



**МИННО-ГЕОЛОЖКИ
УНИВЕРСИТЕТ
„СВ. ИВАН РИЛСКИ“**

**МИННОТЕХНОЛОГИЧЕН ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА „МАРКШАЙДЕРСТВО И ГЕОДЕЗИЯ“**

маг. инж. Недко Тодоров Тодоров

**ПРИЛОЖЕНИЕ НА НЕСПЕЦИАЛИЗИРАН СОФТУЕР В
МАРКШАЙДЕРСКОТО ОСИГУРЯВАНЕ ПРИ ПОДЗЕМНО РАЗРАБОТВАНЕ
НА НАХОДИЩА**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за придобиване на
образователна и научна степен „Доктор“

Научна област: 5. Технически науки
Професионално направление: 5.7 Архитектура, строителство и геодезия
Докторска програма: Маркшайдерство

Научен ръководител:
проф. д-р инж. Станислав Топалов

София, 2025 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита, съгласно заповед № РД-13-63/23.10.2025г. с протокол № 3/2025-2026 от разширен катедрен съвет на катедра „Маркшайдерство и геодезия“ към Миннотехнологичен факултет на МГУ „Св. Иван Рилски“, София. Публичната защита на дисертационния труд ще се състои пред Научно жури, утвърдено със заповед № Р-.....от г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“ и ще се проведе на г. от часа в зала..... на Миннотехнологичен факултет, МГУ „Св. Иван Рилски“, София съгласно ректорска заповед №...../.....от 2025 г.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Сектор „Следдипломна квалификация“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, Ректорат, ет. 3, стая № 79, тел. 02/ 80 60 209.

Утвърденото Научно жури е в състав:

1. доц. д-р Мариана Трифонова Драганова – МГУ „Св. Ив. Рилски“
2. доц. д-р инж. Милена Дончева Бегновска – МГУ „Св. Ив. Рилски“
3. проф. дн инж. Мила Стоянова Атанасова – Златарева – НИГГГ – БАН
4. проф. д-р инж. Юрий Иванов Дачев – НВУ „Васил Левски“
5. проф. д.ик.н. инж. Андрей Иванов Андреев – НВУ „Васил Левски“

Резервни членове:

1. доц. д-р инж. Веселина Димова Господинова - МГУ „Св. Ив. Рилски“
2. проф. д-р инж. Йордан Кортенски – експерт

РЕЦЕНЗЕНТИ:

1.
2.

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от **(145)** страници, като включва увод, **(4)** глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо **(70)** литературни източници, като **(30)** са на латиница и **(26)** на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо **(157)** фигури и **(23)** таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

Дисертантът е редовен докторант към катедра „Маркшайдерство и геодезия“ към Миннотехнологичен факултет

Автор: маг. инж. Недко Тодоров

Заглавие: Приложение на неспециализиран софтуер в маркшайдерското осигуряване при подземно разработване на находища

Тираж: 20 броя

Отпечатано в Издателски център на Русенски университет „Ангел Кънчев“, гр. Русе

УВОД

Маркшайдерското осигуряване на минното производство е от основно значение за обезпечаването на всеки един етап от минната дейност. Рудникът, разгледан като динамична система от взаимно свързани елементи [11], изисква осигуряване на обективни изходни данни за решаването на широк кръг минно-технологични задачи [3]. Правилното и ефективно управление на такъв тип система изисква рационално управление – събиране, обработване, съхраняване и интерпретация на различна по вид и характер информация, придобита през различни периоди от развитието и експлоатацията на рудника, и нерядко – с различни средства.

Основа за планирането и управлението дейността на минното предприятие е геолого-маркшайдерската информация. Голяма част от входящия поток на данни е осигурен от „класически“ маркшайдерски методи и средства за събиране на геопространствени данни. Все още немалка част се извлича и от съществуващи аналогови минни графични документи. Съвременните технологии осигуряват надеждни програмни продукти и способности за обработка, организиране и дългосрочно съхранение във времето на цялата съвкупност от разнородна по вид и характер информация. Това е сложен процес, който изисква компетентност при организирането на система за надеждното ѝ управление (моделиране). Такава система е Базата данни, разглеждана като съвкупност от взаимно свързани данни, представена в достъпен вид, намираща приложение за различни цели от широк кръг потребители.

При управлението на рудника, именно маркшайдерската информация обезпечавя правилното и безопасно извършване на минните работи, както и справедливо отчитане и заплащане на труда. Затова, тя трябва да отговаря на условията за пълнота, актуалност, точност и периодичност [11].

В настоящата разработка се изследва възможността за приложение на неспециализиран софтуер за нуждите на минното проектиране и производство, осигуряващ качествено и пълноценно решаване на широк кръг задачи, свързани с управлението, интерпретацията на пространствени данни, проектиране и отчитане на редица минно-технически дейности в минно-добивните дружества.

Актуалност на проблема

Преди навлизането на компютърните системи в минната практика, маркшайдерската и геолого-маркшайдерската информация се е визуализирала само върху аналогови (най-често - хартиени) източници, които са неизменна част от регламентираната маркшайдерска документация [11]. Това от своя страна излага тези материали, удостоверяващи минната дейност, на редица външни фактори, нерядко компрометиращи тяхното състояние, цялостност и най-вече - метричност. Затова е необходимо информацията да бъде преобразувана в цифров вид с цел по-надеждно съхранение, лесно допълване и по-пълноценно и ефективно използване за нуждите на маркшайдерското осигуряване на даден действащ рудник.

За изпълнението на тези задачи е нужно използване на графичен софтуерен продукт, който бързо, лесно и сигурно да отразява и управлява геолого-маркшайдерската информация. Днес минната индустрия може да избира от множество предлагани на пазара софтуерни продукти, които удовлетворяват нуждите и изискванията на потребителя. Това са т. нар. „специализирани минни софтуери“, чиито характеристики дават възможност за управление на входящия информационен поток, планиране и проектиране на добива и производството на суровини. Пропорционално на възможностите им растат и годишните им лицензионни такси, които е възможно да са непосилни за някои минни предприятия у нас. Съществува възможност те да бъдат намалени значително с избора и прилагането на алтернативен софтуерен продукт, който по своята същност не е предназначен пряко за минната индустрия, но би могъл успешно да подпомогне и обезпечи минното планиране и отчитане. В дисертационната работа се предлага алтернатива – „неспециализиран софтуер“, напр. - софтуерният продукт на компанията “Autodesk” – “AutoCAD Civil 3D”, предоставящ възможност за управление на голям поток от входяща и изходяща информация. Той притежава широк спектър от възможности за работа и интерпретация на пространствени данни. [8]

При разработването на дисертационния труд са поставени следните конкретна цел и решаване на някои важни основни задачи:

Цел на дисертационния труд:

Анализ на възможностите на неспециализиран софтуер в маркшайдерското осигуряване при подземно разработване на находища.

Задачи:

1. Преглед на прилагани в световната минна практика специализирани софтуерни продукти;
2. Структура и съдържание на цифровите модели, използвани в минната практика. Анализ на възможностите на CAD системите и Базите от данни за изпълнение на поставената цел
3. AutoCAD Civil 3D – оценка на софтуерните възможности за създаване на подходяща CAD среда за генериране на качествена и количествено точна информация за нуждите на маркшайдерското осигуряване при подземно разработване на находища;
4. Приложение на AutoCAD Civil 3D за решаване на маркшайдерски задачи за находища, разработвани по подземен начин
 - за условията на жилни рудни находища;
 - за условията на пластови въглищни находища;
 - за находища на нерудни подземни богатства.
5. Визуализация и интерпретация на получените резултати.

I. СПЕЦИАЛИЗИРАН МИНЕН СОФТУЕР ИЗПОЛЗВАН В СВЕТОВНАТА ПРАКТИКА

За да се използва пълноценно геолого-маркшайдерската информация от Базата данни е уместно прилагане на специфична CAD система позволяваща това да се реализира успешно и ефективно. В геологопроучвателния и минния сектор такива системи се определят като „специализиран минен софтуер”. Това са приложни програмни продукти, чиито характеристики предлагат методи за проектиране и генериране на варианти за оптимизирана и правилна експлоатация на рудника. В последно време се открояват редица специализирани софтуери за триизмерно моделиране на минни изработки и геоложки тела, които от своя страна се различават по организация на входна информация, обработката на данните, интерпретация на данните, изходящ модел и т.н.

Кратък обзор на специализирания софтуер в световен мащаб

В последно време в минната индустрия се използват много компютърни програми, които са съобразени със специфичните нужди на минната дейност. Според [8] при съпоставка на различните програмни продукти съществена разлика представлява функционалността на генерираните 3D модели.

„Gemcom”

Това е софтуерен пакет, който е предназначен за геоложка интерпретация и моделиране на недобре изучени метални и неметални находища, както и за проектиране на рудници за подземен и открит добив на полезни изкопаеми.

„RockWare”

Това е компания, разработила софтуер, който успешно се прилага при визуализация на геоложки и инженерни данни, отнасящи се за находища разработвани по открит и подземен начин. RockWare включва следните модули: „RockWorks” и „LogPlot”. ... и др.

Кратък обзор на специализиран минен софтуер използван у нас

„АСМО” – Автоматизирана система за маркшайдерско осигуряване - В началото програмата е представена със собствена графична система, а впоследствие е интегрирана като модул в CAD системите на „Autodesk” (AutoCAD, AutoCAD Civil 3D). Задачата ѝ е да структурира, организира и предава общодостъпна за всички специалисти инженерна информация, характеризираща рудника. Чрез SQL база данни и файлови сървъри, АСМО лесно координира дейностите на маркшайдери, геолози, минни технолози [7]. Информацията за актуалното състояние на рудника се предава в реално време.

„CADMin”

Това е система за автоматизирано минно планиране, разработена от български учени. Продуктът използва най-съвременни решения, предлагани от водещите производители на такъв тип софтуер. Подобно на всички специализирани

системи, и CADMin предоставя редица класически CAD инструменти, обединени със специфични специализирани обекти и команди, подпомагащи минното проектиране, палниране и отчитане [12].

Днес в минната индустрия могат да се използват много компютърни програми, които са съобразени със специфичните нужди на минната дейност в определени условия. Изложените български програмни продукти са така проектирани, че достатъчно пълно да отговарят на особеностите на конкретния минен обект и на приетите технологии.

II. СТРУКТУРА И СЪДЪРЖАНИЕ НА ЦИФРОВИТЕ МОДЕЛИ. ПОНЯТИЕ ЗА CAD СИСТЕМА

Създаването на цифрови планове на част или на цялото находище е свързано с изграждане, поддържане и периодична актуализация на цифров модел, който заедно с подходяща графична система, необходима за реализирането му, трябва да съдържа следните основни елементи и функции в лицето на [1].

- База данни от пространствено определена, логически и цифрово обвързана информация;
- Освен основните елементи, изграждащи цифровия модел, е необходимо спазване на процедури по изпълнението, актуализацията и защитата на Базата данни.

За получаване на входна геолого-маркшайдерска информация са се утвърдили следните два метода:

- Пряк метод – базиран на непосредствени маркшайдерски и геодезически измервания.
- Косвен метод – информацията се събира от стари регистри, съществуващи планове, геоложки разрези и профили от различни физически и онлайн Бази данни.

Фиг. 6. Обобщена схема за създаването на цифров модел



Градивни елементи на цифровия модел - общи понятия

Основното предназначение на цифровия модел е преобразуване на аналоговата информация в цифрова и при поддържането и актуализирането му тя лесно да бъде използвана при взимане на оперативни решения. За да бъде изпълнено това, информацията трябва да бъде структурирана правилно и логично предвид целите, за които ще се използва. Организатор на това е системата за управление на Базата данни, която ще бъде

разгледана на по-късен етап.

Преминаване от графичен към цифров модел и обратно

Преобладаващата част от маркшайдерската информация в някои рудници у нас е на аналогов (хартиен) носител, съгласно изискванията за съхраняване на графична документация (планове, разрези, карти) [13]. Това налага дигитализация (преминаване от аналогов в дискретен вид) на сериозен обем от разнородни данни. При сканиране на аналоговите изображения (план, карта и др.), с цел то да послужи като основа за решаване на различни маркшайдерски и/или технологични и геоложки задачи, следва да бъде отчетено, че е възможно наличието на някои от следните източници на грешки [25]:

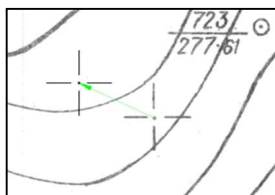
- Грешка от изчертаването на елементите на изображените обекти;
- Предизвикани деформации вследствие влияние на външни фактори, атмосферни условия при съхранението им (влажност, температура и др.);
- Механични деформации – вследствие от неправилна експлоатация, съхранение и транспорт;
- Грешка в сканирането – технически неизправни скенери.

Основните параметри при сканирането трябва да отговарят на единствената инструкция [25], регламентираща преобразуването на планове и карти от графичен в цифров вид:

- Сканирането се извършва по листове на оригиналните изображения, като резолюцията не трябва да бъде по-малка от 300 dpi;
- Трансформирането включва трансляция, ротация и мащабиране чрез афинна (полиномна) трансформация от първи ред при най-малко 6 идентични точки;
- Сканиранятия се извършват по зони 50x50 cm;
- За трансформацията се използват координатни кръстове;
- Координатите на идентичните точки се трансформират в изходната координатна система посредством специализиран софтуер „BGSTrans“ на АГКК или чрез разпоредбите, дадени в [25].

Трансформационният модел, използва базовите преобразувания ротация и трансляция, както и независимо мащабиране по двете оси. Този модел е широко приложим в практиката и е софтуерно заложен в програмите за геореферирание на изображения. Такъв е допълнителният модул за работа с растерни изображения „AutoCad Raster Design“.

- В някои случаи при липса на координатни кръстове се използват точки от съществуващата опорна маркшайдерска мрежа;



➤ Образните координати на идентичните точки се определят двукратно от сканирания план, като след трансформацията двукратно определените координати на коя да е точка не трябва да превишават $0.15 \cdot M$, където M е мащабът на плана;

Фиг. 13. Георефериране по координатни кръстове от плана

Извод: От казаното до тук се налага извода, че в не малката си част графичната информация в някои рудници у нас е в аналогов вид. Съвременните софтуерни приложения и алгоритмизираните математическите апарати за георефериране заложили в тях, заедно с основните правила за трансформиране на изображения, правят възможно преобразуването на растерната информация в дискретна.

I.1. БАЗА ДАННИ

Под База данни (БД) се разбира колекция от логически свързани данни за определена реална или абстрактна област, структурирани според специфичните изисквания за тази област. Управлението на базата данни обикновено се изпълнява от система за управление на база данни (СУБД) [6].

В условията на подземния добив, динамиката на постъпване на много и различна по вид и характер информация затруднява нейното анализиране, структуриране и визуализация [41]. В класическия си вид данните (БД), използвани в маркшайдерските периодични снимки, имат структурата показана в табл. 5.

Таблица 5- Примерна база данни, използвана при периодичните маркшайдерски снимки

№ на точка	X [m]	Y [m]	H [m]	Description	Full Description
1	46687444.45	9678547.22	700.15	DL	Долу ляво
2	46687442.11	9678546.01	700.18	DD	Долу дясно
3	46687444.35	9678547.11	701.15	SNL	Свод начало ляво
4	46687442.41	9678546.12	701.18	SND	Свод начало дясно
5	46687444.88	9678547.54	702.15	SKL	Свод край ляво
6	46687442.57	9678546.18	702.18	SKD	Свод край дясно
7	46687447.01	9678548.13	703.22	T	Таван

Модел на базата данни

Моделът на базата данни е вид модел на данните, който дефинира логическата връзка между тях и определя по какъв начин ще се регистрират, съхраняват, организират, манипулират и под каква форма ще бъдат представени за използване от други софтуери.

Релационен модел - основава се на математическото понятие релация (отношение), чрез което се представят самите обекти и връзките помежду им [39]. Релационната БД съхранява данните във вид на записи и атрибути в табличен вид.

Йерархичен модел – записите при този модел са в йерархична последователност. Структурата на модела е дървовидна, като корен (родител) на дървото е една таблица с произволен брой наследници.

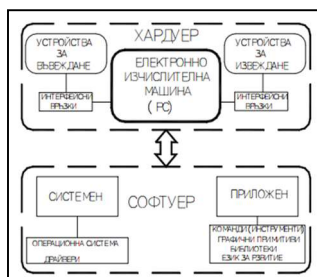
Мрежов модел – обектите се структурират в мрежа, като всеки един запис може да се свърже с друг запис от базата данни.

Обектно-ориентиран модел – структурирането на данните става чрез дефиниране на подходящи класове за обектите от БД. [39]

NoSQL – по-известни като нерелационни, осигуряват система от правила и механизми за обработка и съхранение на данни, моделирани в разрез с правилата при табличните релации

1.2. СЪЩНОСТ И ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ НА CAD СИСТЕМИТЕ

Под CAD (Computer Aided Design) системи се разбира съвкупност от



технически средства (хардуер) и програмно осигуряване (софтуер), позволяващи автоматизиране на процеса по инженерно проектиране [16]. Същността на CAD системите може да бъде илюстрирана със следната схема за структура и съдържание (фиг.15).

Фиг. 15. Структура и съдържание на CAD системите

На фиг. 15 видимо са отделени две понятия – хардуер и софтуер, без които CAD системата не може да съществува. Под „Хардуер“ или още „твърда, непроменлива“ част на системата се разбира цялата техническа част, всички реално съществуващи елементи. Хардуерът условно може да се раздели на три големи групи технически средства:

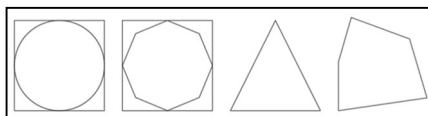
- Първа група – ЕИМ (електронно изчислителна машина), която служи за осъществяване на целия изчислителен процес чрез съставните си части:
- Втора група – периферна част. Служи за въвеждане и извеждане на информация за данните и тяхната обработка или резултатите от тази обработка.

- Трета група – интерфейс (Interface) – служи за връзка между отделните елементи от хардуера на системата. Общо казано това са всички кабели, модеми, суичове и други средства за предаване на информация.

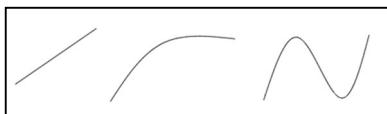
Основи на компютърната графика

Под компютърна графика се разбира създаването на фигури, получени чрез дефиниране на реални и абстрактни изображения с помощта на компютър. В основата на това са графичните примитиви, които в комбинация с различни операции, създават новото изображение. Под графични примитиви от ниско ниво се имат предвид **точка и отсечка**.

Комбинацията между основните примитиви създава такива от по-високо ниво. В основата им лежат отворените и затворените многоъгълници (фиг. 17). Докато към отворените спадат дъги, параболи, полилинии и 3D полилинии – фиг. 18. Върховете на всички многоъгълници се представят с възли.

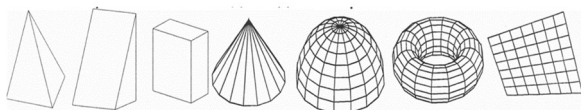


Фиг. 17. Затворени многоъгълници



Фиг. 18. Отворени многоъгълници

При пространствените изображения определящите ги примитиви са дефинирани в тримерното пространство. Такива са: паралелепипеди, пирамиди, цилиндри, конуси, сфери, елипсоиди и сериозен набор от специални (от по-висок ред) повърхнини (фиг.19).



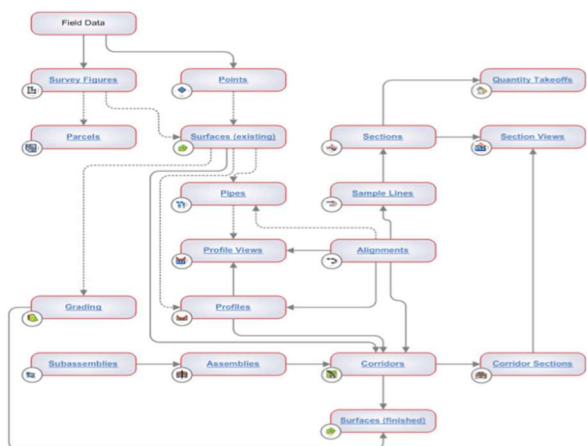
Фиг. 19. „Мрежови“ модели

III. AUTOCAD CIVIL 3D

AutoCAD Civil 3D е представен през 2004 г. като пробен продукт. По дефиниция CIVIL 3D е инструмент за инженерно проектиране, който е интегриран в основата на „AutoCAD“ (AUTOCAD). В първите версии на AUTOCAD се използват графични примитиви (линия, точка, окръжност и др.) за конструиране на по-сложни обекти.

Интерфейсът на AutoCAD Civil 3D отразява обектно-ориентираната архитектура на модела на данните в програмата.

За разлика от AutoCAD, AutoCAD Civil 3D използва обектно-ориентиран модел, който е съвкупност от различни взаимосвързани характерни обекти за програмата. Тези връзки между всички обекти са изключително сложни, за улеснение на фиг. 29 е показана опростена структура на логическата свързаност и потока на данни в рамките на AutoCAD Civil 3D.



Фиг. 29. Връзка между обектите и потока на данните в AutoCAD Civil 3D [22]

Точка (COGO Point) и повърхнина (Surface) – основни обекти в AutoCAD Civil 3D

➤ “Cogo Points” (Точкови обекти)

За реализиране на проекти в различни инженерни направления са необходими изходни данни. В маркшайдерството и геодезията най-често изходните данни са представени чрез множество дискретни точки. Ето защо най-отгоре в мрежата се намира обектът „Points” – Точки, като той се явява фундаментален за изграждането и осигуряването на обекти от по-високо ниво.

➤ Surface (повърхнина)

В строгия език на математиката, повърхнината е свързано точково пространство F в тримерното Евклидово пространство. Всяка точка P от F притежава околност U със свойството, че лежащите в нея точки могат да бъдат представени като

повърхнинен елемент [4]. Задава се с уравнение от вида $f(x,y,z) = 0$ [4]. В AutoCAD Civil 3D са заложени два типа повърхнинни модела:

- **„TIN Surface“** – „Triangular Irregular Network“ (триангулчна неравномерна мрежа).

Това е цифрова структура от данни, която представлява векторно изобразяване на дадена реална или абстрактна повърхност, дефинирана от неравномерна мрежа от неприпокриващи се пространствено определени триъгълници.

Специализирани модули (Plugin) за AutoCAD Civil 3D

„AutoCAD Raster Design“ е външна приставка към AutoCAD или AutoCAD Civil 3D, който притежава специализиран набор от инструменти за обработка на сканирани растрови изображения, въздушни и сателитни снимки и чертежи. По отношение на геореферирането, софтуерът предлага следните методи за математическа обработка:

- **„Triangular method“** – използва се мрежа от триъгълници между контролните точки, след което се прилага трансформация върху обследвана област. Методът използва метода на Delaunay, при който всяка триъгълна област се трансформира поотделно, което прави метода по-точен. За сметка на това частта, която е извън контролните точки се изрязва, което води до загуба на информация.

- **„Polynomial method“** – трансформира се цялото изображение по предварително зададени контролни точки. В зависимост от качеството на сканираното изображение не винаги контролните точки отговарят на еквивалентните им по растера. Получената линейна грешка е функция на координатните разлики на действителната и растрната контролна точка, изчислена по (3). Общата средна квадратна грешка от геореферирането се изчислява по аналогичен начин (4).

$$e = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (3)$$

$$RMS = \sqrt{\frac{e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2}{n}} \quad (4)$$

„Geotechnical Module“ (Геотехнически модул)

Създаден от компанията „Keynetix“ със седалище Обединеното кралство. „Geotechnical Module“ е софтуер за работа с геотехнически данни, който управлява, визуализира и моделира геоложката среда в AutoCAD Civil 3D. Правилното и рационално използване на модула зависи изцяло от използваната входна информация. Затова разработчиците му са осигурили две специализирани БД със строго определен запис и подредба на променливите.

➤ Създаване на база данни

Тя се базира на предварително, детайлно или експлоатационно геоложкото проучване на дадена концесионна площ или разработено находище. Условно данните са разделени в две бази данни със строго дефинирани правила за структура и име.

Първата, с име „Location Details” (фиг. 36), съдържа информация за името и типа на сондажите, пространственото им положение в областта на изследване (координати, коти, реализирана дълбочина).

Втората база данни е с име „Field Descriptions” (фиг.37), която съдържа информация от литоложките описания, направени при сондирането.

Location ID	Location Type	Status	Northing	Easting	Ground Level	Latitude	Longitude	Remarks	Final Depth
B-1	BH		1616041	3113721	5376.1				46
B-2	BH		1616434	3112345	5359.2				60
B-3	BH		1616182	3112049	5361.5				70
B-4	BH		1615751	3112588	5378.1				50
B-5	BH		1616331	3112682	5371.3				46
B-6	BH		1616481	3112726	5368.3				56
B-7	BH		1616006	3112685	5377.3				60
B-8	BH		1616105	3112847	5375.3				39
B-9	BH		1615562	3113252	5361.5				55
B-10	BH		1616120	3113410	5384.4				62

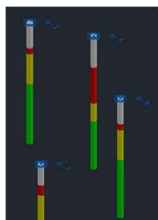
Фиг. 37. Литологията на недрата [30]

Location ID	Depth Top	Depth Base	Geology Code
B-1	0	15	TOPSOIL
B-1	15	33	SAND
B-1	33	42	CLAY
B-1	42	66	GRAVEL
B-2	0	12	TOPSOIL
B-2	12	15	SAND
B-2	15	30	CLAY
B-2	30	60	GRAVEL

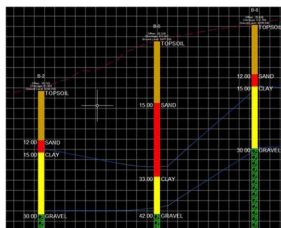
Фиг. 36. Пространственото положение [30]

При правилно структурирана база данни програмата визуализира сондажната ядка, като за устие на сондажа се генерира точков обект „COGO point” в зададен по подразбиране стил. За всеки отделен интервал, спрямо вида и особеностите на пласта, който е пресякъл сондажа се генерират повърхнини на горнището и долнището му (фиг. 38).

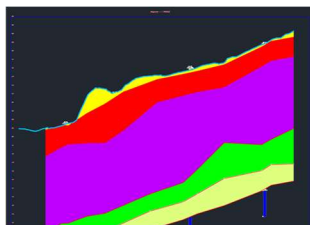
Въпреки характера си на приставка, „Geotechnical module” използва пълния набор от инструменти и обекти на AutoCAD Civil 3D. По този начин могат да се построяват надлъжни и напречни профили (фиг. 39, фиг. 40), да се изчисляват обеми между 2 повърхнини и т.н.



Фиг. 38. 3D Модел



Фиг. 39. Профил по сондажните ядки [30]



Фиг. 40. Профил от повърхнини

Изводи: Функционалността на AutoCAD Civil 3D, приложен за условията на подземното разработване и за обезпечаване нуждите на находищата, е в огромна помощ за маркшейдерския отдел. Чрез допълнителния си модул за векторизиране на растерни изображения е възможно привеждането на част от аналогова информация, която е налична за находището, в - цифров вид. Това неизбежно води до повишаване качеството на водене на минните работи, както и неизменчивостта й. Частта от

информацията, която предоставя сондажното проучване на находището, също нерядко е в аналогов (таблицы, разрезы) вид. С помощта на допълнителния геотехнически модул „Geotechnical module” информацията от сондирането лесно се систематизира и структурира в определени строго дефинирани бази данни, които с възможностите на AutoCAD Civil 3D изобразяват положението на земните пластове. Комбинацията между тези 3 софтуера, дава една много добра CAD среда, в която с минимален брой действия може да се генерира максимално висококачествена и нагледна информация под формата на профили, планове, разрези и обеми.

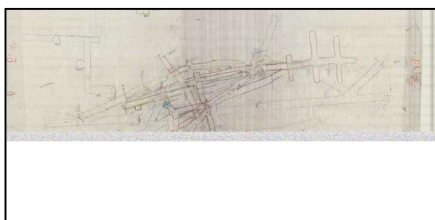
IV. ПРИЛОЖЕНИЕ НА AUTOCAD CIVIL 3D ЗА РЕШАВАНЕ НА МАРКШАЙДЕРСКИ ЗАДАЧИ В УСЛОВИЯТА НА НАХОДИЩА, РАЗРАБОТВАНИ ПО ПОДЗЕМЕН НАЧИН

IV.1. МОДУЛ ЗА РАБОТА С РАСТЕРНИ ИЗОБРАЖЕНИЯ AUTOCAD RASTER DESIGN ЗА ПРИВЕЖДАНЕ НА МИННИ ГРАФИКИ В ЦИФРОВ ВИД ЗА УСЛОВИЯТА НА ХОРИЗОНТ 700 В РУДНИК „КРУШЕВ ДОЛ“, „ГОРУБСО МАДАН“ АД

Предварителна обработка на растрното изображение

Като обект на настоящото изследване е избран блок 3-С, ситуиран на хоризонт 700. Предоставен е основен маркшайдерски план на минните изработки (в мащаб М 1:200) на хартиен носител (кадастрон), който въпреки нарушената си цялост и деформиране вследствие на дългосрочното му използване, е сканиран успешно чрез валов скенер във формат „JPEG“ с резолюция 600 DPI.

На фиг. 42 е показан плана на минните работи на блок 3-С в автентичния му вид. След „вмъкването му“ в AutoCAD Raster Design е приложена предварителна обработка (георефериране) на изображението чрез менютата за ротация и мащабиране. Установена е ротация от 55°, спрямо посоката север на изходната координатна система (фиг. 43), поправена чрез функцията за ротация на растрни изображения.



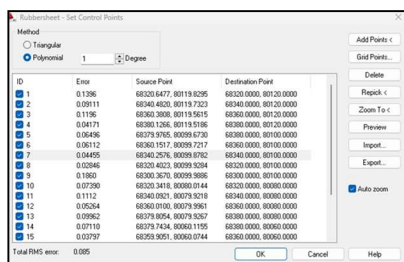
Фиг. 42. План на минните работи на блок 3-С



Фиг. 43. Ротация на плана

Изравнение и анализ на резултатите

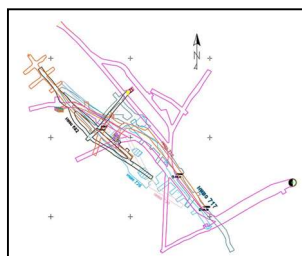
След като растерното изображение е приведено в подходящ вид за последваща обработка е нужно да се определят контролните точки, по които ще се извърши геореферирването. В случая предоставеният план разполага с частично налични координатни кръстове, чието разположение не обхваща напълно изследвания обект. Това условие свежда избора на метод за геореферирване до полиномна трансформация от I-ва степен. След математическата обработка е установено, че средната квадратна грешка при геореферирването на целия план е 8.5 cm. (фиг. 45)



ID	Error	Source Point	Destination Point
1	0.1296	68320.6477, 80119.8295	68320.0000, 80120.0000
2	0.09111	68340.4820, 80119.7323	68340.0000, 80120.0000
3	0.1196	68360.3008, 80119.5615	68360.0000, 80120.0000
4	0.04171	68380.1266, 80119.5106	68380.0000, 80120.0000
5	0.06496	68379.9765, 80099.6730	68380.0000, 80100.0000
6	0.06112	68360.1917, 80099.7217	68360.0000, 80100.0000
7	0.04495	68340.2575, 80099.6762	68340.0000, 80100.0000
8	0.02046	68320.4023, 80099.9284	68320.0000, 80100.0000
9	0.1860	68290.2675, 80099.9686	68300.0000, 80100.0000
10	0.07290	68320.3418, 80099.0144	68320.0000, 80090.0000
11	0.1112	68340.0921, 80079.9218	68340.0000, 80080.0000
12	0.05264	68360.0105, 80079.9961	68360.0000, 80080.0000
13	0.09962	68379.8054, 80079.9267	68380.0000, 80080.0000
14	0.07110	68379.7434, 80060.1105	68380.0000, 80060.0000
15	0.12797	68350.9051, 80060.0144	68360.0000, 80060.0000

Total RMS error: 0.085

Фиг. 45. Точност на модела



Фиг. 46. Изображение в план на минните изработки

Векторизиране на наличната информация

- Автоматичен – дава възможност за автоматизирано (чрез линия на следване) разпознаване на пиксели и замяната им с вектор.
- Ръчен режим – При него, с помощта на чертожните инструменти на AutoCAD Civil 3D, операторът ръчно цифровизира нужните контури или обекти. (фиг. 43).

IV.2. СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ВХОДЯЩАТА ИНФОРМАЦИЯ ЗА УСЛОВИЯТА НА ХОРИЗОНТ 700 В РУДНИК „КРУШЕВ ДОЛ“, „ГОРУБСО МАДАН“ АД

Управление на входящия поток от данни

За условията на р-к „Крушев дол“ е проектирана специализирана База данни в средата на „Microsoft Access“, която съдържа информация, касаеща работата на маркшайдерския отдел в предприятието. Конструирвана е секционна, като всяка секция съдържа точно определени данни, които обезпечават даден технологичен и/или инвестиционен процес. По своята същност Базата данни съдържа следните секции:

Опорна мрежа на земната повърхност

В геодезията и маркшайдерството основният принцип е „от общото към частното“, или от измервания с по-висока точност, към измервания с по-ниска точност. Това с пълна сила важи и за опорната мрежа и снимачна основа на рудника. За целта в секция ДГМ-ГММП (табл. 8) са показани изходните точки от държавната мрежа и тази с местно предназначение, използвани за развиването на работна основа, обезпечаваща нуждите за реализиране на административното, инфраструктурното и капиталното строителство.

Таблица 8 – Координатен регистър на точките от държавната геодезическа мрежа

Класификатор	№	X	Y	H	КЛАС
ТТ-К-9-67-(97)-05	48	4465805.50	8632856.43	918.92	VI
ТТ-К-9-67-(94)-10	114	4465477.71	8633141.46		V
ТТ-К-9-67-(97)-04	47	4466025.27	8633639.02	1135.21	VI

Опорната мрежа на повърхността се състои в 6 броя точки, структурирани в секция Точките от опорна мрежа са разположени така, че да могат да осигурят геометричната връзка между повърхността и подземните минни изработки в единна координатна система и да развият инженерно-геодезическата мрежа, а също и да предоставят възможност за изпълнение на сградното и инфраструктурно строителство (табл. 9).

Таблица 9 – Координатен регистър на точките от работната мрежа

Стабилизиране	№	X	Y	H
Стълб за принудително центриране	1	4465611.72	8633409.75	866.599
Стълб за принудително центриране	2	4465590.22	8633505.04	866.293
Стълб за принудително центриране	3	4465502.85	8633379.36	866.751
Стълб за принудително центриране	4	4465551.75	8633255.14	863.501
Стълб за принудително центриране	5	4465631.33	8633083.61	861.778
Стълб за принудително центриране	6	4465426.90	8633290.10	858.036

Опорна мрежа и снимачна основа в рудника

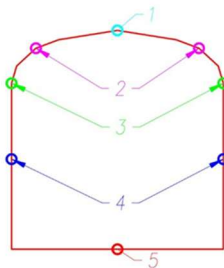
Следва да се уточни, че според изискване на ръководството на р-к „Крушев дол“, за запазване конфиденциалност относно положението на минните работи, е въведена локална координатна система. Затова в базата данни е създадена секция „Хоризонт 700 OM“, която съхранява данните за опорната мрежа на хоризонта, изразяващи се в координати, коти и съответните им средни грешки, получени след оценка на точността.

Таблица 10 – Координатен регистър на точките от работната мрежа

Координатен регистър на точките от работната мрежа				
№	X	Y	H	КОД
110004	80004.46	68393.98	701.20	ОМ700
110005	80025.15	68376.87	701.40	ОМ700
110006	80044.42	68374.71	701.40	ОМ700
110007	80055.70	68376.01	701.32	ОМ700
110008	80067.39	68382.96	701.33	ОМ700
110009	80091.26	68399.33	701.36	ОМ700
110010	80073.12	68375.67	701.36	ОМ700
110011	80075.29	68361.06	701.39	ОМ700
110012	80096.08	68344.85	701.36	ОМ700
110013	80098.56	68328.98	701.22	ОМ700
110014	80076.75	68346.57	701.42	ОМ700
110015	80045.19	68359.28	701.80	ОМ700
110016	80050.40	68352.72	701.70	ОМ700
110017	80070.35	68316.30	701.58	ОМ700

Маркшайдерска снимка на минните изработки на хоризонт 700

Тя е задължителна за отчитането на обема на иззетата минна маса от подготвителните, нарезните и добивните изработки, което гарантира обективна основа за заплащането на извършения труд. Снимката на формата и големината на сечението на изработките има за цел да отрази обективно пространственото положение на отработеното пространство. Според [14,40] профилът на изработката достатъчно пълно се определя от заснемане на точки от 5 типа линии, разположени в избрани части от нея (фиг. 53).



Фиг. 53. Местоположение на точки от видовете линии, обект на маркшайдерската снимка

Разграничават се следните линии:

- - 1 изобразява тавана на изработката
- - 2 изобразява край на засводяване
- - 3 изобразява начало на засводяване
- - 4 изобразява стените на изработката
- - 5 изобразява пода на изработката

Предложеният метод от [14,40] е адаптиран и за условията на рудник „Крушев дол“, като целта е заснетите характерни точки от контурите на изработките и построените триизмерни модели от тях да бъдат максимално достоверни и приближени до реалната им форма.

IV.3. ПРИЛОЖЕНИЕ НА AUTOCAD CIVIL 3D ЗА ОСИГУРЯВАНЕ РЕШЕНИЕТО НА МАРКШАЙДЕРСКИ ЗАДАЧИ ЗА УСЛОВИЯТА НА ХОРИЗОНТ 700 В РУДНИК „КРУШЕВ ДОЛ“, „ГОРУБСО МАДАН“ АД

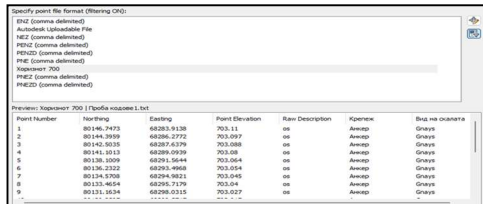
IV.3.1. СЪЗДАВАНЕ НА ШАБЛОН (TEMPLATE) С ПОТРЕБИТЕЛСКИ СТИЛОВЕ НА УПРАВЛЕНИЕ

- **Слоеве (Layers)**

Често срещан недостатък в стила на работа на съвременните инженерни специалисти, служещи си с дадена CAD програма, е допускане на небрежност при структуриране на слоевете, които управляват чертожните обекти. В панела за управление на слоевете са допълнени 6-те филтрационни групи, отговарящи за определен хоризонт или подетаж. В случая се разграничават ниво 692, хоризонт 700, ниво 712, ниво 717, ниво 733.

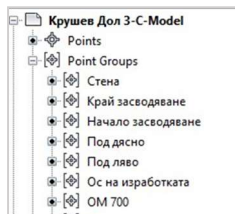
- **Групи от точки (Cogo Point Groups)**

Резултатите от тези измервания (определени координати) на точките от контура на галериите, са систематизирани и представени във вид, отговарящ на специфичните изисквания на AutoCAD Civil 3D за синтаксис на входните точкови файлове и могат да се използват директно като входна информация.



Point Number	Northing	Easting	Point Elevation	Point Description	Point Type
1	80144.7473	68284.7138	703.11	Амбар	Group
2	80144.3899	68284.2772	703.097	Амбар	Group
3	80142.3035	68287.6379	703.088	Амбар	Group
4	80141.1013	68289.0939	703.08	Амбар	Group
5	80138.1009	68291.3644	703.064	Амбар	Group
6	80136.2322	68293.4968	703.054	Амбар	Group
7	80134.9708	68294.1821	703.045	Амбар	Group
8	80132.4634	68295.7179	703.04	Амбар	Group
9	80121.1834	68298.0315	703.027	Амбар	Group

Фиг. 56. Въмъкване на данни от маркшайдерски замер



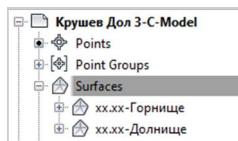
Фиг. 57.Точкови групи при обработката на маркшайдерски измервания

За условията на находището в настоящата работа са генерирани 7 филтрирани групи (Point groups). Всяка една от тях съдържа множеството точки, въведени по начина, показан на (фиг. 55 и фиг. 56), и чрез специален код, получен по време маркшайдерските измервания. Според възприетата кодировка са създадени следните групи (фиг. 57).

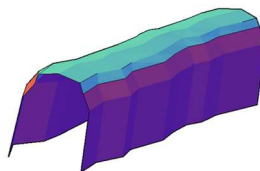
- **Повърхнини (Surfaces)**

За условията на р-к „Крушев дол“, хор.700, са генерирани 2 базови повърхнини „dd.уу-Таван“ и „dd.уу-Под“ (фиг. 61). Това деление на повърхнините, в комбинация с методиката за измерване на формата и размерите на сечението на изработките, описано в [14], напълно удовлетворява изискванията за създаване на (TIN)

повърхнини и се превръща в необходимото стъпало за преход на основният линеен модел към повърхнинен.



Фиг. 61. Базови повърхнини

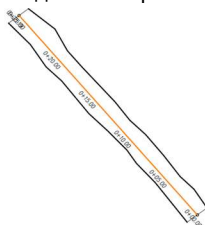


Фиг. 63. Повърхнинен модел на минна изработка

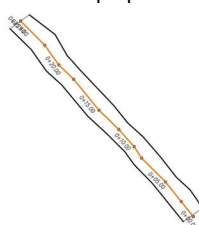
Теоретично, обектът (Surface) може да се разгледа като резултантен от комбинацията на други дефинирани в пространството обекти, подчинени на определени правила и алгоритми. На фиг. 63 е показан модел на минна изработка съставен от 2 отделни повърхнини с общи характерни линии в засводяването.

➤ Trace (Alignment) и Профил (Profile)

„Alignment” (Trace) е средство за проектиране и изобразяване в план на ос на сечение, по която може да се генерира профил (например по оста на минната изработка. На фиг. 64 е показано трасе, минаващо приблизително през оста на минната изработка (от фиг. 63), и цели да покаже положението на равнината на срязване, по която може да се построи надлъжният профил.

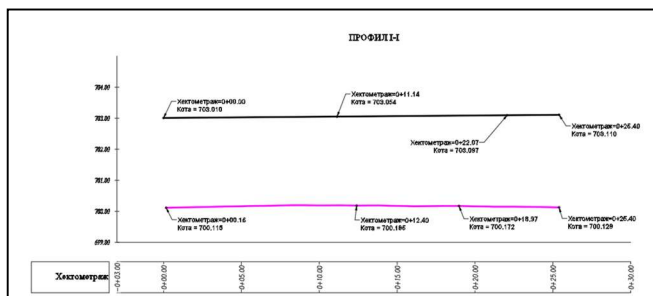


Фиг. 64. Ръчно създадено трасе



Фиг. 64а. Автоматично генерирано трасе

След като е дефинирано трасето, по което ще се реализира сечението с повърхнината, е разгледан и методът за визуализация му. Този метод се изразява с обекта (Profile), който е резултат от съчетанието на повърхнина и трасе (фиг. 65).

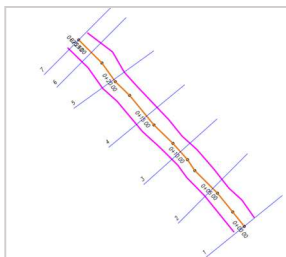


Фиг. 65. Профил на част от минните изработки – хоризонт 700

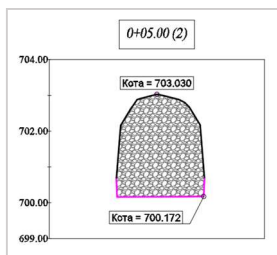
В зависимост от задачите, за които е предназначен профила, той лесно и в реално време може да бъде модифициран. Особено полезна е възможността в процеса на проектиране да бъде въвеждана и допълнителна (технологжа, геоложка и др.) информация.

➤ Напречни сечения (Section Views)

Най-сложният обект в AutoCAD Civil 3D, предвид автоматизираното отчитане, се явяват сеченията.



Фиг. 67. Местоположение на сеченията

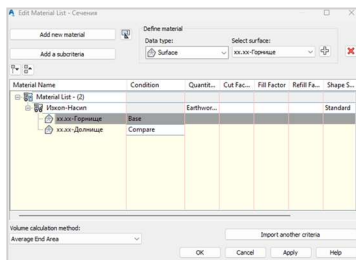


Фиг. 68. Напречен профил №2

Особеният интерес на маркшайдерския отдел е ориентиран към изчисляване на обем, заключен между две съседни сечения, което налага използване на менюто „Material list“, даващо връзката между повърхнините, профилите и сеченията (фиг. 69). Резултатът от използването на тази комбинация е генерирания в табличен вид, представящ количеството добит за определен период материал (табл. 12).

Таблица 12 – Добит обем
минна маса за определен период от време

ИЗВЕТА МИННА МАСА		
СТАНЦИЯ	ИЗКОП	ОБЩ ОБЕМ
0+00.00	0.00	0.00
0+05.00	15.22	15.22
0+10.00	30.43	45.65
0+15.00	32.44	78.09
0+20.00	34.77	112.86
0+23.59	25.05	137.90
0+25.40	9.52	147.42



Фиг. 69. Панел „Material list“

Предложеният подход за управление и структуриране на входната маркшайдерска информация, чрез система за управление на БД, последващата ѝ графична обработка и представената строго индивидуална визуализация чрез разработения шаблон, в достатъчно голяма степен автоматизират част от основните маркшайдерски работи.

IV.3.2. МАРШАЙДЕРСКИ ЗАДАЧИ, РЕШАВАНИ ВЪРХУ ОСНОВНИЯ МОДЕЛ НА МИННИТЕ ИЗРАБОТКИ ОТ ХОРИЗОНТ 700 В РУДНИК „КРУШЕВ ДОЛ“, „ГОРУБСО МАДАН“ АД

Периодична маркшайдерска снимка

Съгласно годишния работен проект Хоризонт 700 е развит в посока северозапад. След заснемане на отработеното пространство от маркшайдерския състав е предоставен начален („суров“) файл с измервания, съдържащ номер на подробна точка, пространствените координати и специфичния код (табл. 13)

Таблица 13 – Координатен регистър със специфична кодировка

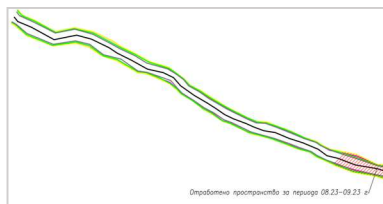
№	X	Y	H	D
1	80152.70	68296.06	700.01	pd
2	80153.65	68292.61	700.01	pl
3	80153.37	68294.09	702.51	os
4	80153.65	68292.59	700.51	ks
5	80153.55	68292.98	701.51	nz
6	80153.51	68293.22	702.31	kz
7	80152.76	68295.78	702.31	kz
8	80152.80	68296.00	701.51	nz
9	80152.70	68296.08	700.51	ks

Точките са въведени в софтуера, чрез предварително зададения синтаксис във входния файл посочен на фиг. 56. Последователно и логически се свързват точките с идентичен код, като всяка една пространствена линия се филтрира спрямо определения си слой. На фиг. 71 е показан крайният резултат от това действие.

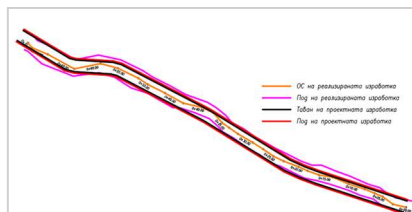
създаден обект „Хоризонт 700 - Замер-10.23“. (фиг. 81), с подредба, отговаряща на синтаксиса показан на (фиг. 56). По вече разгледаната методика файлът е въведен в AutoCAD Civil 3D, като отделните елементи на галерията са свързани със структурни 3D линии (фиг. 82).

ID	ИМ	X	Y	Z	Дължина	Обем	Площ	Площ на сечения
1	1	80188.19	68252.78	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	2	80187.34	68254.38	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3	80186.17	68256.26	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	4	80185.20	68258.54	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	5	80184.49	68260.44	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	6	80184.49	68262.10	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	7	80183.46	68264.61	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	8	80182.57	68267.07	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	9	80181.25	68270.06	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	10	80180.43	68272.32	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	11	80179.56	68275.03	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	12	80178.50	68274.86	700.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	13	80187.22	68252.12	702.48	0.00	0.00	0.00	0.00
14	14	80186.01	68253.86	702.49	0.00	0.00	0.00	0.00
15	15	80185.17	68255.64	702.50	0.00	0.00	0.00	0.00
16	16	80184.23	68258.18	702.50	0.00	0.00	0.00	0.00
17	17	80183.53	68259.73	702.49	0.00	0.00	0.00	0.00
18	18	80182.80	68261.70	702.48	0.00	0.00	0.00	0.00

Фиг. 81. Обектов клас „Хоризонт 700 – Замер-10.23“ в системата за управление на БД



Фиг. 82. Положение на отработеното пространство за период 08.23-09.23 г



Фиг. 84. Комбинирана схема на реализираната и проектната част от галерия на хор. 700

От годишния работен проект е взета част от проектното положение на представената минна изработка, като тази част линейно отговаря на дължината на действителното отработено пространство (72.30 m). Съпоставянето на проектната и екзекутивната информация показва отклонения от порядъка на $0.20 \div 0.80$ m (фиг. 84), но въпреки това генерално проектното трасе е спазено.

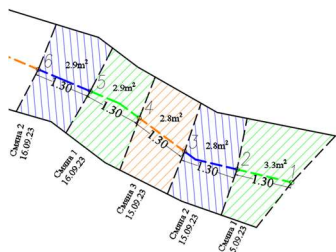
Контролът във височинно отношение може да се осъществи по два начина. Първият е чрез сравняване на котата на пода и котата на тавана на изпълнената и проектната изработка. Това е приблизителен метод, който не онагледява изчерпателно отклоненията от проекта. Вторият метод е чрез съставяне на сравнителен надлъжен профил, който изобразява и сравнява съответните елементи на двете изработки.

Изчисляване на обем иззета минна маса

При съпоставянето на двете повърхнини – базова (Таван) и сравнителна (Под), и при двете, моделът се получава като т. нар. обемна или резултантна повърхнина. Нейното създаване е идентично с това на съставните ѝ, но с една разлика. Програмата дава възможност да се избере горна ограничителна и долна ограничителна повърхнина.

Определяне на сменния добив иззета минна маса за условията на хор.700

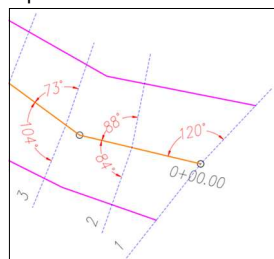
Периодичното и правилно отчитане на добитата минна маса несъмнено е основен фактор за следене изпълнението на проектните показатели, респ. и за финансовата стабилност на предприятието (като икономическа категория). Всяка смяна води график, в който се записва изменението на добивното пространство, изразено в линейни метри, начина на пробиване на скалния масив и бележки/забележки по време на работа.



В периода 15.09 - 01.10.2023 г. са впадени пробивно-взривни работи, като за това време са прокарани 72.3 линейни метра при сечение на галерията около 7 m². На (фиг. 77) е представен модел, който определя дневен, седмичен и месечен обем иззета маса за съответната работна група. От графата „Добив“ е взето линейното напредване на забоя за всяка смяна.

Фиг. 88. Сменно разпределение на отработените площи

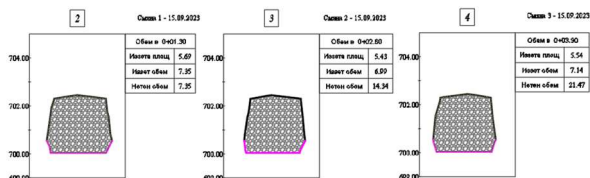
На (фиг. 88) са показани чрез маркиращи точки началното и крайното положение на забоя, определящи линейното напредване и оконтуряващи отработената площ за всяка работна смяна. За изчисляването на обема на за всяка една смяна е нужен инструмент, който пространствено да отдели формираните площи една от друга. Такъв инструмент са напречните сечения „Sample Lines“.



Повърхнинният модел от (фиг. 83) напълно удовлетворява условията за създаването на сеченията – да има две ограничаващи повърхнини, описващи минната изработка и надлъжен профил по оста ѝ.(фиг. 89).

Фиг. 89. Ръчно зададени сечения по оста на изработката

Спрямо повърхнинния модел на изработката, надлъжния профил по оста ѝ и секущите линии, напречните профили генерират отчет за площта на сечението на изработката за всеки профил, линейното напредване, заключения обем в две съседни профилни линии и нетния обем от началото на месеца. Всичко това е събрано в т. нар. „Обемна таблица“ – „Volume Table“. Представена по такъв начин информацията позволява отчитане за дневен, седмичен и месечен добив, разпределен по отделни смени и работни групи, а това създава предпоставка методът да се използва при определяне на допълнително финансово стимулиране за постигнати резултати.



Фиг. 90. Напречни сечения, отразяващи дневната производителност на работните групи

Въз основа на разгледаните решения на основни маркшайдерски задачи, посочени за условията на рудник „Крушев дол“, може да се каже, че AutoCAD Civil 3D, дори и с необходимостта от извършване на някои допълнителни действия, е добра алтернатива на специализираните минини софтуери. Разработването на шаблон с потребителски настройки, оформлени и визуализации, съгласно изискванията на маркшайдерския отдел на рудника, е необходима стъпка за създаването на система от действия, осигуряваща решението на част от маркшайдерските задачи в рудника. С възможността за двупосочен поток на информация могат да се извличат трасировъчни данни при задаване на направления на минните изработки, а на база събраната геопространствена информация да се актуализира планът на минните работи. Методът за определяне на обеми с мрежа от непокриващи се триъгълници (TIN) и триизмерният характер на основния линеен модел се явяват основа за създаването на повърхнинни модели. Чрез обектите за създаване на профилни изгледи, напречни сечения и анализа им, могат да се изчисляват обеми в краткосрочен и дългосрочен период – по дни, седмици или месеци, което от друга страна може успешно да се използва като основа за финансово мотивиране на миньорите.

IV.4. ПРИЛОЖЕНИЕ НА GEOTECHNICAL MODULE ПРИ ПОДЗЕМНО РАЗРАБОТВАНЕ НА НАХОДИЩА

За оптималното проучване и разработване на находища на полезни изкопаеми е необходимо максимално детайлно изучаване на формата на натрупванията, пространственото изменение на показателите на находищата и процесите, протекли и които стават в земните недра [20]. Представителите на пластовите находища (въглища, манганови руди и др.), които представляват утаени натрупвания на полезни изкопаеми, са ограничени от 2 или 3 сравнително успоредни повърхнини с голямо разпространение и варираща дебелина в отделни точки от тялото на полезното изкопаемо. Пластовете се характеризират със сравнително равномерно изменение на дебелината и със сравнително голямо разнообразие при наклона им.

IV.4.1. GEOTECHNICAL MODULE ЗА ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ЗАЛЯГАНЕ ПРИ ПЛАСТОВИ НАХОДИЩА НА ПОДЗЕМНИ БОГАТСТВА

Тук е разгледан типичен представител на пластово находище, което се намира в Черноморския въглищен басейн, с палеогенска възраст – среден еоцен. Еоценските седименти, отложени над подложката от андезити и андезитови туфи, формират скалите от долнището на въглищния пласт, въглищния комплекс и скалите от непосредственото му основно горнище.

➤ Построяване на геометричен модел на пласт „А“

При определяне елементите на залягане на полезното изкопаемо е използван допълнителния към AutoCAD Civil 3D модул – „Geotechnical module“. Това изисква да се обърне внимание на специфичната подредба на данните от проучването, които модулът използва.

Таблица 15. Пространствени координати

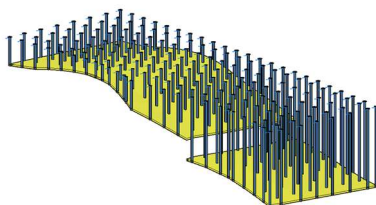
Location ID	Location Type	Easting	Northing	Ground Level
BH1058	RC	9590637.94	4651933.63	347.97
BH1059	RC	9590662.91	4651934.78	346.78
BH1060	RC	9590687.89	4651935.94	345.58
BH1061	RC	9590712.86	4651937.10	344.35
BH1062	RC	9590737.83	4651938.26	342.96
BH1063	RC	9590762.81	4651939.42	341.57
BH1064	RC	9590636.78	4651958.60	348.42
BH1065	RC	9590661.75	4651959.76	347.23
BH1066	RC	9590686.73	4651960.91	346.04
BH1067	RC	9590711.70	4651962.07	344.84

Таблица 15а. Геоложка база данни

Location ID	Depth Top	Depth Base	Legend Code	Geology Code
BH1058	0	47	201	CLAY
BH1058	47	49.5	806	COAL
BH1060	0	45	201	CLAY
BH1060	45	47.5	806	COAL
BH1062	0	43.3	201	CLAY
BH1062	43.3	45.8	806	COAL
BH1064	0	45.3	201	CLAY
BH1064	45.3	47.8	806	COAL

Модулът използва вътрешна кодировка, която определя какъв цвят и оформление приемат интервали от проучвателните изработки спрямо геоложките описания на сондажната ядка. Материализира се сондажната мрежа с предварително зададен точков (Point Style) и етикетен стил (Label Style) на сондажите.

Сондажите са визуализирани с плътни „Solid“ обекти. След като мрежата е генерирана се построяват и повърхнините, ограничаващи всеки един литоложки вид от сондажната колонка.

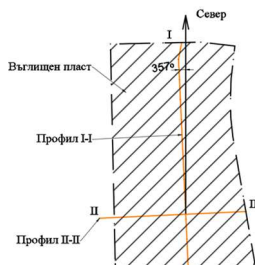


Фиг. 94. Аксонометрична проекция на въглищния пласт

• Определяне на ъгъла на посоката (простиране) на пласта

На базата на наличната геолого-маркшейдерска информация, предходни модели (числен модел на релефа в района на находището) и генерирания

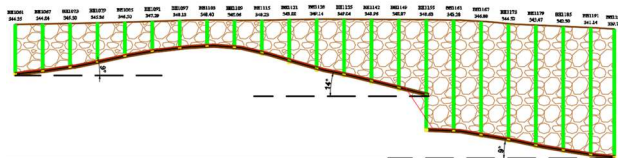
повърхнинен модел на въглищния пласт, могат да бъдат определени елементите му на залягане.



Фиг. 95. Ориентация на пласта в хоризонтално отношение

- **Определяне на ъгъла на залягане на пласта в избрано/зададено направление по посока**

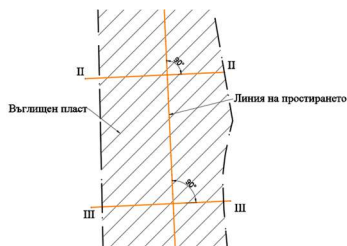
При определянето на другия основен елемент на залягане – ъгъла на наклона на пласта, се налага извършване на допълнителна обработка върху модела. За целта по профилна линия I-I (фиг. 95) е генериран профил (фиг. 96), на който са изобразени горницето и долницето на изследвания пласт.



Фиг. 96. Профил по профилна линия I-I

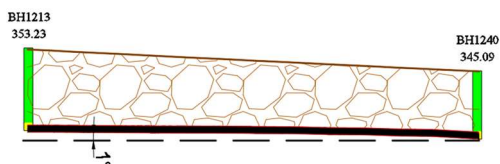
- **Определяне на ъгъла на залягане на пласта в избрано/зададено направление**

Извършените операции са аналогични на описаното по-горе. Генерирани са две трасета в определени зони с цел анализиране на ъгъла на наклона на пласта в избраното направление. Резултатите относно изменението на пласта и числените стойности са основа при избора на система на експлоатация, нейните параметри и най- вече при избора на механизация за реализиране на добива. За целта по двете профилни линии (фиг. 97), в автоматизиран режим, са създадени вертикални геоложки профили (фиг. 98 и фиг. 99).



Фиг. 97. Профилни линии II-II и III-III, перпендикулярни на линията на простиране

По двете профилни линии са генерирани сечения, на които са изобразени ограничителните повърхнини на въглищния пласт (фиг. 98).



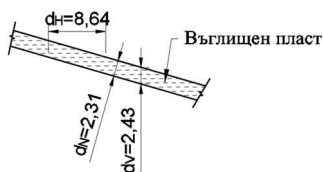
Фиг. 98. Профил II-II по страна (западане) на пласта

• Определяне на дебелината на пласта

Дебелината на пласта се отнася към основните геометрични елементи на залягане, които го характеризират. Различават се следните видове дебелина:

- **Нормална** (d_N) – разстоянието по нормалата, между повърхнините на горнището и долнището на пласта;
- **Вертикална** (d_V) – разстоянието между повърхнините на горнището и долнището, измерено по вертикалата;
- **Хоризонтална дебелина** (d_H) – измерва се по хоризонтално направление между повърхнините на горнището и долнището на пласта.

За изследвания пласт е избран профил за определен участък, от който чрез инструментите за измерване на разстояния са определени 3-те типа дебелини (фиг. 100).



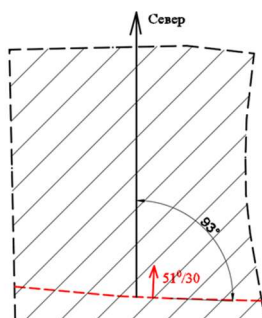
Фиг. 100. Определяне на дебелината на пласта

В избрани места от профила са извършени измервания, при което е установено, че нормалната дебелина варира от 2.2 m. до 2.5 m. Анализът на разликите между нормална и вертикална дебелина по двете направления на пласта показва, че по страна (западане и задигане), те са твърде по-малки отколкото по посока (простиране).

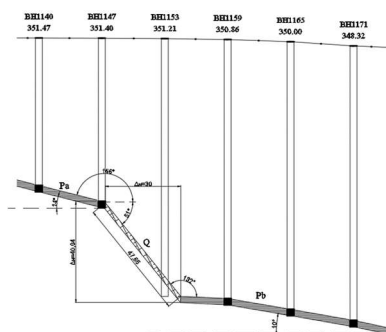
• Разместване на пластовете

Под разместване на пластовете (дизюнктивни нарушения) се разбира такъв тип нарушение, при което разкъсаните части се разместват една спрямо друга. В някои случаи тези нарушения могат да възпрепятстват логиката на проучването, но най-вече експлоатацията на находището.

В условията на залягане на изследвания пласт „А“, при обработката на резултатите от проучвателната мрежа, е установено разместване. Резултатът от избрана по геоложки и/или технологични съображения посока е представен на фиг. 101 и фиг. 102. Начинът на представяне на дизюнктивната структура (вертикални геоложки разрези), дава възможност да бъдат определени в числен вид указаните параметри на нарушението



Фиг.101. План на участък от пласта (отхвърленото крило) и пресечницата с разседната равнина.

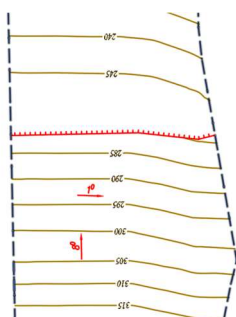


Фиг. 102. Вертикален геоложки разрез по профилна линия I-I с представени параметри на нарушението

На фиг. 101 е посочен азимута на пресечницата на отхвърленото крило и разседната равнина. В конкретния случай, първият признак за наличие на разместване, е представен при предварителната обработка на описанията на сондажите в табличен формат. При въвеждането на информацията за сондажите и генерирането на триизмерния модел, се откроява област, в която се редуват продуктивни и непродуктивни сондажи. Определените стойности на геометричните елементи дават възможност за изводи по отношение на вида на разместването и разкриване условията на образуването му.

➤ Построяване на хипсометричен план на горнището и долнището на пласт

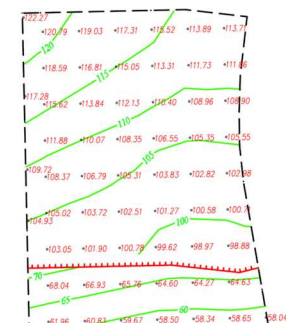
Известно е, че представянето на повърхнините в план се реализира най-добре с изолинии (изохипси). Те успешно изобразяват изменчивостта на показателя в пространството. Поради това е избран точно този подход за визуализиране на скритата повърхнина на горнището на изследвания пласт. Същото изследване е приложено и за долната ограничителна повърхнина на пласта (долнището), което е основа за решаване на допълнителни проектни и текущи инженерни задачи.



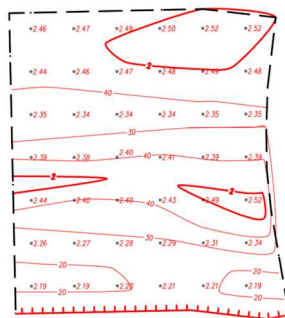
Фиг. 102. Изобразяване на елементите на залягане на пласт „А“, чрез средствата за визуализация на повърхнини

➤ Построяване на план с изодълбочини и изодебелини

Най-често плановите с изодълбочини се построяват и използват при находища, които биха могли да се разработват по открит начин. Причината за по-детайлно изучаване на дълбочината на залягане на полезното изкопаемо е с цел получаване на икономическа, количествена и технологична информация и оценка за обема на разкривката, които трябва да се иззме, за достигне до определен етап от изземване на полезното изкопаемо или за решаване на задачи, свързани с изпълнение на специални предшествващи мероприятия (напр. предварително дегазиране на масива при категория на пластовете като опасни по ВИБГ и др.).



Фиг. 103. План с изодълбочина



Фиг. 103а. План с изодбелини

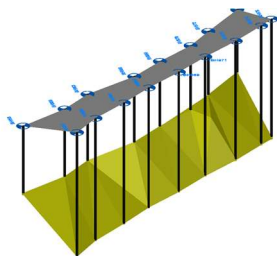
В случая се забелязва, че дебелината на пласта се изменя плавно към разломната линия, като стойностите ѝ варират между 2.20 m и 2.50 m (фиг. 103а). В резултат на изпълнението на тази задача бързо и лесно може да се изчисли обема на полезното изкопаемо за определен участък.

IV.4.2. GEOTECHNICAL MODULE ЗА ИЗОБРАЗЯВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ЗАЛЯГАНЕ ПРИ ЖИЛНИ НАХОДИЩА НА ПОДЗЕМНИ БОГАТСТВА

Положението на рудните тела в земните недра се определя чрез елементите на залягане (дълбочина, дебелина, посока и страна). Едно такова находище у нас от Маданския руден район е разработвано от рудник „Върба - Батанци“, част от „ГОРУБСО - МАДАН“ АД. Основните рудни минерали са идентични с тези на останалите орудявания в района. Рудните жили са неустойчиви, склонни към самообрушаване, стръмнозападащи, което налага укрепване на минните изработки при прокарването им.

➤ Построяване на повърхнинен модел на „Жила 1“

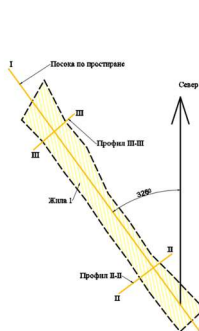
За построяването на повърхнинния модел на полезното изкопаемо са използвани данни от сондажите прокарани при детайлното проучване и експлоатационното проучване на находището, предоставени от ръководството на рудника. В изследваната част са прокарани 17 сондажни изработки от повърхността, а по време на експлоатацията от всеки орт по още два. На база геоложките описания са създадени автоматично горна и долна ограничителна повърхнина на жилата, чрез които тя е ограничена в пространството (фиг. 105). Важно уточнение е, че информацията от допълнителните експлоатационни сондажи, които са прокарани от всеки орт са организирани допълнително в отделни файлове.



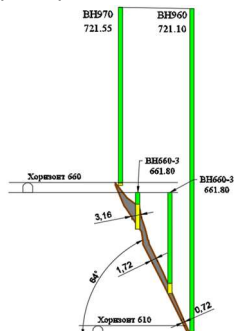
Фиг. 105. Аксонометрична проекция на концептуалния модел на полезното изкопаемо

➤ **Определяне на посочения ъгъл на посоката (простиране) на „Жила 1“**

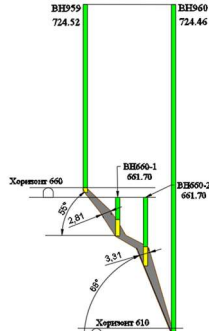
Ориентацията на жилата в пространството е определена чрез ъгъла, сключен между севера и посоката на простиране. Чрез ъгломерните инструменти на AutoCAD Civil 3D е определен ъгъл на простиране от 326° . От (фиг. 106) се вижда, че линията по простиране съвпада с надлъжния профил I-I, по който е определен и ъгълът на наклона на жилата по простиране.



Фиг. 106. Ориентация на жилата



Фиг. 107. Профил II-II



Фиг. 108. Профил III-III

➤ **Определяне на ъгъла на страната (западане) и дебелината на „Жила 1“**

При така построените профили (фиг. 107, фиг. 108) се наблюдава слабо изменение в ъгъла на наклона по западане на жилата, като той варира между 64° и 68° , а при допълнителните профилни трасета и построените профили не се наблюдават значителни изменения в ъгъла. В такъв случай профилите II-II и III-III могат да се приемат за представителни спрямо определянето на ъгъла на наклона на страната на жилата.

Изводи: Приложението на възможностите на „Geotechnical Module“, като надграждащ модул на AutoCAD Civil 3D в условията на подземния добив, дава една солидна софтуерна основа за решаване на редица маркшайдерски задачи. Създаването на База данни, която да управлява двупосочния характер на пространствената информация, събирана от преки измервания, и същевременно да я подготвя във вид, който да отговаря на изискванията на AutoCAD Civil 3D, е

неизменна част от създаването на цифров модел на минните изработки и/или модел на полезното изкопаемо, залягащо в земните недра. Разработването на шаблони с потребителски дефинирани слоеве, етикети, повърхнини и т.н. в огромната си част улеснява управлението на цифровия модел на минните работи.

Чрез допълнителния модул „Geotechnical module”, на база геоложкото проучване, чрез специални бази данни могат да се създават повърхнинни триизмерни модели на полезното изкопаемо. Върху тези модели е възможно да се решават полесно различни задачи, свързани с определяне на елементите на залягане в земните недра, изчисляване на запаси и т.н.

IV.5. ПРИЛОЖЕНИЕ НА AUTOCAD CIVIL 3D ПРИ ЕТАПИТЕ ПРОУЧВАНЕ И ПРОЕКТИРАНЕ НА НАХОДИЩА НА НЕРУДНИ ПОДЗЕМНИ БОГАТСТВА, РАЗРАБОТВАНИ ПО ОТКРИТ НАЧИН

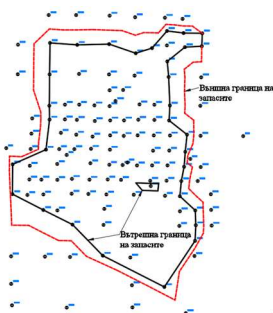
Кратки сведения за кварц-каолиновите находища

Каолиновите тела, в обекта на изследване, залягат почти хоризонтално на различна дълбочина. Те се характеризират със сложна морфология, променливи дебелина, размери и съдържание на полезни и вредни компоненти. Формата им се предопределя от контура на палеокарстовата долина и има елементи от пластови и гнездови тип. От дотук изложеното се разбира, че разработването на такъв тип находища е процес, изпълнен с трудности, поради сложния геоложки строеж и взаимовръзките между различните видове каолин.

1) Приложение на AUTOCAD CIVIL 3D при проучване и оконтуряване на запасите на находище на нерудни полезни изкопаемо, разработвани по открит начин

След първичната обработка на цялата предоставена разнородна по тип и съдържание информация, тя е приведена във вид, подходящ за директно използване в графична среда. В „Geotechnical Module” е създаден проект под кодово име „Каолиново находище“, в който са вмъкнати двете задължителни бази данни.

Едно от изискванията при оконтуряване на запасите и ресурсите е мрежата от детайлното проучване да е с предварително уточнен интервал, като това осигурява случаен характер на изследваните показатели. Разграничават се два типа контури – вътрешен, който минава по най-крайните сондажни изработки, които са пресекли кварц-каолиновата суровина, и външен, който минава през средата на линиите, свързващи точките от вътрешния контур с най-близките непродуктивни сондажи.

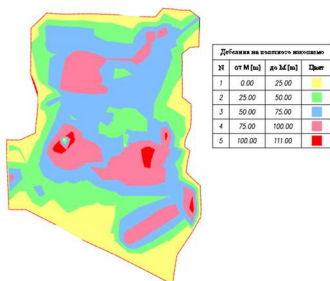


Фиг. 110. Вътрешен и външен контур на запасите Фиг. 112. Вертикален разрез в границите на запасите

➤ Представяне и анализ на вертикалната дебелина

В случая, наличието на ограничаващи повърхнини на едно и също тяло, позволява в реално време числено определяне на дебелината във всяка произволно избрана точка. Така дебелината в границите на тялото може да се онагледява по няколко начина, тъй като е базирана на т.нар. резултантна или обемна повърхнина. При изчисляването на запасите тя е функция на горната и долната ограничителна повърхност на тялото на полезното изкопаемо.

Изчисляване на обеми (количества минна маса и/или запаси) по метода на триъгълниците чрез AutoCAD Civil 3D



Фиг. 114. План на вертикалните дебелини, създадени чрез (Surface Analyze)

При равномерна плътност на проучвателните изработки триъгълниците са близки до равностранни. Междуконтурната ивица също се разделя на триъгълници, като от средата на страните във вътрешния контур се спускат перпендикуляри, а пресечната точка се свързва с най-близките периферни сондажи от вътрешния контур. Така находището се формира от триъгълни призми, като обемите (вкл. запасите) се изчисляват за всяка поотделно.

Тази постановка на задачата удовлетворява условието за пълно припокриване на триангулационните мрежи на горнището и долнището на кварц-каолиновото тяло, поради интервалния характер на сондажните ядки. Това освобождава програмата от

действия, свързани с изкуствено генерирани допълнителни страни на триъгълници, а оттук и компрометиране на точността на изчисленияте обеми. Изчислява се обемът, затворен между горната и долната повърхност на всеки триъгълник. Получават се n-брой обемни призми, като сборът им дава общия обем на полезното изкопаемо.

Обемът, заключен в дадена призма, се определя по формулата:

$$V = S \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}, m^3 \quad (5)$$

където:

- m_i - дебелина на полезното изкопаемо във всеки един ограничаващ триъгълниците сондаж;
- S - Площ на триъгълната повърхност.

Сумата от обемите на отделните призми съставя общия обем на кварц-каолиновото тяло в находището. Запасите от полезно изкопаемо в призмата се изчисляват по формулата:

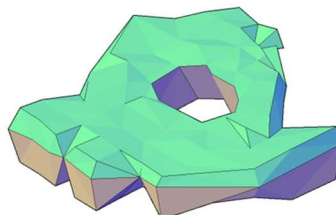
$$Q = S \frac{m_1 \rho_1 + m_2 \rho_2 + m_3 \rho_3}{3}, t \quad (6)$$

където ρ_i е средната плътност на полезното изкопаемо във всяка една изработка.

Кварц – каолиновата суровина условно е разделена на „Каолинов пясък със съдържание на глинесто вещество над 12%“, използван в порцелановата индустрия, и „Каолинов пясък със съдържание на глинесто вещество до 12%“, използван основно в стъklarството. Диференцирането им е вследствие на анализа на предоставените проби в лабораторен изпитателен комплекс (ЛИК). За краткост на изложението първият сорт кварц-каолинова суровина ще се представя с абревиатурата КП>12%, а вторият сорт – КП<12%. В ЛИК е определена средна плътност на КП>12% $\rho=1.90 t/m^3$ и на КП<12% $\rho=1.88 t/m^3$.



Фиг. 118 Контур на каолиновото тяло



Фиг. 119 Концептуален модел на КП>12%

Определянето на количеството запаси от кварц-каолинова суровина следва реда на работа при изчисляването на обеми, с необходимост от едно уточнение.

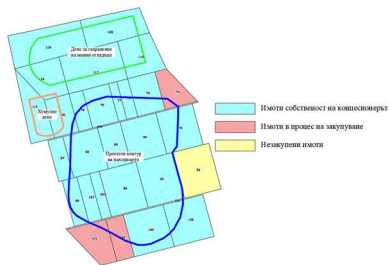
В панела за създаване на обемната повърхнина, програмата дава възможност за т.нар. „Cut and Fill Factor“, който при решаването на тази задача е показателят – средно обемно тегло на полезното изкопаемо, който може да бъде въведен интерактивно.

Таблица 19 – количество геоложки запаси

Количество запаси от КП<12%		Количество запаси от КП>12%	
Base Surface	КП<12% - Top	Base Surface	КП>12% - Top
Comparison Surface	КП<12% - Base	Comparison Surface	КП>12% - Base
Обемно тегло	1.88 t/m ³	Обемно тегло	1.90 t/m ³
Количество (t)	7317428 t	Количество (t)	2815701 t
Количество (m ³)	3892249 m ³	Количество (m ³)	1481948 m ³

Проект за разработване на находище на кварц-каолинова суровина по открит начин

Основна цел на всеки проект за разработване на дадено находище по открит начин е определяне на оптималния по форма и размери котлован и последователността на изземване на запасите, водещи до максимален нетен доход при добива на 1t полезно изкопаемо за срока на концесията. В условията на изследваното находище е изготвен проект за изземване на запасите по открит способ, при поставена цел максимално усвояване на количествата полезно изкопаемо.



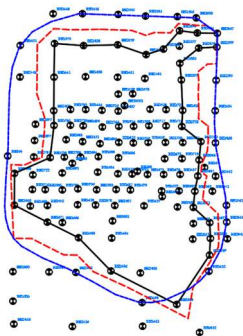
Фиг. 122. Статут на засегнатите имоти от проекта за разработване на находището

Определяне на краен проектен контур на рудника

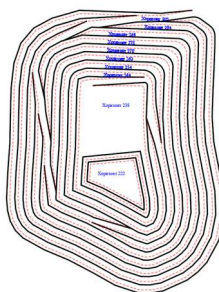
Определянето на крайния проектен контур на рудника е пряко свързано с развитието и на очуждителните мероприятия засягащи поземлените имоти, под които заляга полезното изкопаемо. На (фиг. 122) е показана схема, която има за основа част от поземлените имоти, попадащи в границите на находището и прилежащите му депо за съхранение на минните отпадъци и хумусно депо, които впоследствие ще бъдат използвани за рекултивация на засегнатите терени вследствие на минните работи.

Основният признак, по който е формиран крайният проектен контур на рудника, е границата на запасите и/или ресурсите на полезно изкопаемо в план и дълбочина. В конкретния случай те са известни и са определени по вече описаните методи. На база оконтурените граници на запасите, показани на фиг. 110 и фиг. 111, е построен и оптимален контур, който да осигури максималното им и рационално изземване.

В средата за проектиране на AutoCAD Civil 3D, изхождайки от тези параметри на разработване, е създаден оптимален, по форма и размери, котлован за добив по открит начин, с помощта на обекта „Feature Line” – „Характерна линия”.



Фиг. 123. Краен проектен контур на находището

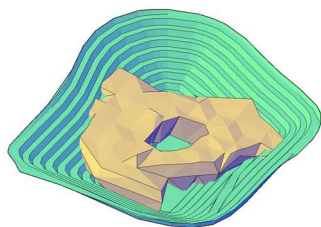


Фиг. 126. Планово положение на проекта

Съобразявайки се със статута на поземлените имоти, границите на запасите и параметрите на разработване, чрез характерна линия е създаден оптимален контур за изземане на запасите (фиг. 123). Построен е така, че да се осигури максимална дълбочина на разработване.

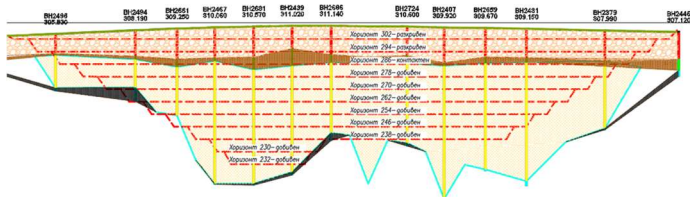
Триизмерният характер на характерните линии им дава възможност да бъдат включени като (Breaklines) в повърхнината. За целта е създадена повърхнина с име (Открит Добив), в която са вмъкнати горният и долният ръб на всеки хоризонт. Резултатът от това действие е повърхнинен модел на проекта, показан на фиг. 126.

Особено полезна е включената възможност на програмния продукт за съвместяване на отделни модели на обособени обекти, създадени в една и съща координатна и височинна система. В случая, след създаването на пространствения модел на открит рудник и модела на полезното изкопаемо (кварц-каолиново тяло) фиг. 128, е възможно лесно и бързо тяхното съвместяване. Използваните 3D



повърхнини при двата модела осигуряват изчисляване на граници, разстояния и обеми. На фиг. 129 е показан вертикален разрез по профилна линия I-I, илюстриращ развитието на минните работи в дълбочина. Така създадената основа позволява коректно и изключително облекчено календарно планиране във всички части на проектния рудник.

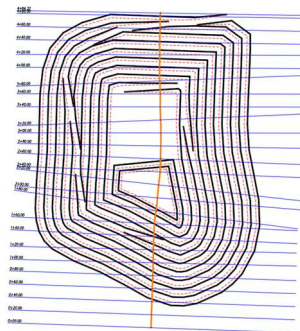
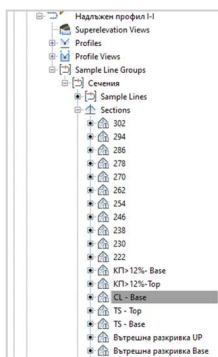
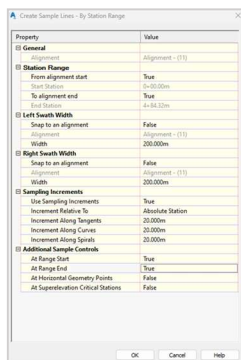
Фиг. 128. Повърхнинния модел на рудника, съвместен с модела на полезното изкопаемо (в случая Каолинов пясък за порцелановата индустрия)



Фиг. 129. Профил по профилна линия I-I, показващ развитието на минните работи в дълбочина

➤ Изчисляване на обем разкривката в границите на проекта за разработване

За осигуряване на добива на полезното изкопаемо е необходимо да бъдат изпълнени разкривни и подготвителни работи. Разкривните дейности имат за цел да отнемат почвения слой и скалите, покриващи полезното изкопаемо. Почвеният слой се изкопава и чрез автотранспорт и се депонира на хумусно депо. Съответно изкопаването и транспортирането на откривката е аналогично, но в по-големи количества. Размерите и разположението на депата зависят от количеството минни отпадъци, техния състав и статута на територията. При така създадените модели на рудника, обемите на откривката и почвения слой могат да се изчислят за всеки хоризонт, чрез създаването на профили и секущи линии. За целта, по вече създадената профилна линия I-I, се задава профил (фиг. 129), в който съставни повърхнини са горна и долна ограничителна повърхнина на хумусния слой, льоса, глината и повърхнината на всеки отделен хоризонт на рудника и се създават напречни сечения чрез обекта (Sample Lines).



Фиг. 130. Геометрични настройки

Фиг. 130а. Съставлящи повърхнини

Фиг. 131. напречните сечения

Изчисляването на обемите по профилни линии се осъществява в панела (Analyze) чрез менюто (Compute Materials). В случая, в основната разкривка участват хор. 302, хор. 294, хор. 286 и части от хор. 278, следователно като базови в

Edit Material List - Elements

Define material

Add new material: _____ Date type: Surface Select surface: 302

Add a sub-entry: _____

Material list

	Material Name	Condition	Quant.	Cost Factor	Fill Factor	Roll Factor	Shape
1	302 Inconel						Standard
2	302 Inconel						Standard
3	302 Inconel	Base					Standard
4	302 Inconel	Compens					Standard
5	302 Inconel	Compens					Standard
6	302 Inconel						Ongrues
7	302 Inconel						Ongrues
8	302 Inconel	Base					Ongrues
9	302 Inconel	Compens					Ongrues
10	204 Ongrues						Ongrues
11	204 Ongrues						Ongrues
12	204 Ongrues	Base					Ongrues
13	204 Ongrues	Compens					Ongrues
14	204 Ongrues						Ongrues
15	204 Ongrues	Base					Ongrues
16	204 Ongrues	Compens					Ongrues
17	204 Ongrues	Compens					Ongrues
18	204 Ongrues						Ongrues
19	204 Ongrues	Base					Ongrues
20	204 Ongrues	Compens					Ongrues
21	204 Ongrues	Compens					Ongrues
22	204 Ongrues						Ongrues
23	204 Ongrues	Base					Ongrues
24	204 Ongrues	Compens					Ongrues
25	204 Ongrues	Compens					Ongrues
26	204 Ongrues						Ongrues
27	204 Ongrues	Base					Ongrues
28	204 Ongrues	Compens					Ongrues
29	204 Ongrues	Compens					Ongrues
30	204 Ongrues						Ongrues
31	204 Ongrues	Base					Ongrues
32	204 Ongrues	Compens					Ongrues
33	204 Ongrues	Compens					Ongrues
34	204 Ongrues						Ongrues
35	204 Ongrues	Base					Ongrues
36	204 Ongrues	Compens					Ongrues
37	204 Ongrues	Compens					Ongrues
38	204 Ongrues						Ongrues
39	204 Ongrues	Base					Ongrues
40	204 Ongrues	Compens					Ongrues
41	204 Ongrues	Compens					Ongrues
42	204 Ongrues						Ongrues
43	204 Ongrues	Base					Ongrues
44	204 Ongrues	Compens					Ongrues
45	204 Ongrues	Compens					Ongrues
46	204 Ongrues						Ongrues
47	204 Ongrues	Base					Ongrues
48	204 Ongrues	Compens					Ongrues
49	204 Ongrues	Compens					Ongrues
50	204 Ongrues						Ongrues
51	204 Ongrues	Base					Ongrues
52	204 Ongrues	Compens					Ongrues
53	204 Ongrues	Compens					Ongrues
54	204 Ongrues						Ongrues
55	204 Ongrues	Base					Ongrues
56	204 Ongrues	Compens					Ongrues
57	204 Ongrues	Compens					Ongrues
58	204 Ongrues						Ongrues
59	204 Ongrues	Base					Ongrues
60	204 Ongrues	Compens					Ongrues
61	204 Ongrues	Compens					Ongrues
62	204 Ongrues						Ongrues
6							

[illegible]

Съществува възможност и за извеждане на междинни и крайни/обобщени резултати, организирани в табличен вид (табл.20).

ОПРАВКА НА ПОРОСКИ 286			ОПРАВКА НА ПОРОСКИ 286			ОБЕМ ХИМС			ОБЕМ ХИМ		
СТАНДАРТ	ОБЕМ В ПОРОСКИ м ³	ОБЩ ОБЕМ м ³	СТАНДАРТ	ОБЕМ В ПОРОСКИ м ³	ОБЩ ОБЕМ м ³	СТАНДАРТ	ОБЕМ В ПРОИЗВОД м ³	ОБЩ ОБЕМ м ³	СТАНДАРТ	ОБЕМ В ПРОИЗВОД м ³	ОБЩ ОБЕМ м ³
0+0:00	0.00	0.00	2+60:00	34970.91	192771.35	0+0:00	0.00	0.00	2+60:00	6584.10	52878.00
+0+20:00	0.00	0.00	2+80:00	34305.32	227016.67	+0:20:00	0.00	0.00	2+80:00	6412.15	52921.02
0+40:00	0.00	0.00	3+00:00	32717.71	259734.38	0+40:00	73.76	73.76	3+00:00	6360.39	63653.40
0+60:00	0.00	0.00	3+20:00	34659.49	294393.87	+0:60:00	2831.19	2904.94	3+20:00	6276.27	71927.67
0+80:00	2637.81	2637.81	3+40:00	36117.27	335051.14	+0:80:00	5586.75	6793.70	3+40:00	7062.15	78989.83
0+100:00	7368.92	10006.73	3+60:00	37834.05	363453.18	+1:00:00	5655.34	14449.04	3+60:00	6885.18	85877.98
+1:20:00	13498.61	23505.34	3+80:00	38011.84	406357.02	+1:20:00	5560.74	20099.78	3+80:00	6134.27	92012.25
0+140:00	23385.26	46890.60	4+00:00	34754.21	441111.24	+1:40:00	6228.35	26232.12	4+00:00	6095.99	98108.24
1+60:00	14762.87	61653.48	4+20:00	31482.92	472594.16	1+60:00	6228.35	29523.25	4+20:00	6079.27	101810.51
1+80:00	20572.35	82225.82	4+40:00	29589.99	502164.14	+1:80:00	3300.05	32823.30	4+40:00	6009.52	110197.03
2+00:00	19427.75	101653.57	4+60:00	14470.53	516854.68	+2:00:00	3446.20	36269.51	4+60:00	5656.53	115853.56
2+20:00	19244.11	120897.68	4+80:00	0.00	516854.68	+2:20:00	3338.68	39653.19	4+80:00	4353.27	120066.83
2+40:00	36842.76	157740.44	4+84:32	0.00	516854.68	2+40:00	6641.58	42594.74	4+84:32	4353.27	120066.83

➤ **Изчисляване обема на Каолинов пясък за порцелановата индустрия и на вътрешните стерилни прослойки в границите на проекта за разработване**

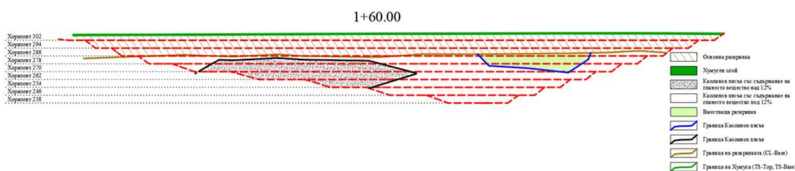
Аналогично на описанието за прилагане на метода за изчисляване на обема откривка, е подходено и при похоризонтното изчисляване на количествата КП>12% и на вмесените стерилни прослойки. Необходимо е сеченията да се допълват с ограничителни линии (основа за създаване на ограничителни повърхнини) между полезното изкопаемо и стерилните прослойки, а в менюто (Compute Materials) отново се задават критериите за изчисляването на отделните обособени обими. Особено

внимание трябва да се обърне на това, че се поставят допълнителни критерии за всеки един хоризонт, касаещи вида на тази част от минната маса, която ще се изчислява. На фигура 135 са показани два частни случая на изчисляване, когато в границите на един хоризонт се засичат горната и долната ограничителна повърхнина на каолиновия пясък.

Material Name	Condition	Quantity	Cut Factor	Fill Factor	Refill Factor	Shape
238 Каолинов пясък						
240 Каолинов пясък						
242 Каолинов пясък						
Ниско-Ниско			Earthwork...			Кат.
270	Base					
260	Compaction					
Каолинов Пясък Base	Compaction					
254 Каолинов пясък						
270 Каолинов пясък			Earthwork...			Кат.
Ниско-Ниско						
270	Base					
260	Compaction					
Каолинов Пясък Base	Compaction					
Каолинов Пясък Top	Base					
270 Каолинов пясък			Earthwork...			Кат.
Ниско-Ниско						
260	Base					
270	Compaction					
Каолинов Пясък Base	Compaction					
Каолинов Пясък Top	Base					
238 Каолинов пясък						

Фиг.135. Схема на похоризонтното изчисление на обема КП>12%

Този частен случай налага вмъкване на допълнителни повърхнини. При ситуацията на хоризонт 270, като ограничаващи повърхнини се взимат тези на хоризонт 278 и Горната ограничителна повърхнина на КП>12%, а за сравняеми – тези на хоризонт 270 и долната ограничителна повърхнина на КП>12%. Това действие изолира обема от разглеждания тип суровина спрямо обема на целия хоризонт, в противен случай ще се получи обратния ефект – ще се изолира обемът на целия хоризонт спрямо този на полезното изкопаемо. Аналогична е ситуацията и при хоризонт 278, който пък от своя страна обхваща в границите си, както откривка и полезно изкопаемо, така и вмесените стерилни прослойки. Стилът и оформлението на доклада от изчисленията са аналогични на този от табл. 20. Относно визуализацията на сеченията, на следващата фигура - фиг. 136 са показани допълнените сечения представени на фиг. 133.



Фиг.136. Визуализация на напречно сечение с хектометраж 1+60.00 и заключените обими по хоризонти в него

От изложението дотук се вижда липсата на прилагането на повърхнинни модели, изразяващи залягането на втория сорт каолинов пясък, използван в

[illegible]
$$V_{KK \text{ обш}} - (V_{KP>12\%} + V_{BP}) = V_{KP<12\%}, \quad (7)$$

- $V_{\text{KK Общ}}$ - обем минна маса в границите на находището;

$V_{\text{КП}} \leq 12\%$ - Обем Каолинов пясък със съдържание на глинесто вещество под 12%.

Следва да се отбележи, че формулата е ефективна единствено и само при достатъчно добре изучено находище, с ясно дефинирани граници на различните типове от полезно изкопаемо, и стерилни включения. В противен случай достоверността на получените резултати намалява пропорционално на степента на неопределеност, а от там и надеждността на крайните резултати.

Хоризонт	Извлекаемые запасы п ^т			Разливания п ^т			Хумус п ^т	Минная масса п ^т
	Каолинов пясък съ съдържание на глинисто вещество над 12%	Каолинов пясък съ съдържание на глинисто вещество под 12%	Общо количество извлекаемые запасы	Вътрешна	Основна	Общо количество		
302	0	0	0	0	744619	744619	120566	865185
294	0	0	0	0	886490	886490		886490
286	0	133785	133785	45957	595383	641340		775125
278	150873	333850	484723	124064	65025	189089		673812
270	298189	131857	430046	99150	0	99150		529196
262	244842	122708	367550	62074	0	62074		429624
254	193489	113146	306635	32600	0	32600		339235
246	129895	105274	235169	22951	0	22951		258120
238	52836	125059	177895	8503	0	8503		186398
230	8631	44560	53191	0	0	0		53191
222	0	32100	32100	0	0	0		32100
Общо	1078755	1142339	2221094	395299	2291517	2686816	120566	5028476

След направените уточнения е съставена обобщена таблица (табл. 21), в която условно е разделена суровината на „Извлектаеми запаси“, които възлизат на 1 078 755 m³ – Каолинов пясък за порцелановата индустрия, 1 142 339 m³ – Каолинов пясък за стъкларски цели, или общо количество суровина – 2 221 094 m³ и „Разкривка“, която възлиза на 2 686 816 m³, при съотношение $\frac{\text{Разкривка}}{\text{Добив}} = 1.21$. При тази стойност на коефициента, запасите могат да се класифицират като целесъобразни за разработване към настоящия етап.

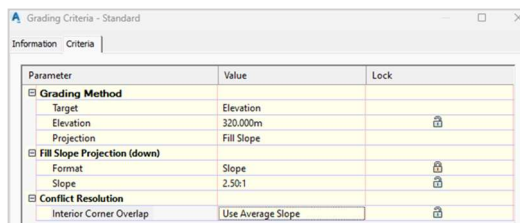
- **Депа за съхранение на минни отпадъци. Местоположение и транспортна мрежа**

Предвид технологичните условия и наличието на придобити поземлени имоти в обхвата на концесионната площ, е предложено външно насипище с площ 109 000 m², което, спрямо проекта за разработване на находището, трябва да събере 2 686 816 m³ и депо за временно съхранение на хумусния материал с площ 15 260 m², което спрямо изчислените количества почвен материал ще побере 120 566 m³. Съществено значение при проектирането на такива съоръжения е и тяхното местоположение. В общия случай то трябва да бъде съобразено с редица фактори, касаещи опазването на околната среда, безопасността при изграждането и рекултивацията му, естествените форми на прилежащия терен и не на последно място икономическите фактори, определящи разходите за изграждането, вкл. транспортните, и последващото му рекултивиране.

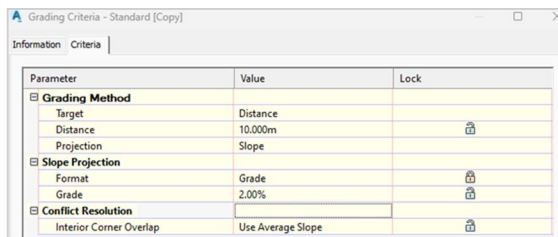
- **Депа за съхранение на минни отпадъци. Метод на проектиране**

AutoCAD Civil 3D разполага с инструментите от менюто (Grading). Те служат за съставяне и контрол на вертикални модели, базирани на (Feature Line). За разлика от класическите характерни линии, вертикалните модели в AutoCAD Civil 3D притежават множество от критерии за проектиране, като например задаване на линии с постоянен наклон, задаване на линии до определена повърхнина с определен наклон, задаване на линии с определен наклон до дадена кота и т.н.

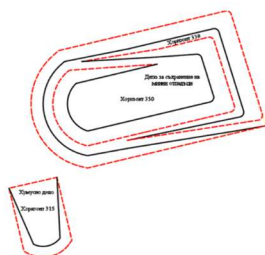
За основа на вертикалното проектиране е взет повърхнинен модел на естествения терен под двете съоръжения. След като основата на депата е определена височинно, следва да се дефинира височината на насипищното стъпало и наклона му. Изхождайки от параметрите на системата на разработване са предвидени височина 30÷50 m и наклон 35°. Интеграцията на тези параметри се осъществява чрез критериите за планиране в менюто „Grading“ (фиг. 142 и фиг. 143)



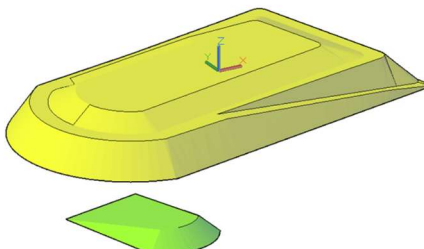
Фиг. 142. Критерии за проектиране на насищно стъпало



Фиг. 143. Критерии за проектиране на транспортна площадка



Фиг.144. План на СМО



Фиг.144а. Повърхнинен модел на СМО

В последния етап е изготвено контролно определяне на обема, заключен в проектните модели. Изведен е и доклад за стойностите от изчисленията от менюто (Volume Dashboard) – фиг. 145. Предвидено е част от разкривката да бъде използвана за нуждите на инфраструктурата около находището.

Name	B	Style	2d Area(sq.m)	Cut(adjusted)/(Cu...	Fill(adjusted)/(Cu...	Net(adjusted)/(Cu...	Net Graph
☒ Откривка	Обем		108907.76	0.00	2681746.28	2681746.28<Fill>	
☒ Хумус	Терен		15260.38	0.00	128251.22	128251.22<Fill>	

Total Cut: 0.00 Cu. M.
Total Fill: 2809997.50 Cu. M.
Net: 2809997.50 Cu. M.

Фиг.145. Доклад за изчислените обеми, заключени в границите на съоръженията за минни отпадъци

Изводи:

- При проектирането на рудника по-удачен и бърз метод е използването на (Feature Line) с възможността си за пространствен (Offset), спрямо (Grading), при който последователното натрупване на (Grading) елементи нахвърля модела, а това води до неточно изчисление на извлекаемите запаси и основната разкривка.
- Добра практика в условията за проектиране на депата за съхранение на минни отпадъци е използването на възможностите на "Grading", който предоставя възможност за контрол на елементите на откосите и обемите.
- Определяне количеството на извлекаемите запаси по качества, е реализирано чрез множество вертикални сечения по определена ос и заложените критерии за изчисление на обеми в тях. Тази методика има приложение и при експлоатацията на находището за обслужване на контактните хоризонти.
- Разработването на находището е удачно при изчислени извлекаеми запаси от 2221094 m³, спрямо разкривни дейности, възлизащи на 2686816 m³.

IV.6. ПРИЛОЖЕНИЕ НА AUTOCAD CIVIL 3D ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ ЕКСПЛОАТАЦИЯТА НА НАХОДИЩА НА НЕРУДНИ ПОДЗЕМНИ БОГАТСТВА РАЗРАБОТВАНИ ПО ПОДЗЕМЕН НАЧИН

Икономическата ефективност на находищата, разработвани по открит начин, по отношение на капиталните вложения и приходите, отнесени към продажбата на 1 тон готова продукция, е сравнително висока. Абстрахирайки се от пазарната конюнктура, като променлива в уравнението остава количеството добита суровина. При този вариант начин на добив се наблюдават значителни загуби, заключени в бордовете, а в комбинация с големите количества откритка, които трябва да се преместят, се поставя и въпроса за имотния ресурс, нужен за депонирането ѝ. В рамките на проучения участък, паралелно с проекта разгледан в предходната точка, е изготвен и проект за добив на кварц-каолиновата суровина по подземен начин. В проекта е предвидено изземването на запасите да се реализира чрез механизирани добив и система на експлоатация подетажно обрушаване.

1) Проект за разработване на находище за кварц-каолинова суровина по подземен начин

Минно-капитални работи

Прието е участъкът да бъде разкрит чрез Наклонена извозна шахта (НИШ) с наклон 23°, чието устие започва от кота 300.60 m и достига до хоризонт 222.00 m (формата на сечението и размерите са показани на фиг. 146). По цялата ѝ дължина се предвижда монтиране на гумено-лентов транспортър (ГЛТ), релсов път за обслужване на транспортъра и пешеходно отделение. Като основна капитална изработка, предвид дългия период на съществуване на рудника е избрано закрепване с бетон, при дебелина на стените 0.25 m.

Наклонена шахта (Капитална 1) се залага на повърхността на кота 300.00 m с наклон от 23°, и ще се прокарва до хоризонт 252. Тя е разкриваща за централните запаси на суровината и ще служи за транспорт на необходимите материали за строителството и в процеса на експлоатация чрез жп транспортна система.

Наклонена шахта (Капитална 2) се залага на повърхността на кота 300.60 m с наклон от 25° и ще се прокарва до хоризонт 222. Като вид крепеж и предназначение тя е аналогична на Капитална 1.

Травербан на хоризонт 252 – започва на кота 251.40 m с дължина 50 m и лек наклон до двата рудоспусъка на хор. 252. По този травербан от дозаторните устройства на рудоспусъците ще се извозва суровината от всички по-горе лежащи хоризонти. Снабден е с ГЛТ, който ще претоварва материала в този монтиран в НИШ. Формата и размерите на сечението и вида на крепежа му са същите като на НИШ.

Травербан на хоризонт 222 – в етапа на разработване, непосредствено след приключване на добивните дейности на хор. 252, следва да се прокара травербан и на хоризонт 222. Той започва от кота 221.40 m с дължина 50 m като отново с лек наклон достига до рудоспусъците, които осигуряват претоварване на добитата суровина от експлоатационните хоризонти над хор. 222. Оборудването на травербана е аналогично с това на НИШ.

Параметри на системата за разработване

Предвидената система на разработване е „Подетажно обрушаване“ с едностранни и двустранни заходки е със следните параметри:

Височина на подетажа 6 m;

Дължина на заходките до 25÷35 m;

Дължина на заходовия стълб до 150 m;

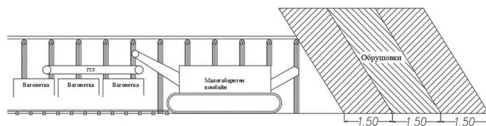
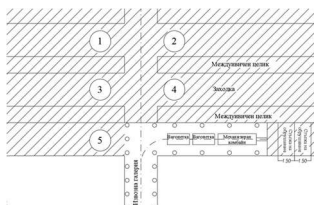
Ширина на охранителните целици между заходките 1.5÷2 m;

Разположение на заходките спрямо стълбовата галерия – перпендикулярно;

Добивът и натоварването на полезното изкопаемо са механизирани, чрез малогабаритен комбайн, снабден с шнеков изпълнителен орган, осигуряващ използването му както за попълнен добив, така и при изземане на подетажния целик. При отстъпване от забоя се погасяват и междувивчните целици, което би осигурило намаляване на загубите.

Претоварното устройство е предназначено за претоварване на отбитата суровина във вагони или на ГЛТ.

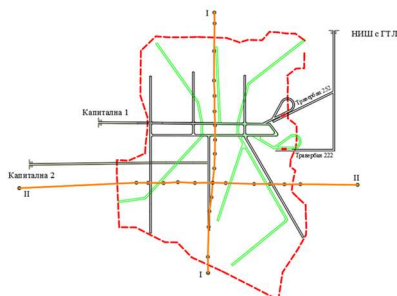
Транспортът на добитото полезно изкопаемо и стерилната минна маса от забоите до капиталните рудоспусъци се предвижда да се извършва посредством рудничен жп транспорт (фиг. 149, фиг. 150), а транспортирането от рудоспусъците до промишлената площадка на повърхността, чрез ГЛТ.



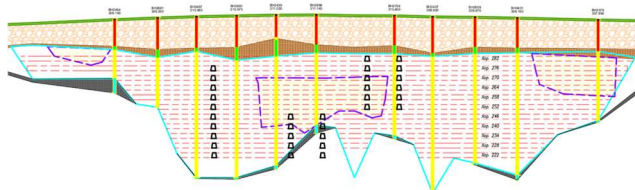
Фиг. 149. Схема на изземване и товарене

Фиг. 150. Разрез по оста на заходката

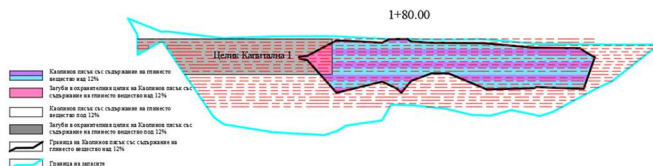
В средата за проектиране на AutoCAD Civil 3D, предвид параметрите на системата с подетажно обрисуване, е изготвен проект за разработване на находището по подземен начин. Затова тримерният модел на рудника е направен чрез характерни линии (Feature Lines), като първо са дефинирани капиталните разкриващи изработки – наклонени шахти Капитална 1, Капитална 2 и Извозна шахта с ГЛТ. По направление границата на запасите с наклони от 23° за Капитална 1 и Наклонена шахта с ГЛТ, и 25° за Капитална 2, се построяват в дълбочина. От характерните линии, дефиниращи границите на минните изработки, са създадени повърхнинни модели, които изграждат цялостния модел на рудника.



Фиг. 151. План на капиталните и на част от подготвителните изработки



Фиг. 152. Профил по профилна линия I-I, показващ развитието на минните работи в дълбочина



Фиг. 157. Визуализация на напречно сечение с хектометраж 1+80.00, показващо заключените обеми по хоризонти

Извлекемите запаси от $KP > 12\%$ са разпределени в интервала между 30 000 m^3 и 200 000 m^3 , като най-голямо количество е предвидено да се добие на хоризонти 264 и 270. Изчислените загуби бързо нарастват с навлизане в дълбочина, като при хоризонти 240 и 234 достигат до и над 25%. Количеството на каолиновата суровина за стъklarската индустрия е в интервал 150 000 m^3 – 250 000 m^3 , като разпределението им по хоризонти е сравнително равномерно. Делът на загубите отново нараства в дълбочина, но не надвишава 18%. При тази система на разработване са изчислени общо извлекемии запаси от $KP > 12\%$ 1185456 m^3 при средна стойност на загубите 9% и общо извлекемии запаси от $KP < 12\%$ 2279327 m^3 при средна стойност на загубите 9%. За целия срок на експлоатация дейностите по отделяне на стерилната минна маса възлизат на 505643 m^3 .

Таблица 22 – разпределение на извлекемите запаси, вътрешната стерилна маса и загубите по хоризонти

Хоризонт	Каолинов пясък със съдържащи се титанови оксиди над 12%	Външна стерилна маса с титанови оксиди над 12%	Извлекаеми запаси		Загуби в проценти, %	Извлекаеми запаси		Загуби в проценти, %	Общ извлекаеми капацитет	Разлика п.	Минна маса п.	
			Каолинов пясък със съдържащи се титанови оксиди над 12%	Външна стерилна маса с титанови оксиди над 12%		Каолинов пясък със съдържащи се титанови оксиди над 12%	Външна стерилна маса с титанови оксиди над 12%					
282	3800	1421	20465	24486	10%	214188	15500	7%	231348	44334	275882	
276	137770	8017	166770	262810	5%	262810	20830	8%	408773	114885	523658	
270	24440	10144	294206	197857	7%	17366	17366	8%	33360	11330	20885	
264	235565	11399	203739	166916	5%	51691	145757	7%	158331	115453	47882	
258	39665	12617	116848	210913	4%	210913	13242	15671	7%	382119	65544	448073
252	70967	11131	171896	205173	7%	168130	205339	7%	244225	25482	41797	
246	12827	23384	109440	268739	18%	268739	20998	24743	8%	357184	15485	372649
240	107386	23561	83254	250485	31%	250485	56691	224781	10%	309991	8319	318311
234	54816	14541	40773	250487	24%	250487	86712	21889	15%	254679	293	254972
228	0	0	0	240842	0%	240842	48994	197051	18%	197051	0	197051
222	0	0	0	191364	0%	191364	4811	187469	2%	187469	0	187469
Общо	1103408	117952	1185456	2605773	9%	2282408	2279327	9%	3464783	505643	3970426	

Таблица 23 – съпоставка между производителността на двете системи за разработване

Добивна/разкривна дейност	$KP > 12\%$, m^3	$KP < 12\%$, m^3	Основна разкривка, m^3	Вътрешна разкривка, m^3	Хумус, m^3
Открито разработване	1078755	1142339	2291517	395299	120566
Подземно разработване	1185456	2279327	0	505643	0
Разлика m^3	106701	1136988	2291517	110344	120566
Разлика %	9%	50%		22%	

На базата на резултатите в таблица 21 и таблица 22 е съставена обобщена такава, с цел да съпоставят двете системи на разработване, от гледна точка на максималните експлоатационни технически показатели, които могат да се постигнат при разработването на находището. При съпоставка на извлекемите запаси от каолинов пясък за порцелановата индустрия се получава малка разлика от 9 % (малко над 100000 m^3) в полза на системата с подетажно обрушаване. Относно

извлеканите запаси от каолинов пясък за стъкларската индустрия се получава разлика от 50% (или малко над 1100000 m³). Това се дължи главно на параметрите на разработване на находища по открит начин. Като се вижда от фиг. 127 с навлизане в дълбочина площта на работните площадки последователно намалява, поради изискванията за безопасност, свързани с устойчивостта на неработните бордове във времето. Това води до неизбежни загуби на полезно изкопаеми, които остават „затворени“ в тях. Относно „откривните“ дейности при подземното разработване те се ограничават само в премахването на вътрешната стерилна маса, която в случая е с 22% повече (или малко над 100 000 m³), докато при системата за разработване по открит начин се предвижда премахването на хумусен слой, основна разкривка и вътрешна стерилна маса, която обобщена под наименованието „Разкривни дейности“, възлиза на 2 807 382 m³. Това изисква изпълнение на дейности по депонирането ѝ в депа за съхранение на минни отпадъци, което от своя страна налага неизбежни мероприятия по закупуване и отчуждаване на поземлени имоти.

Изводи:

AutoCAD Civil 3D успешно може да се приложи в изготвяне на проектите за разработване на находища и по подземен начин. В основата на проектирането е обектът (Feature line) и неговите инструменти за редакция (Stepped Offset и Elevation from Surface). Чрез задаване на специфични критерии за изчисляване на обеми могат да се определят количествата извлекани запаси от двата сорта каолин, вместените прослойки - стерилна маса и загубите в охранителните целици. На база обобщените таблици (табл. 22 и табл. 23), са направени изводи, които показват по-висока ефективност на система за разработване с подетажно обрушаване въпреки загубите, които остават блокирани в охранителните целици.

Следва да се отбележи, че при избора на система за разработване основният използван критерий е себестойността на 1 тон каолин. Разработката няма за цел да покаже икономическата ефективност на една или друга система за разработване, която от своя страна е съвкупност от много различни и неустойчиви във времето фактори. Целта ѝ е да даде основи на методика за избор и обезпечаване на проектирането на такъв тип системи и количественото им остойностяване на извлеканата част от полезното изкопаемо, залягащо в земните недра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Управлението на минно предприятие е отговорна и сложна задача. Във всички етапи на съществуването му – проучване на находището, проектиране, оптимално планиране развитието на минните работи, провеждането на безопасна експлоатация и ефективен добив с минимални загуби и т.н., всички тези дейности се нуждаят от актуална, точна и пълна информация за пространственото положение и качествените показатели на всички елементи от системата „рудник – природна среда“. Тази информация се осигурява от геолого-маркшайдерския отдел на минно-добивното дружество предимно чрез регламентирани стандартни методи и технически средства, използвайки най-вече аналогови източници, а в последните години все повече и повече чрез съвременни технологии. Специализирани софтуерни продукти организират, управляват и съхраняват многобройните и разнородни данни като формират Базата данни на минно-добивното предприятие.

Представената разработка изследва възможността за приложение на неспециализиран за минния добив софтуер – AutoCAD Civil 3D.

Извършена е апробация и оценка на софтуерните му възможности за създаване на подходяща CAD среда за генериране на качествена и количествено точна информация за нуждите на маркшайдерското осигуряване при подземно разработване на находища.

Въз основа на анализ на възможностите на цифровите модели, CAD системите и Базите от данни, са решени редица маркшайдерски задачи за разработвани по подземен начин жилни рудни находища, пластови въглищни находища и находища на нерудни подземни богатства.

Разработени са реални модели за условията на:

- рудник „Крушев дол“, „ГОРУБСО МАДАН“ АД;
- рудник „Черно море – 2“ (по данни от геолого-маркшайдерска документация преди закриване на рудника);
- кварц-каолиново находище.

Използвайки възможностите на AutoCAD Civil 3D за изграждане на моделите и решените маркшайдерски задачи, свързани с управлението, интерпретацията на пространствени данни, проектирането и отчитането на минно-техническите дейности в минно-добивните дружества, са създадени полезни, информативно богати, точни и с висока приложна стойност визуализации. Чрез тях са извършени интерпретации и са получени резултати – основание за оценки и коментар на получените решения.

С разработената методика за използване и прилагане на AutoCAD Civil 3D и със създадените модели за реални минни обекти, са решени поставените задачи, с което е постигната целта на дисертационния труд.

ПРЕТЕНЦИИ ЗА НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Въз основа на научно-изследователска работа, приложни изследвания и резултати от тях, представени в дисертационната работа, може да се формулират следните научно-приложни приноси:

1. Анализирани и оценени са софтуерните възможности за създаване на подходяща CAD среда с цел генериране на качествена и количествено точна информация за нуждите на маркшайдерското осигуряване при подземно разработване на находища.
2. Използвани са възможностите на неспециализиран софтуер AutoCAD Civil 3D за решаване на редица маркшайдерски задачи в условията на подземното разработване, при наличието на аналогов модел, като са създадени коректни и точни модели на природните условия и на минните изработки. Създаден е протокол (ред за работа) при подготовка на данните и избор на конкретна маркшайдерска задача, изчисляване на обеми с отчет на количествата (за смяна и за друг период), измерване на разстояния, определяне на трасировъчни елементи и др.
3. Чрез допълнителния модул Geotechnical module е предложен и апробиран модел на работа, чрез който се определят елементите на залягане на полезното изкопаемо за различни природни и минно-технически условия:
 - За условията на жилни рудни находища;
 - За условията на пластови въглищни находища;
 - За находища на нерудни подземни богатства.
4. Определени са основите на методика за осигуряване проектирането на система за разработване и количествено остойностяване на извлекаемата част от полезното изкопаемо, залягащо в земните недра. Чрез AutoCAD Civil 3D е създаден проект за разработване на находище по открит и подземен начин – система на разработване, модел на капиталните изработки, проектиране на депа за минни отпадъци, модел на транспортна мрежа и т.н.
5. На база софтуерния продукт Geotechnical module е предложена методика за изчисляване на геоложки запаси в условията на система от повърхнинни обекти, както и подходяща визуализация и интерпретация на резултатите.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Тодоров, Н., Предложение за допълваща методика за измерване, определяне и интерпретация на данните от изследвания на деформационни изменения на земно-насипна стена на хвостохранилище, Сборник доклади от VIII национална научно-техническа конференция с международно участие „Технологии и практики при подземен добив и минно строителство“, гр. Девин, 4-7 Октомври 2022 г, ISSN: 1314-7056
2. Тодоров, Н., AutoCAD Civil 3D, графична среда за решаване на някои маркшейдерски задачи за условията на рудник „Крушев дол“, Сборник доклади от XI международна конференция по геомеханика, гр. Варна 19-23 Септември 2022 г, ISSN: 1314-6467
3. Тодоров, Н., Резултати от нововъведена методика за определяне устойчивостта на земно-насипна стена на хвостохранилище по данни от геодезически и хидроложки измервания, Сборник с доклади от XXXIII международен симпозиум „Съвременните технологии, образованието и професионалната практика в геодезията и свързаните с нея области“, гр. София, 1-3 Ноември 2023г, ISSN: 2367-6051
4. Тодоров, Н., Geotechnical module, един алтернативен инструмент за определяне елементите на залягане на подземното изкопаемо в условията на въглищни и жилни находища, Сборник доклади от Национална научно-техническа конференция „Екологични аспекти в минерално-суровинния отрасъл на България“, гр. Етрополе, 16-17 Май 2024 г, ISBN: 978-619-7777-00-0

SUMMARY

Topic: Application of Non-Specialized Software in Mine Surveying Support for Underground Deposit Exploitation

Autor: Nedko Todorov Todorov

This dissertation thesis addresses the contemporary problem of high licensing fees for specialized mining software, which restricts the potential for comprehensive digital mine surveying support in mining enterprises. The main objective is to analyze and demonstrate the full applicability of non-specialized CAD software, specifically AutoCAD Civil 3D, as a complete and cost-effective alternative for mine surveying needs in underground mining operations. A methodology for utilizing Civil 3D was developed, including the creation of a specialized CAD environment. This methodology was approbated using real mine sites (Krushev Dol ore deposit, Chernomorec-2, etc.). The tasks solved encompass digitization and georeferencing of analog mine plans, creation of 3D spatial models of workings, volume calculation, advance control, and determination of structural elements (dip, thickness) and discontinuities. The main scientific and practical contribution is the establishment of AutoCAD Civil 3D as a reliable and economically viable software foundation for the comprehensive solution of mine surveying tasks, providing high-quality and quantitatively accurate spatial information.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Анастасова, Й. Лекционен курс по СУБД. МГУ "Св. Иван Рилски". София
3. Бегновска, М. Съвременни методи, технологии и средства в маркшайдерското осигуряване на минни обекти. МГУ "Св. Иван Рилски", София, 2022
4. Боев, К. Минна геометрия. Университетско издание Св. Климент Охридски, София, 2012
6. Димитров, Г. Бази от данни и приложения за работа с тях. Издателство „Про-лангс“, София, 20147. Иванов, И., И. Василев, Г. Петров, Д. Бенов. Развитие на системата АСМО модул в рудник Елаците. Годишник на Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски". Том 64, София, 2021, с. 37- 42
8. Куцаров, К. Научни аспекти и анализ на принципа на прилагане на специализиран минен софтуер в подземни рудници
11. Маждраков, М. Методика на маркшайдерските работи в откритите рудници. Университетско издателство "Св. Климент Охридски", София, 2007.
12. Маждраков, М. Д. Бенов, Г. Трапов. Автоматизирано планиране на развитието на минните работи в откритите рудници. Издателска къща „Св Иван Рилски“ – София.
13. Маждраков, М., Ил. Иванова. Геодезия. Издателство на ШУ "Епископ Константин Преславски", Шумен 2014
14. Михалев, С. Анализ на нормативите за маркшайдерско осигуряване в р-к "Челопеч". Автореферат на дисерт. Труд. МГУ "Св. Иван Рилски", София, 2021
16. Петров, Д. Лекционен курс по САД системи. Шуменски Университет "Епископ Константин Преславски" - катедра "Геодезия"
20. Христов, И. Минна геометрия. Техника. София, 1974
22. Шумаров, П. Практическо ръководство по AutoCAD Civil 3D 2008. КАД Пойнт ЕООД, София, 2007
25. <https://www.geomedia.bg/geodesia/metodi-za-kalibrirane-na-rasterni-izo/>
30. <https://www.augi.com/articles/detail/autodesk-civil-3d-exploring-the-geotechnical-module>
39. <https://www.it.souprovadia.info/node/233>