть Блок модель > Блок модель > Показати.
4. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**
5. Виберіть Блок модель > Обмежувачі > Новий графічний обмежувач.
6. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



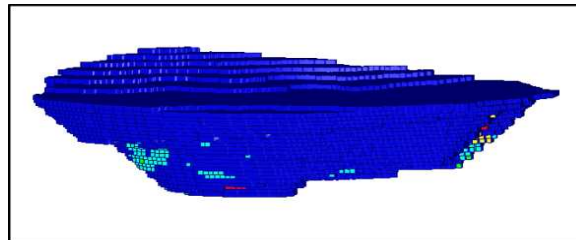
Увага: файл обмежувач pitdesign2.con створений у робочій директорії, який є всі блоки всередині обмежувача.

7. Скористайтеся функцією Блок модель > Показати > Розфарбувати модель за атрибутами.

8. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.



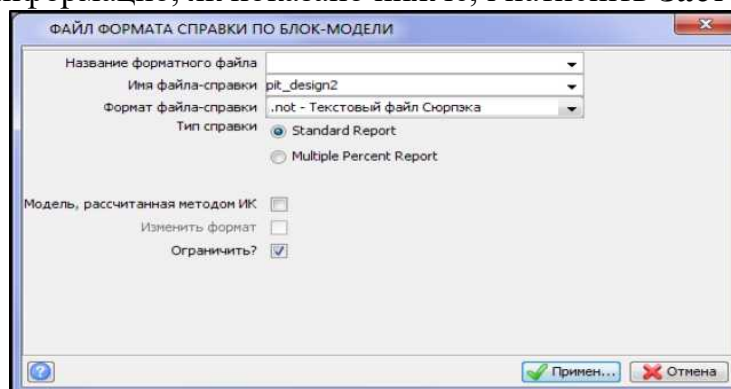
Повертайте модель, щоб розглянути блоки, розфарбовані за вмістом золота. Більшість блоків є порожньою породою і будуть розфарбовані в темно синій колір.



Обчислити зміст та тоннаж матеріалів усередині кар'єру

У даній вправі ми отримаємо довідку по тоннажу та змісту серії уступів та інтервалів змісту.

1. Відкрийте блок моделі pitdesign.mdl.
2. Виберіть Блок модель > Блок модель > Довідка.
3. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.

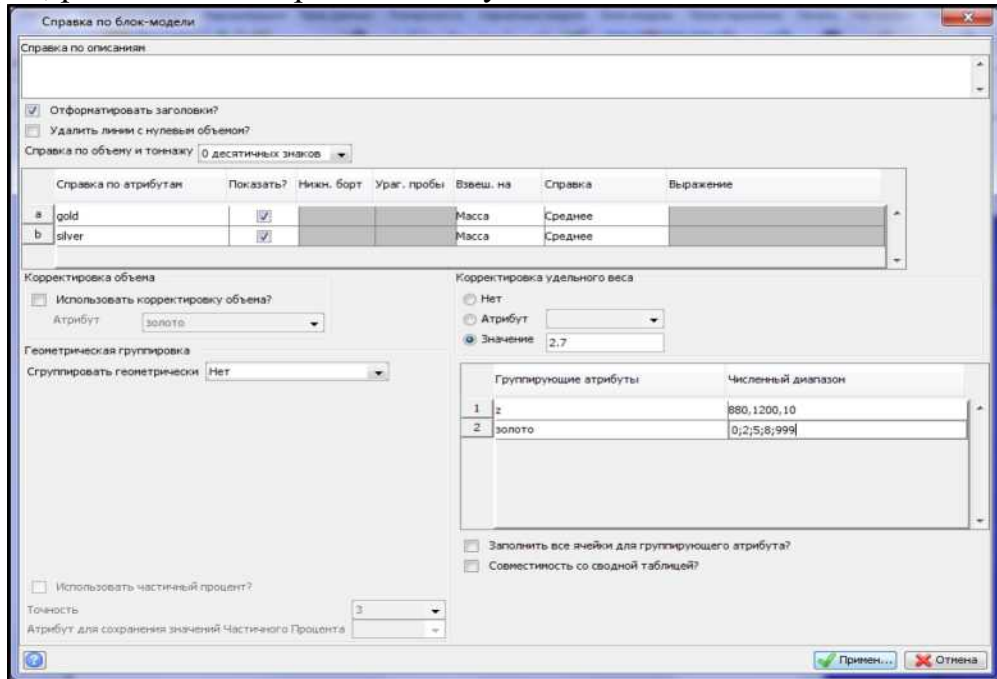


В даному випадку є важливим те, що ми застосовуємо обмежувачі, це дозволить нам отримати довідку тільки для блоків усередині кар'єру.

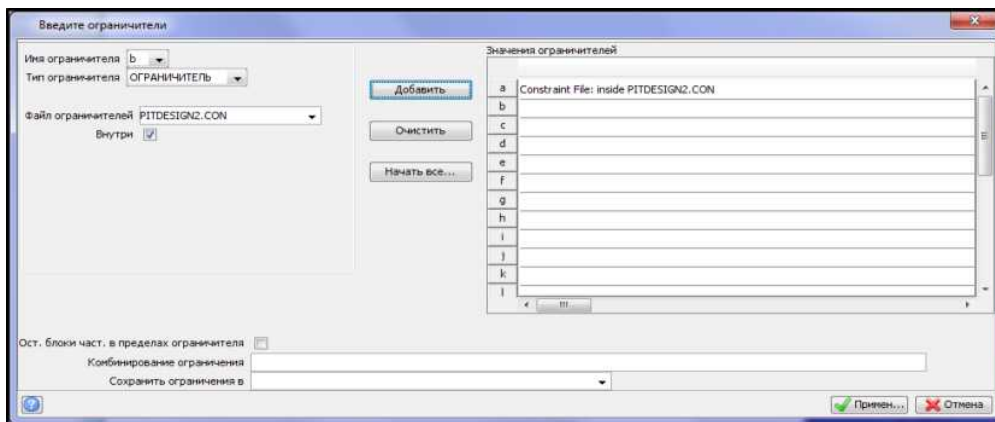
4. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**.

У цій блочній моделі відсутній атрибут частки, тому вводимо для прикладу постійне значення частки для всіх блоків. Ми вирішили отримати

довідку, розбивши її за двома критеріями. Перше, розбити по уступах виїмки. Другий крок, розбити по інтервалах вмісту золота.



5. Введіть інформацію, як показано нижче, і натисніть **Застосувати**. Як обмежувач приймаємо раніше створений обмежувач pitdesign2.con для блоків усередині дизайну кар'єру.



6. З'явиться довідковий файл pit_design2.not. У цьому файлі ви побачите детальну інформацію щодо обсягу, тоннажу та змісту всередині кар'єру за уступами та інтервалами змістів. Проміжні результати будуть показані для кожного уступу.

Gemcom Software International
Oct 17, 2012

Справка по блок-модели

Constraints used
a. INSIDE CONSTRAINT PITDESIGN2
Сохранять блоки частично в пределах ограничителя : False

Z	Gold	Объём	Тонны	Gold	Silver
880.0 -> 890.0	0.0 -> 2.0	42563	114919	0.000	0.000
	2.0 -> 5.0	8563	23119	3.646	27.284
	5.0 -> 8.0	1750	4725	6.140	32.473
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	1000	2700	11.689	25.333
890.0 -> 900.0	0.0 -> 2.0	53875	145463	0.996	5.861
	2.0 -> 5.0	73188	197606	0.013	0.038
	5.0 -> 8.0	8000	21600	3.973	20.229
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	10750	29025	6.305	27.429
900.0 -> 910.0	0.0 -> 2.0	2125	5738	10.757	24.262
	2.0 -> 5.0	94063	253969	1.311	5.433
	5.0 -> 8.0	117188	316406	0.000	0.000
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	19313	52144	3.162	30.884
910.0 -> 920.0	0.0 -> 2.0	43500	117450	3.291	26.359
	2.0 -> 5.0	7625	20588	6.112	26.888
	5.0 -> 8.0	14000	37800	9.434	27.644
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	158125	426938	1.516	7.516
920.0 -> 930.0	0.0 -> 2.0	184438	497981	0.026	0.314
	2.0 -> 5.0	43500	117450	3.291	26.359
	5.0 -> 8.0	7125	19238	6.203	33.682
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	7250	19575	12.650	23.948
930.0 -> 940.0	0.0 -> 2.0	242313	654244	1.171	6.678
	2.0 -> 5.0	280938	758531	0.044	0.511
	5.0 -> 8.0	51000	137700	3.270	26.446
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	2250	6075	5.625	19.840
940.0 -> 950.0	0.0 -> 2.0	334188	902306	0.574	4.599
	2.0 -> 5.0	373688	1008956	0.007	0.078
	5.0 -> 8.0	51313	138544	3.068	30.813
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	3625	9788	5.146	15.625
950.0 -> 960.0	0.0 -> 2.0	428625	1157288	0.416	3.888
	2.0 -> 5.0	476125	1285538	0.007	0.059
	5.0 -> 8.0	49125	132638	3.109	32.745
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	4438	11981	6.295	40.097
960.0 -> 970.0	0.0 -> 2.0	529688	1430156	0.347	3.426
	2.0 -> 5.0	591688	1597556	0.017	0.163
	5.0 -> 8.0	38875	104963	2.994	29.265
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	16125	43538	6.862	35.101
970.0 -> 980.0	0.0 -> 2.0	3000	8100	8.150	22.924
	2.0 -> 5.0	649688	1754156	0.403	2.876
	5.0 -> 8.0	706438	1907381	0.016	0.257
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	37875	102263	2.737	27.376
980.0 -> 990.0	0.0 -> 2.0	10500	28350	6.500	34.326
	2.0 -> 5.0	10625	28688	9.657	21.475
	5.0 -> 8.0	765438	2066681	0.373	2.360
Промежут. сумма	8.0 -> 999.0	829313	2239144	0.015	0.220
990.0 -> 1000.0	0.0 -> 2.0	44375	119813	2.675	25.702
	2.0 -> 5.0				

Щоб отримати довідку по руді та порожній породі для кожного уступу, введіть для інтервалу вмісту -100;...;999, де ... - бортовий вміст. Блоки поза мінералізованої зони не мають вмісту як такого, але матимуть фоновий вміст, встановлений при заданні параметрів атрибутів і рівний для золота та срібла - 99. Отже, першим чином для інтервалу змісту має бути -100 або менше - тоді по блоках, що не мають змісту, буде отримана довідка

Контрольні запитання.

1. Як впливають функції обмежувачів при аналізі складу блокової моделі родовища?
2. За якими показниками можливо обчислити зміст та тоннаж гірничої маси усередині кар'єру?
3. В чому ефективність визначення вмісту корисних компонентів родовищ за уступами розробки?

Практична робота №6.

Розрахунок об'ємів, вмісту і складу гірничої маси в межах кар'єру, обмеженого горизонтальними і вертикальними поверхнями

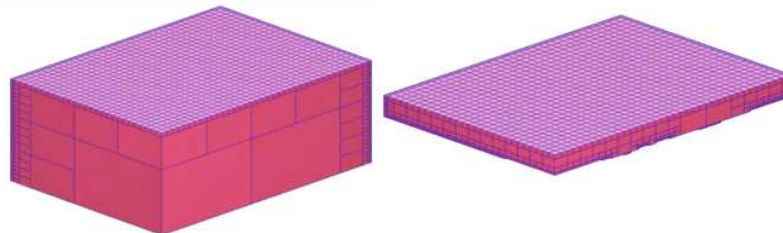
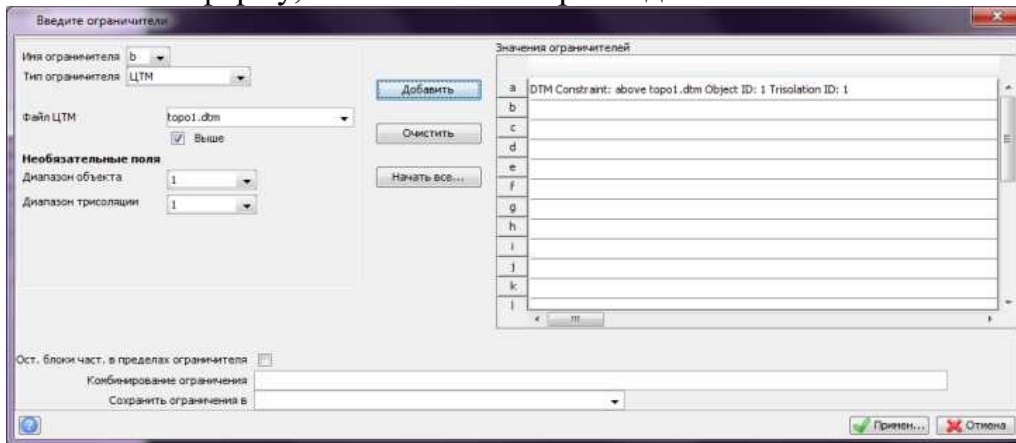
Мета роботи. Набуття навичок розрахунку об'ємів, вмісту і складу гірничої маси в межах горизонтів кар'єру, обмеженого горизонтальними і вертикальними поверхнями.

Постановка задачі. Ознайомитися з функціями обмежувачів. Застосувати на практиці інструмент визначення вмісту корисних компонентів на заданому горизонті кар'єру. Вивчити функції візуалізації за допомогою обмежувачів.

Обмежувачі БМ – це логічні комбінації просторових операцій та об'єктів, які використовуються для вибору блоків, з яких може бути вилучена інформація або які можуть бути проведені інтерполяції (або просто присвоєні певні значення). Функції роботи з обмежувачами знаходяться в меню **Блок-моделі > Обмежувачі**.

1. Створення нового обмежувача, наприклад по топографічній поверхні: використовуємо файл **traning.mdl** з папки **blok modeling**.

Блок-модель > Обмежувачі > Новий графічний обмежувач
Заповнюємо форму, як показано на прикладі.

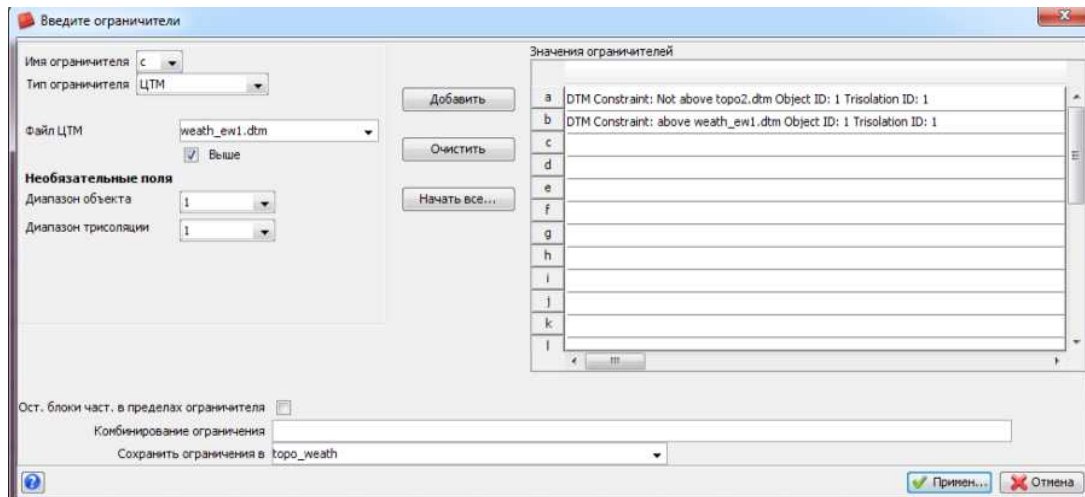
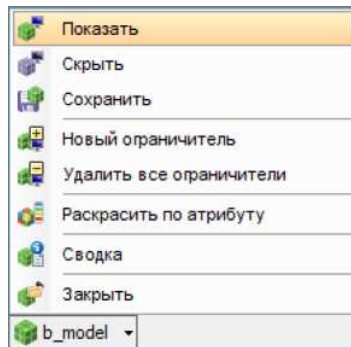


Обмежувачі можна зберігати в окремі файли, а потім надалі їх багаторазово використовувати, вибираючи в полі «**Тип обмежувача**» - «**ОБМЕЖУВАЧ**». Для чого необхідно у формі створення обмежувача в полі «Зберегти обмеження» вписати назву створюваного файлу.

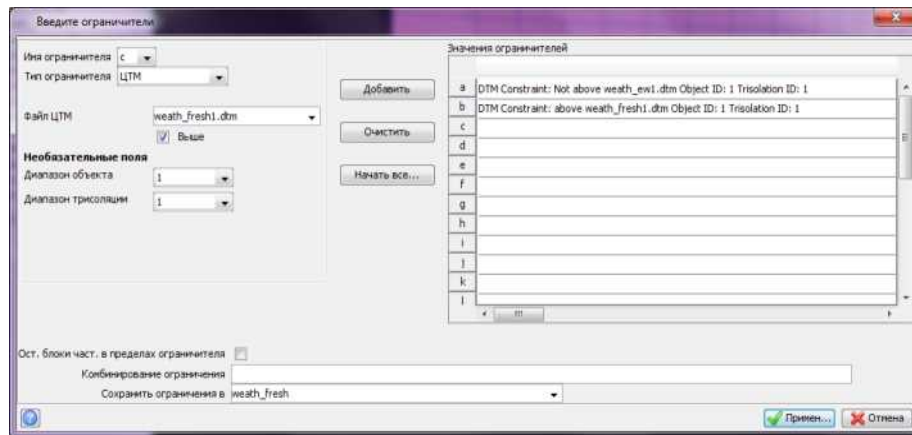
2. Створимо такі файли обмежувачів:

- Між топоповерхнею **topol.dtm** і підшовою кори вивітрювання **weath-ewl.dtm** - називаємо **topo_weath**.

Між підшовою кори вивітрювання **weath-ewl.dtm** та підшовою слабо вивітрюваних порід:

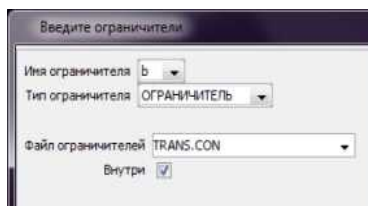


weath-fresh.dtm - називаємо **weath-fresh** .

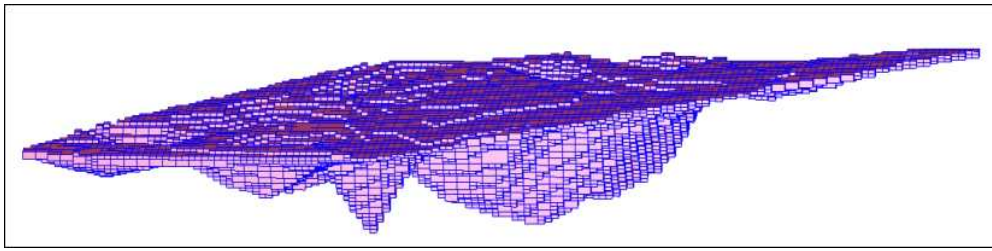


• Нижче підшви слабок вивітряних порід **weath-fresh.dtm** - називаємо **fresh**.

Візуалізація за допомогою обмежувачів:



При підвантаженому обмежувачі вигляд блокової моделі також змінюється



Контрольні запитання.

1. З якою метою використовуються функції обмежувачів?
2. Як на практиці визначити вміст корисних компонентів на заданому горизонті кар'єру?
3. Що дозволяють зробити функції візуалізації в обмежувачах?

Практична робота №7.

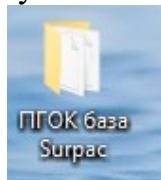
Інструменти редагування блокової моделі родовища корисних копалин в програмі Geovia Surpac

Мета роботи. Ознайомлення з інструменти редагування блокової моделі родовища корисних копалин в програмі Geovia Surpac.

Постановка задачі. Вивчити доступні в наявності моделі родовищ корисних копалин України. Виконати аналіз відносно їх параметрів, вмісту корисних компонентів, перспектив подальшої розробки.

Цифрова модель гірничодобувного підприємства складається з геологічної бази, побудованого кар'єрного поля з відповідними лініями (стрингами), що відображають борт кар'єра, каркасної та блокової моделі родовища.

Для відображення кар'єрного поля розміщуємо базу даних родовища в папці «ПГОК база Surpac» на робочому столі комп'ютерного класу кафедри.

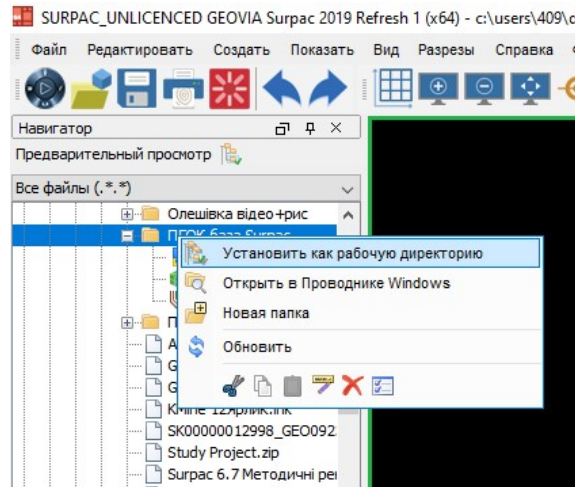


Відкриваємо папку і переглядаємо файли з матеріалами для відображення стану кар'єру Полтавського ГЗК

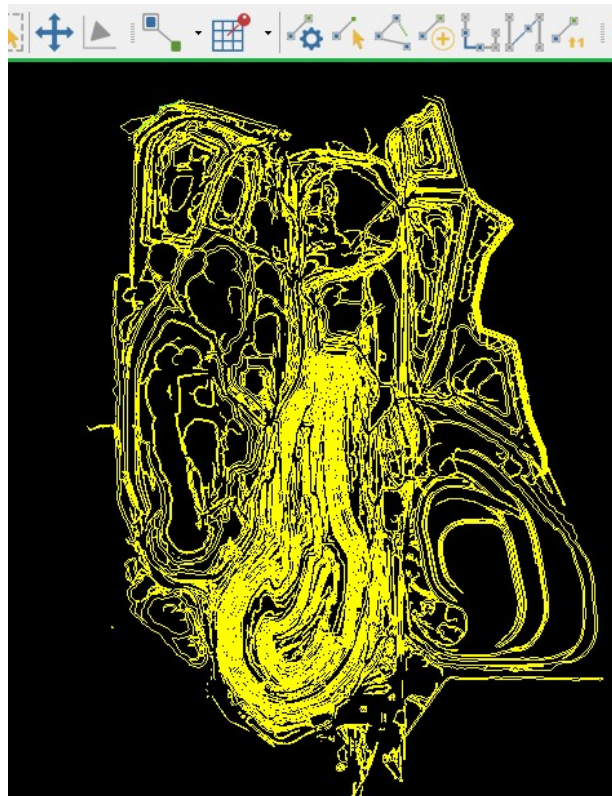
ПГОК база Surpac				
Пошук: ПГОК база Sur...				
Ім'я	Дата зміння	Тип	Розмір	
gplyrmb_lithology_220419.dat	22.05.2024 16:28	Файл DAT	1 КБ	
gplyrmb_lithology_220419.mdl	22.04.2019 11:36	Файл MDL	1 989 667 КБ	
факт_10042019.str	10.04.2019 13:33	Файл STR	33 857 КБ	

В середині розміщені файли з розширенням .dat, .mdl,.str відповідно база даних літологічної структури родовища, блокової моделі залізорудного родовища Полтавського гірничо-збагачувального комбінату та лінії стрингів, що показують сучасне положення кар'єрного поля.

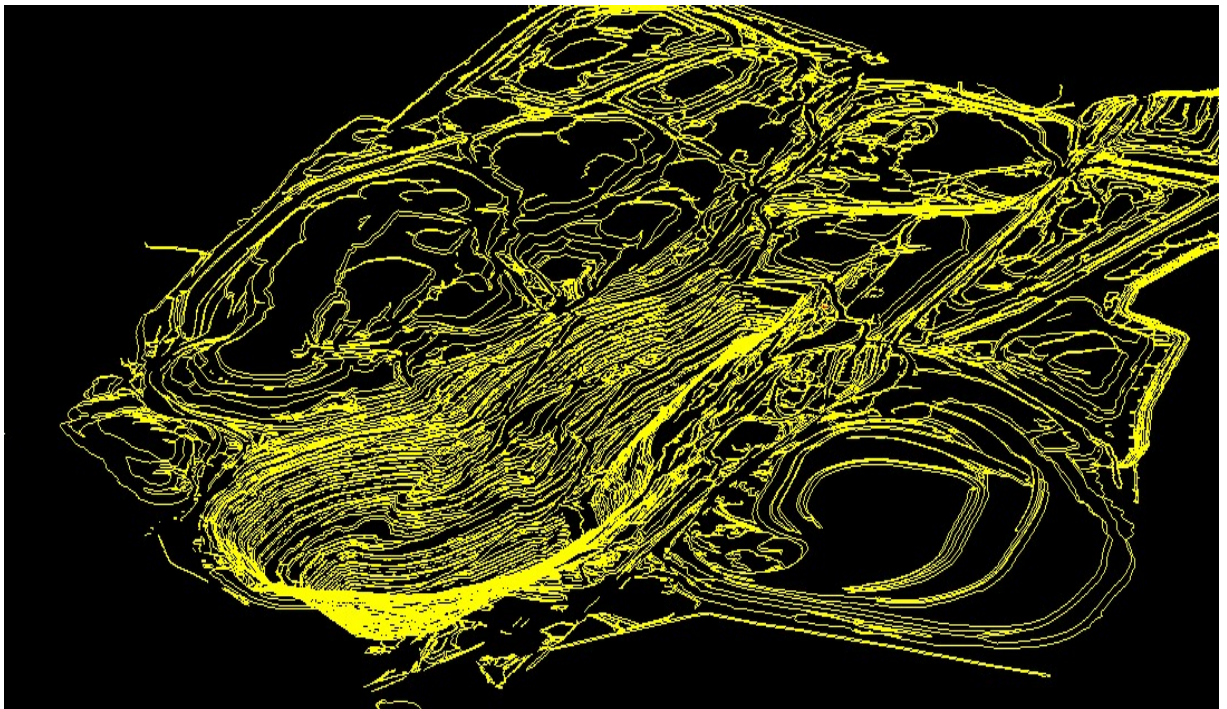
В «Навігаторі» відкриваємо папку «ПГОК база Surpac» і натиснувши праву клавішу миші (ПКМ) робимо папку робочою директорією.



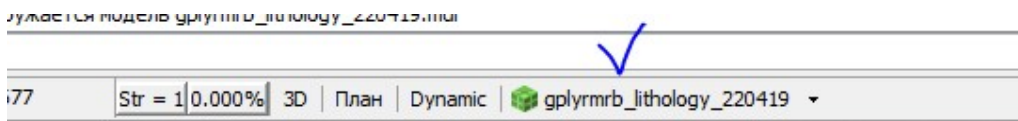
Затиснувши лівою клавішею миші (ЛКМ) і утримуючі її на файлі «факт_10042019.str» переносим файл в робочу зону відображення матеріалів у робочому вікні. З'явиться зображення топоповерхні кар'єру ПГЗКа та прилягаючих територій



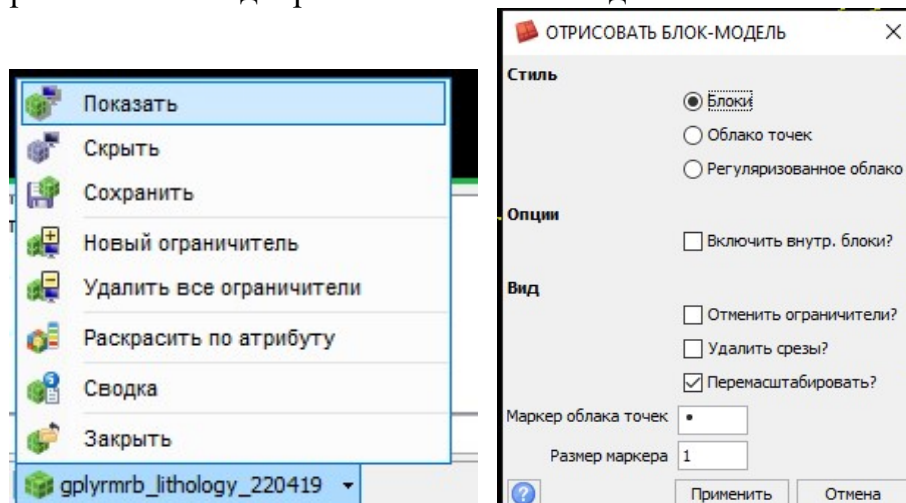
Затиснувши ПКМ можна наблизити зображення і переглянути вироби поблизу. Для відображення 3D візуалізації треба затиснути ЛКМ і утримуючі її пересунути маніпулятор (мишку) в будь-якому напрямленні. Відображення кар'єрного поля та поверхні відвалів



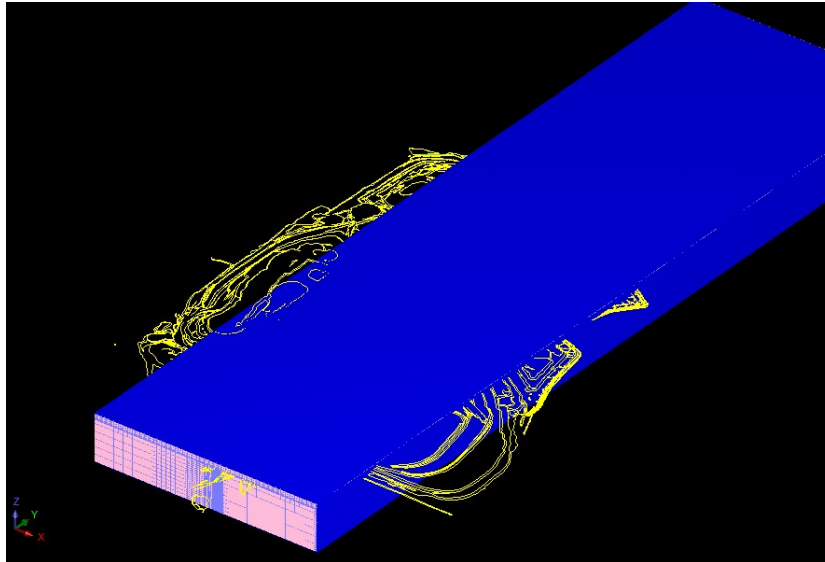
Вносимо блокову модель в робочу зону відображення. Переносимо файл «gpplrmrb_lithology_220419.mdl» аналогічно з попередніми діями. В нижній частині з'явиться напис з відповідно до назви файлу



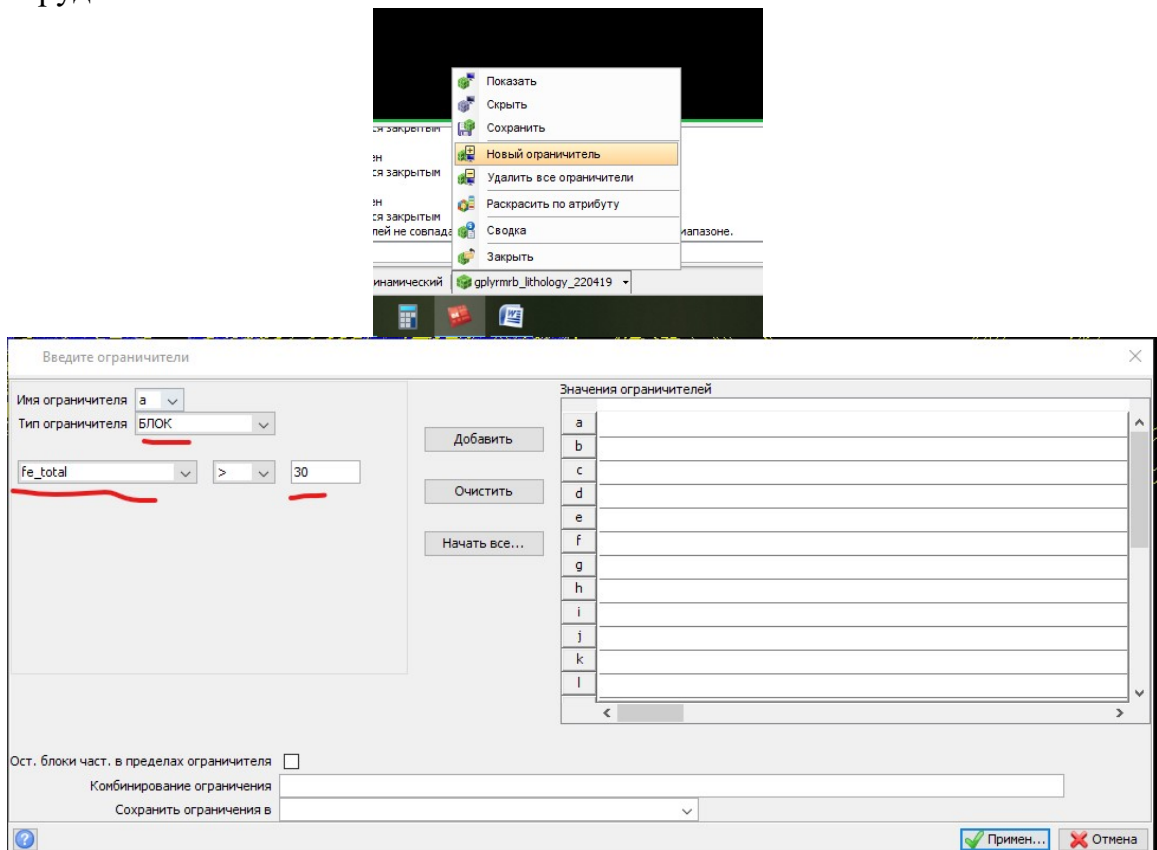
Натискаємо на трикутник справа. З'явиться вікно де треба обрати «Показати». Відповідно обираємо Стиль «Блоки», Вид «Перемасштабувати». Розмір маркера – 1. Меню відображення блокової моделі



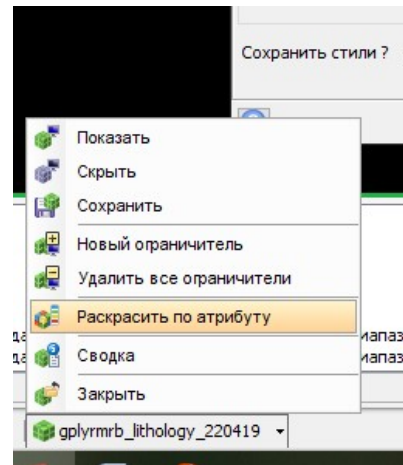
У вікні «Отрисовать блок-модель» що з'явиться натискаємо «Застосувати». На екрані з'явиться блокова модель родовища що має форму прямокутників. Відображення блокової моделі без обмежень



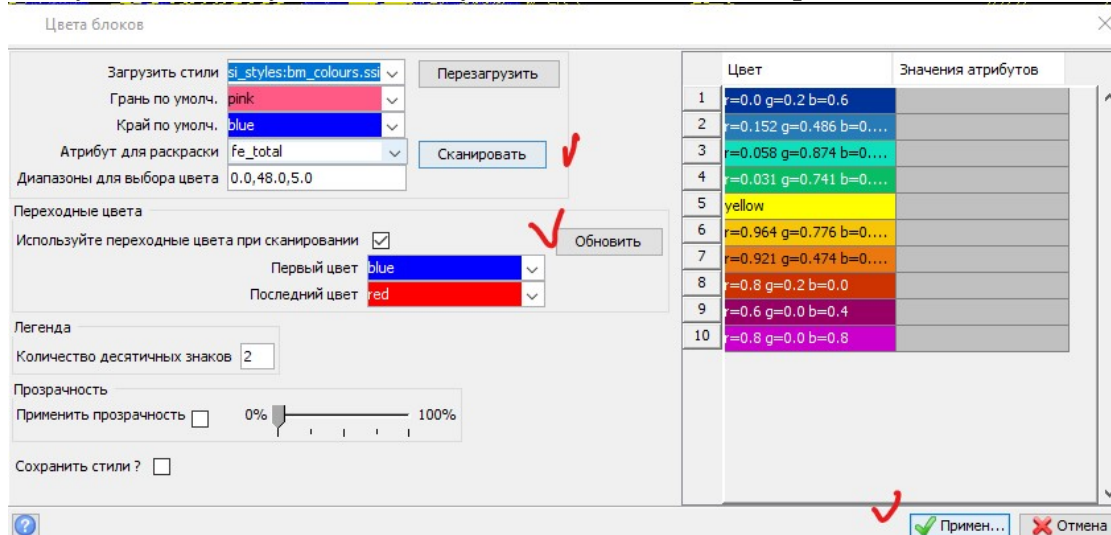
Для відображення рудного тіла у вигляді блокової моделі застосовуємо функцію «Новий обмежувач». «Тип обмежувача» виставляємо БЛОК натиснувши на віконце. Обираємо обмежувальний параметр «fe_total», знак виставляємо «>», у якості обмежувального числа застосовуємо вміст «30» у відсотках. Тиснемо на «Застосувати». Обмеження блокової моделі вмістом заліза в руді



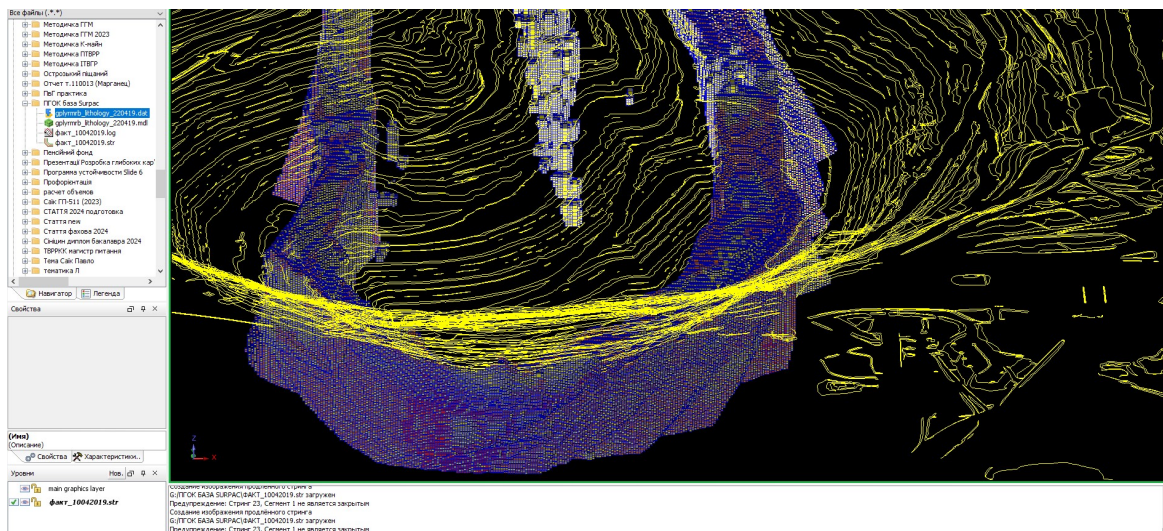
Для перегляду вмісту заліза з різними показниками застосовуємо «Розфарбувати за атрибутом»



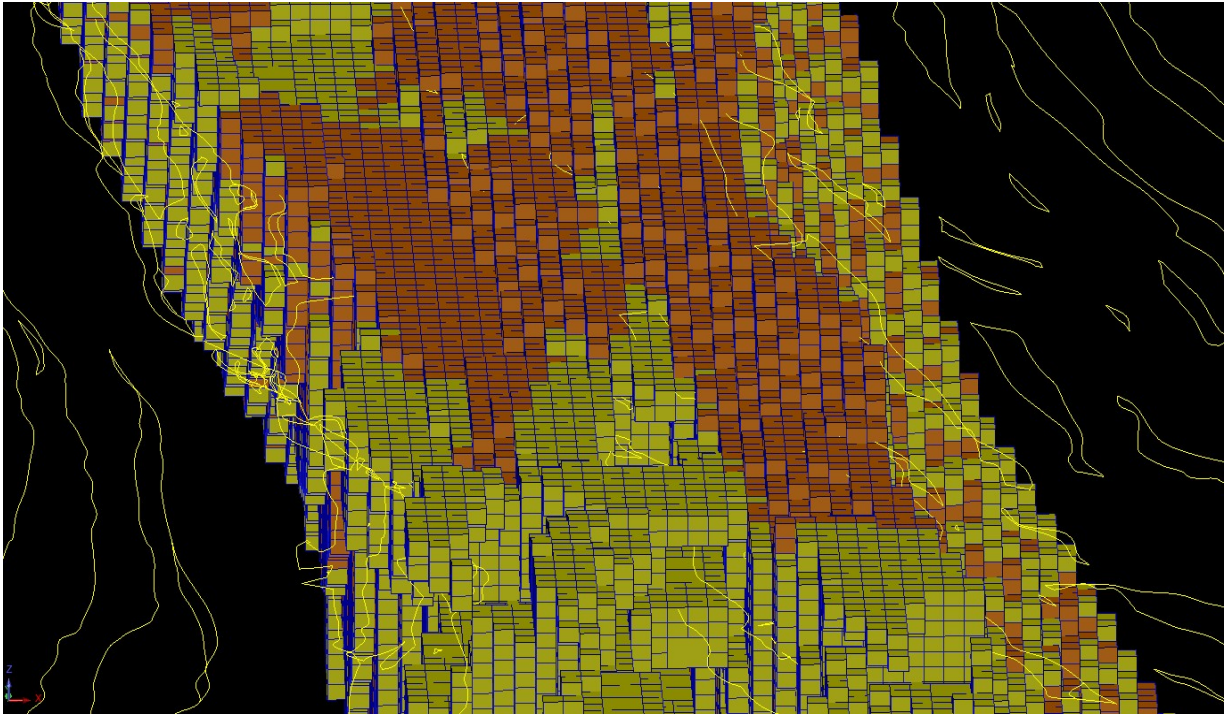
У вікні що відкриється тиснемо «Сканувати», «Оновити» та «Застосувати». Сканування вмісту заліза загального на родовище



В результаті обмеження та розфарбування за атрибутами отримуємо блокову модель Горішньо-Плавнинського та Лавриковського родовища залізної руди. Відображення родовища у вигляді блокової моделі

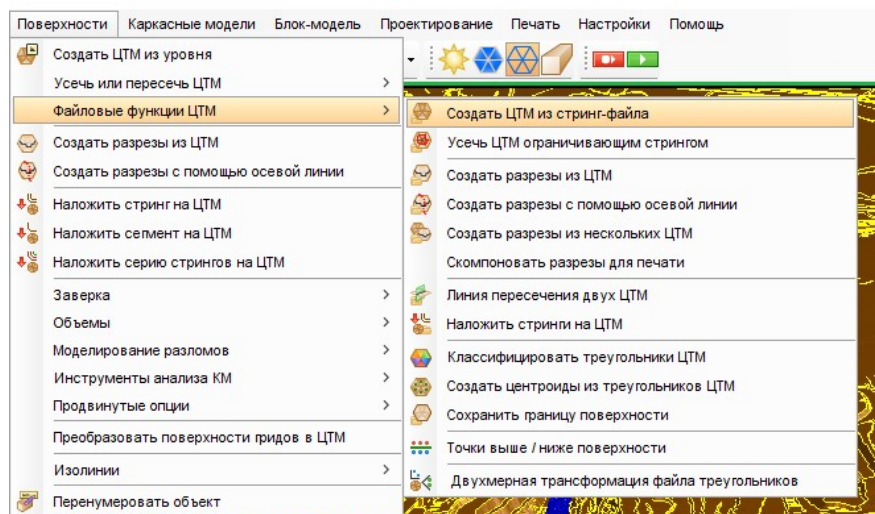


При наближенні за допомогою скролера миші можна побачити окремі блоки які, мають різні кольори відповідно до вмісту заліза в них. Блокова модель родовища в наближенні

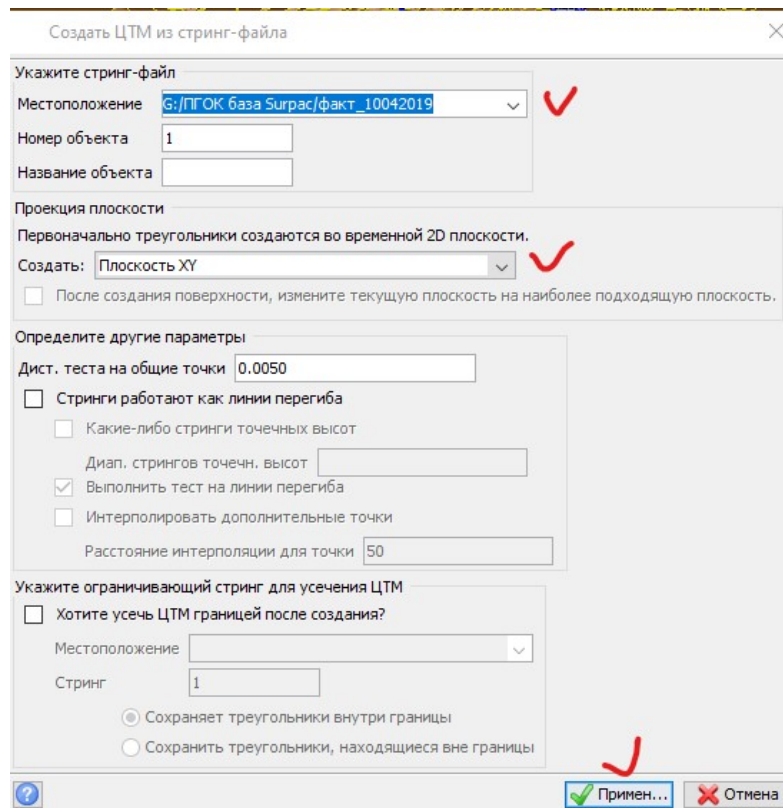


Для відображення цифрової моделі поверхні кар'єра та поверхні поблизу скористаємось функцією в меню «Поверхні».

Відкриваємо «Поверхні» переходимо до «Файлові функції ЦТМ» -> «Створити ЦТМ з стринг-фала»



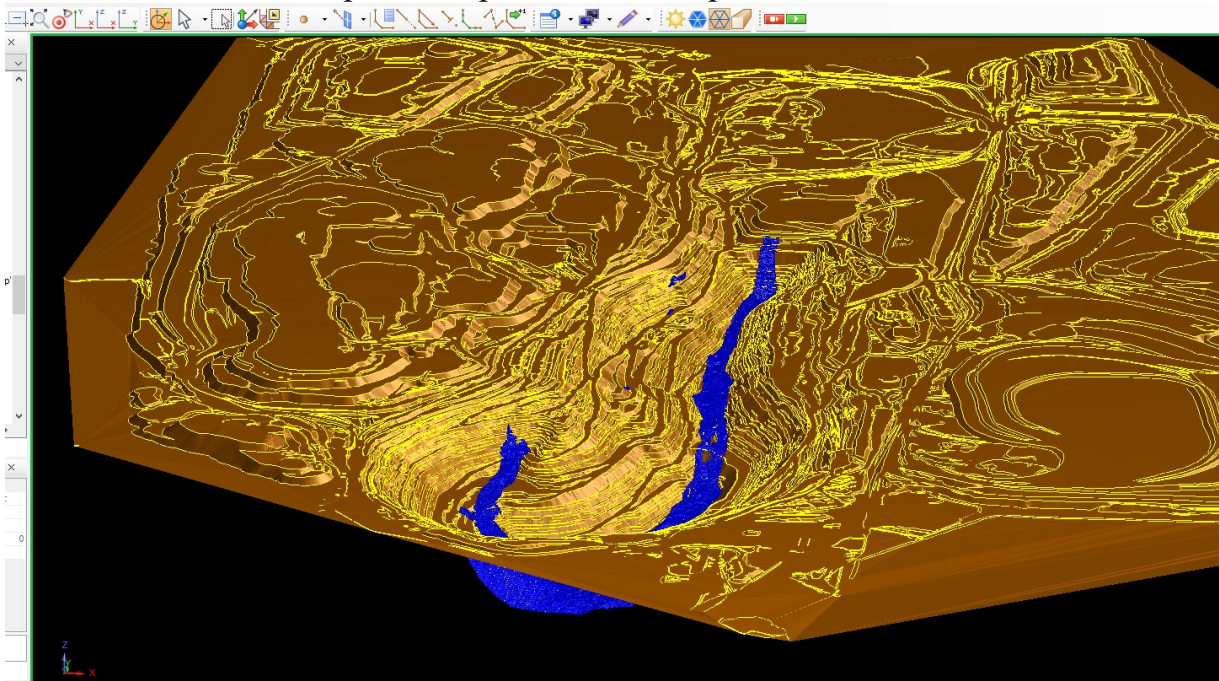
У вікні, що відкриється вказуємо місцезнаходження папки з файлом стрингів і заповнюємо форму. Форма «Створити ЦТМ з стринг-файлу»



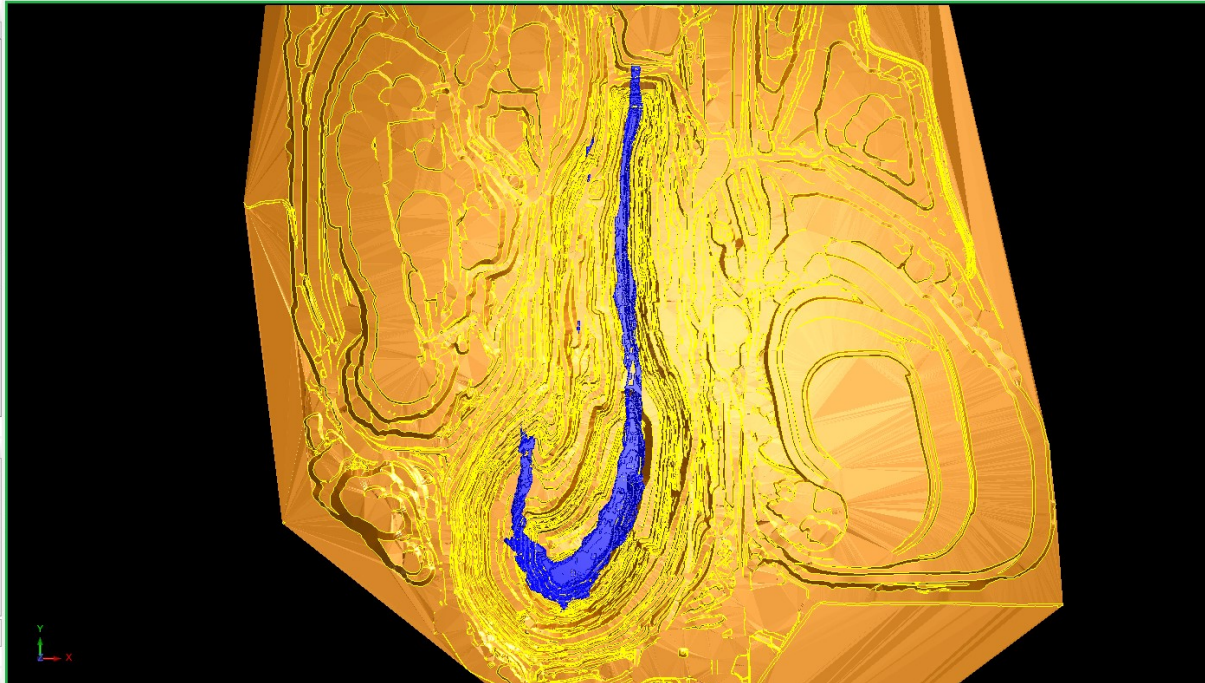
В результаті обробки матеріалів стрингів (ліній) програма видасть цифрову топологічну модель яка складається з трикутників (рис. 7.16).

Перегляньте модель поверхні за допомогою функції перегляду моделі «В плані» «З півдня», «З півночі», а також затиснувши ЛКМ і переміщуючи комп'ютерну мишку повертаємо отриману цифрову модель для перегляду у 3D вимірі:

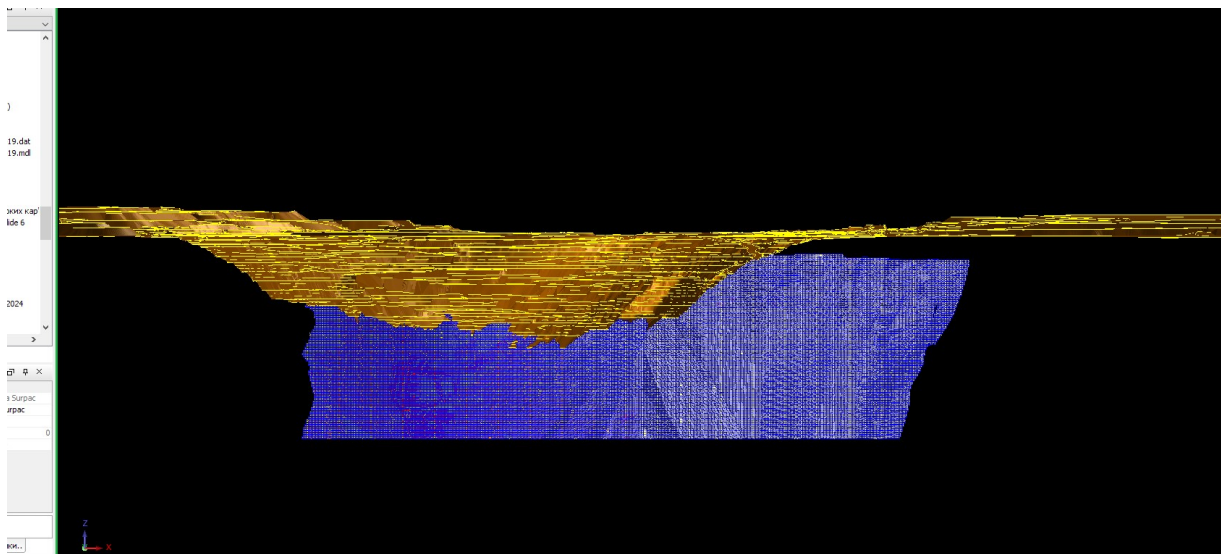
Зображення родовища та каркасної моделі в 3D



Зображення родовища та каркасної моделі в плані (зверху)



Зображення родовища та каркасної моделі з «Півдня»



Завдання для самостійної роботи.

Вивчити та зробити опис щодо розкриття родовища існуючими гірничими виробками.

Вивчити блокову модель та зробити висновки щодо найбільш розповсюдженій корисній копалині на родовищі

Переглянути мапу кар'єру та території що прилягає за допомогою інтернет ресурсу перейшовши за посиланням [Google Планета Земля](#)

Рекомендована література

1. Li, W., Grossman, T., & Fitzmaurice, G. (2012, October). GamiCAD: a gamified tutorial system for first time autocad users. In Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology (pp. 103-112).
2. Ванін В.В. Комп'ютерна інженерна графіка у середовищі AutoCAD / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.О. Надкернічна. - К.: Каравела, 2005. - 334 с.
3. Стеблянюк В.Г. Комп'ютерна графіка AutoCAD: Навчальний посібник / В.Г. Стеблянюк, І.В. Жданів; Донецька нац. ун-т економіки та торгівлі. - Донецьк, 2008. - 266 с.
4. Lockhart, S. (2013). Tutorial Guide to AutoCAD 2014. SDC Publications.
5. Omura, G., & Benton, B. C. (2017). Mastering AutoCAD 2018 and AutoCAD LT 2018. John Wiley & Sons.
6. Jumabayeva, G., Allanazarov, B., & Joldasbayeva, A. (2023). STAGES OF OPEN PIT MINING. MINING METHODS AND THEIR PROCESSES. Science and innovation, 2(A1), 236-240.
7. Bugosh, N. (2004, April). Computerizing the fluvial geomorphic approach to land reclamation. In 2004 National Meeting of the American Society of Mining and Reclamation and The 25th West Virginia Surface Mine Drainage Task Force (pp. 240-258). Lexington, KY: ASMR.
8. Методичне забезпечення з дисципліни «Графічне проектування відкритих гірничих робіт» для бакалаврів спеціальності 184 Гірництво / Ложніков О.В.; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», кафедра відкритих гірничих робіт. – Д.: НТУ «ДП», 2023. – 32 с.
9. Pit Design - Block Modelling. Surpac tutorial. 2020. – 20 p.