



МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. ИВАН РИЛСКИ”

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

Маг. инж. Сергей Митев Михалев

**АНАЛИЗ НА НОРМАТИВИТЕ ЗА МАРКШАЙДЕРСКО ОСИГУРЯВАНЕ В Р-К
„ЧЕЛОПЕЧ”**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертационен труд за присъждане 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. Станислав Топалов**

СОФИЯ, 2021 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Разширен катедрен съвет на катедра „Маркшайдерство и Геодезия“ към Миннотехнологичен факултет на МГУ „Св. Иван Рилски“, София, на 28.05.2021 г., съгласно Ректорска заповед № Р-401 от 19.05.2021 г.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои пред Научно жури, утвърдено със заповед № Р- 479 от 10.06.2021 г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“ и ще се проведе на 16.07.2021 г. от 10:00 часа в зала 204А на Миннотехнологичен факултет, МГУ „Св. Иван Рилски“, София.

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. Проф. д-р инж. Ивайло Георгиев Копрев - п.н. 5.8. Проучване, добив и обработка на полезни изкопаеми , (МГУ) - председател
2. Проф. д-р Илинка Методиева Иванова - п.н. 5.7. Архитектура, Строителство и Геодезия, (външен за МГУ)
3. Проф. д.ик.н Андрей Иванов Андреев - п.н. 5.7. Архитектура, Строителство и Геодезия, (външен за МГУ)
4. Доц. д-р Мила Стоянова Атанасова-Златарева - п.н. 5.7. Архитектура, Строителство и Геодезия (НИГГГ) - външен за МГУ.
5. Доц. д-р Александър Евтимов Цонков - п.н. 5.7. Архитектура, Строителство и Геодезия (МГУ)

Резервни членове:

1. Доц. д-р Аспарух Красенов Камбуров - п.н. 5.7. Архитектура, Строителство и Геодезия (МГУ)
2. Проф. д-р инж. Юрий Иванов Дачев - п.н. 5.7. Архитектура, Строителство и Геодезия (ВВМУ) – външен за МГУ

РЕЦЕНЗЕНТИ:

1. Проф. д-р инж. Ивайло Георгиев Копрев - п.н. 5.8. Проучване, добив и обработка на полезни изкопаеми , (МГУ)
2. . Проф. д-р Илинка Методиева Иванова - п.н. 5.7. Архитектура, Строителство и Геодезия, (външен за МГУ)

Дисертантът е редовен докторант към катедра „Маркшайдерство и Геодезия“ на Миннотехнологичен факултет.

Автор: маг. инж. Сергей Митев Михалев

Заглавие: Анализ на нормативите за маркшайдерско осигуряване в р-к „Челопеч“

Тираж: 25 броя

Отпечатано в Издателска къща „Св. Иван Рилски“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, София.

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Непрекъснато нарастващите темпове на добив в много находища на подземни богатства налагат съответно ниво на маркшайдерско осигуряване на минните дейности, изискващо необходимата оперативност и ефективност.

Основните документи, уреждащи статута, правата, задълженията и начините за решаване на основните задачи на маркшайдерските служби и отдели у нас са разработвани през периода 1950 - 1980 година, и отразяват опита основно на СССР, ГДР и Полша, както и натрупания опит на българската маркшайдерска школа. По обхват и значение, основно място заема известната „Техническа маркшайдерска инструкция” от 01.01.1968 година, която предвид времето в което е разработена, е съчетание на технически норми, учебно помагало, и методически указания за маркшайдерско обслужване на рудниците и на промишлените площадки по време на строителството и експлоатацията им.

От позицията на съвременните научни постижения, тези маркшайдерски нормативни документи обаче имат и своите слаби страни:

те са разработени за съвсем различна макросреда - социалистически закони, централно планиране, многостепенна управленска пирамида, ограничен достъп до техническия прогрес;

регламентирани са подходи и технологии, съответстващи на техническото оборудване към 1970 година (към този период са валидни конструкции на инструменти, разработени още до Втората световна война).

по много причини инструкциите и другите нормативни документи наподобяват методически указания или дори имат елементи на учебна литература.

Всичко това изисква постепенно актуализиране и осъвременяване на основни нормативни документи, на първо място - Техническа маркшайдерска инструкция.

Развитието на средствата, технологиите, начините за получаване, обработка и представяне на маркшайдерската информация, постиганата точност и т.н. налага и смяна на парадигмата по отношение маркшайдерското осигуряване при подземния добив, особено в условията на необходимост от обслужване на минно строителство и високотехнологичен добив в съвременна минно-добивна среда като тази в р-к „Челопеч“.

Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване

Целта на дисертационната работа е чрез анализ и оценка на съществуващата нормативна база при маркшайдерското осигуряване в съществуващите съвременни условия, апробация и налагане на нови съвременни средства и методи за маркшайдерско обслужване в р-к „Челопеч“, и на базата на съпоставителен анализ на резултатите от прилагането им, да се предложат етапни промени в нормативната база за маркшайдерско осигуряване в рудника и/или страната.

В тази насока е извършен анализ на целите и задачите на маркшайдерската наука и практика, и е направена оценка на съвременните изисквания към минната практика и влиянието им върху маркшайдерското обслужване и неговата нормативна база.

За условията на р-к „Челопеч“, характеризиращ се с най-съвременни и усъвършенствани инфраструктурни минно-технологични и организационни решения са апробирани и наложени съвременни средства и методи за маркшайдерско обслужване – извършен е съпоставяне на резултатите от прилагането на новите маркшайдерски практики и обосновано са формулирани предложения за моментни промени в нормативната база за маркшайдерско обслужване в страната.

За реализацията на поставената цел са разгледани следните задачи:

- 1. Преглед и анализ на нормативните документи за маркшайдерско осигуряване в България и отражението на промените у нас върху минно-добивната индустрия.*

2. Преглед на нормативните документи, регламентиращи маркшайдерското осигуряване на минно-добивната дейност в страни със силно развита минна промишленост и дългогодишен опит (напр. Австралия, Великобритания, Република Южна Африка, Русия и др).
3. Изследване на технологичното и методологичното развитие на маркшайдерството във времето и постиженията у нас.
4. Оценка прилагането на съвременни маркшайдерски практики при:
 - извършване на съединителна снимка в условията на р-к „Челопеч“ след 2005 г.;
 - полагане и поддържане на опорната мрежа на рудника;
 - снимка на минно-проходческите и добивни изработки;
 - контрол изпълнението на пробивно-взривните работи при проходчески дейности;
 - контрол на отклоненията на добивните сондажи от проектното им положение с цел минимизиране на загубите и/или обедняването;
 - маркшайдерски мониторинг за състоянието на добивни минни изработки, състоянието и крепежа на подготвителни минни изработки, и на състоянието на земната повърхност в подработени участъци за осигуряване информация на специалистите по геомеханика.
5. Сравнение на резултатите от прилагането на съвременни маркшайдерски технически средства и технологии с изискванията на нормативните документи.

Апробация

Практическите изследвания и опитни постановки, необходими при разработването на дисертацията са осъществени на територията на рудник „Челопеч“ в реална производствена среда.

Публикации

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в три научни статии представени на различни научно-технически конференции, както следва:

1. Михалев С., С.Топалов, Маркшайдерски методи и практики прилагани в рудник "Челопеч", III Национална научно-техническа конференция с международно участие "Технологии и практики при подземен добив и минно строителство", 08 – 11 октомври 2012, Девин, България, (с.253 – 261) (ISSN: 1314-7056).
2. Михалев С., И. Попова, Изследване отклоненията на добивни сондажи в условията на рудник „Челопеч“, IV национална научно-техническа конференция с международно участие „Технологии и практики при подземен добив и минно строителство“, 23 – 26 септември 2014, Девин, България, (с. 262 – 266) (ISSN: 1314-7056).
3. Михалев С., Р.Димитров, Х.Добрев, Приложение на безпилотни летателни апарати при подземен добив на полезни изкопаеми, VII Национална научно-техническа конференция с международно участие "Технологии и практики при подземен добив и минно строителство", 05 – 08 октомври 2020, Девин, България, (с. 156 – 167) (ISSN: 1314-7056)

Структура и обем на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 139 страници, като включва увод, 3 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 53 литературни източници, като 10 са на латиница и 30 на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо шестдесет фигури и двадесет и пет таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

ГЛАВА I. ОБЗОР ПО ПРОБЛЕМА

Систематизация и анализ на правно-техническата база на маркшайдерското осигуряване в България

I.1. Норматив и мястото му в маркшайдерската теория и практика

Конституцията на дадена държава (вкл. на Република България) има най-висша юридическа сила и се явява основа за цялата законодателна система на нейната територия. Законите и утвърдените правни актове не трябва да противоречат на Конституцията. Всички органи на държавната власт по предмет на юрисдикция и обхват на компетенции изпълняват законово делегираните функции на държавната администрация – предимно ежедневно и оперативно. Комплексът от административно-правни норми регулира всички жизненоважни отношения, възникващи между физически и юридически лица, от една страна, и държавата, представлявана от нейните изпълнителни органи и държавната администрация - от друга. Органите на изпълнителната власт, длъжностните лица, гражданите и техните сдружения са длъжни да се съобразяват с Конституцията на страната, законите и утвърдените правни актове. Законите и подзаконовите актове подлежат на официално публикуване. Непубликуван закон не е задължително да се прилага. Нормативните правни актове не могат да се прилагат, ако не са публикувани официално в печата, така че да са достъпни за всички.

Наредбата е нормативен акт, който се издава за прилагане на отделни разпоредби или подразделения на нормативен акт от по-висока степен.

Инструкцията е нормативен акт, с който висшестоящ орган дава указания до подчинени нему органи относно прилагане на нормативен акт, който той е издал или чието изпълнение трябва да осигури.

Изискванията за извършване на маркшайдерско осигуряване на техническата безопасност, елементи на охраната на недрата, както и на контрола върху маркшайдерските работи, са определени в Техническа инструкция за извършване на измервателните маркшайдерски работи при проучването, строителството и разработването на находищата на полезните изкопаеми [27]. Правните норми, съдържащи се в членовете на инструкцията, следва да се прилагат както от извършващите маркшайдерско осигуряване, така и от контролните (надзорните) органи, а също и в случай на спор между тях.

Необходимо е да се уточни, че ако дадена гражданско-правна норма съдържа правило, което участниците в гражданските отношения не могат да променят по своя преценка, то тогава тази норма е императивна. Ако нормата на гражданското право съдържа правило, което участниците в гражданските отношения могат да променят по свое усмотрение, тогава такова правило е диспозитивно.

Като тълкуване на определена гражданско-правна норма се разбира възприемането на нейното съдържание (значение) чрез елиминиране на двусмислените тълкувания, открити в нея. Неясноти в съдържанието на определена норма в инструкциите могат да възникнат по различни причини. Това може да се случи поради краткостта на формулировката на член от инструкцията, която не може да бъде подробна и изчерпателна поради факта, че е невъзможно да се получи точно устно описание на представеното събитие. Могат да се използват и различни видове тълкувания на определени гражданскоправни норми.

В зависимост от предмета на тълкуване се различават автентично, юридическо, съдебно и научно тълкуване.

Научно (теоретично) тълкуване се осъществява, когато значението на дадена правна норма

е обяснено от учени в литературата, коментарите, на научни конференции, симпозиуми, конгреси и др. Научното тълкуване не е обвързващо. Значението му обаче е голямо, тъй като научното тълкуване има значително влияние върху разбирането на значението на закона/норматива от онези органи, чието тълкуване е обвързващо.

Затова авторът е повлиян от предизвикателството за прилагане на научна (доктринална) интерпретация към съществуващите разпоредби в някои части и отделни членове на съществуващата инструкция за извършване на маркшайдерски дейности [27], особено при подземно разработване на полезните изкопаеми, най-вече в съвременен рудник като р-к „Челопеч“.

Поставената цел на дисертационната работа е чрез извършване на експериментални изследвания и анализ на текущи проблеми, възникващи при **създаването, поддържането и представянето на актуален модел на минните изработки в р-к „Челопеч“**, **отчитането на обема на подготвителните, нарезните и добивните работи, маркшайдерското осигуряване на основните технологични процеси в рудника и развитието на минните работи**, да се проверят и докажат възможностите за приложение на съвременни снимачни средства, методи и технологии в руднична среда.

I.2. Нормативна база на маркшайдерското осигуряване в България

Нормативната база за маркшайдерско осигуряване на геолого-проучвателната и миннодобивната промишленост има системен и научен характер.

Приетите нормативни документи са резултат както на многогодишен опит, така и на извършени специални изследвания и измервания, а при съставянето им е използван Закон за нормативните актове от 1973 г.[45]

Нормативната база основно се състои от Закони, Наредби, Правилници, Инструкции, Стандарти и т.н., действащи в периода 1957 - 1989 г., а някои и след това:

* Закон за мините и кариерите (от 1957 г). Съгласно него, права за подземни богатства могат да придобиват само държавни предприятия. Той регламентира начина на използване на терените в минно-промишлените райони.

* Правилник за маркшайдерските служби и маркшайдерски контрол в минните предприятия (утвърден през 1963 г.). Този правилник регламентира строго йерархията. Според него изпълнителските кадри, на ниво рудник (маркшайдерите), изпълняват следните задачи:

- създаване на снимачна основа, снимки на минните изработки, изготвяне на графични маркшайдерски документи; трасировъчни работи за осъществяване на утвърдени проекти;
- задаване и контролиране извършването на минните, геоложките и строителните работи по място, направление, сечение и наклон;
- периодични измервания за определяне обема на извършените минни работи;
- отчитане на загубите и обедняването (замърсяването) при добива на полезни изкопаеми;
- отчитане на запасите по степен на подготвеност;
- участие при съставяне на годишни, тримесечни и месечни планове за развитието на минните работи.

Към изпълнителските кадри се отнасят и работниците в маркшайдерските лаборатории. Техните задачи са:

- профилировка на шахтите, обработване на данните и изготвяне на графичите за състояние на водачите и крепежите;

- ориентирани на подземните рудници с жиродеодолитна апаратура и контролни проверки на полигонометрията;

- развитие на надземни и подземни теодолитни полигони (първи клас) с прецизни далекомери;

- фотограметрични снимки на откритите рудници и други обекти в минно - промишления обект и изготвяне на едромащабни планове;

- внедряване и усвояване на работата с нови маркшайдерски инструменти, прибори и пособия.

Задачите на управленските, контролните и изпълнителските кадри (началник маркшайдерски отдел на комбинат, управление или рудоуправление) са:

- поставяне на опорна мрежа в района на рудниците и комбината;

- организиране на подготовката на графичната документация за изготвяне на годишните и перспективни инженерни проекти, отчетите и геоложките доклади;

- приемане на геодезични и маркшайдерски работи, извършени от други организации;

- организирано и срочно извършване на всички топогеодезични работи;

- организиране на наблюдения за движение на вместващите скали и повърхността под влияние на минните работи, а също и наблюдения за устойчивостта на бордовете при открити рудници;

- изготвяне на проекти за охрана на подземни съоръжения, обекти и минни изработки;

- организиране и провеждане на ориентировки на разкриващи изработки;

- контрол за правилно извършване на минните работи в съответствие с утвърдени проекти;

- контрол върху навременното и качествено извършване на маркшайдерските работи (в комбината, предприятието, рудоуправлението);

- контрол за спазване на Техническа маркшайдерска инструкция и Единни условни маркшайдерски знаци в мащаб от 1:200 до 1:5000;

- осъществяване навременното представяне на установената отчетна информация и маркшайдерска документация във висшестоящите организации.

Управленските маркшайдерски кадри, на ниво министерство или обединение, са имали следните отговорности:

1) Методическо ръководство на дейността на маркшайдерските служби и отдели и контрол за прилагане на основните нормативни документи;

2) Осигуряване на рудниците, предприятията и комбинатите с необходимите цифрови данни, картни материали и др., извършени от външни изпълнители;

3) Внедряване на нова техника, инструменти, технология и методика в маркшайдерските отдели и служби;

4) Организиране на наблюдения и измервания по геомеханика и движение на скалите и земната повърхност под влияние на минните работи. Съгласуване и предлагане на мерки за опазване на съоръженията в минно - промишлените райони от вредното влияние на минните работи;

5) Участие в експертни и технически съвети при приемане на проекти за извършване на геологопроучвателни работи, строителство на нови и реконструкция и модернизация на действащи рудници;

6) Съгласуване на проекти за бракуване, ликвидация и консервиране на рудници и минни

изработки;

7) Съгласуване на проекти за отработване на предпазни, бариерни, и противопожарни целици и вземане на мерки за ликвидация на обрушовките;

8) Контрол на дейността на предприятията по подбора на маркшайдерските кадри и повишаване на квалификацията им;

9) Предлагане на теми и контролиране на работата на комплексните маркшайдерски отдели и секции в научно - изследователските и проектантските институти;

10) Организиране на конференции, срещи за обмяна на опит и конкурси между маркшайдерските служби и отдели.

* **Техническа маркшайдерска инструкция за извършване на измервателните маркшайдерски работи при проучването, строителството и разработване на находищата на полезни изкопаеми** (утвърдена на 01.01.1968 г.) Инструкцията съдържа 6 основни части:

Част първа: Маркшайдерски работи на повърхността - указани са общите положения за маркшайдерските измервания и изчисления; триангулация на геологопроучвателните минни обекти, геометрична нивелация (63 параграф);

Част втора: Маркшайдерски работи при геолошко проучване - съдържа информация за трасиране и свързване на геологопроучвателните изработки с опорната мрежа на повърхността (43 параграф);

Част трета: Маркшайдерски работи при строенето и реконструирането на рудниците - трасировъчни работи; маркшайдерски работи при строенето на технологичния комплекс на повърхността: при строене на вертикални шахти; наблюдения на деформациите на шахтния крепеж и други съоръжения: профилиране на шахти; прокарване на хоризонтални и наклонени минни изработки; маркшайдерски работи при прокарване на минни изработки чрез сбойки; маркшайдерски работи при строене на открити рудници (137 параграф);

Част четвърта: Маркшайдерски работи при подземно разработване на находищата - съединителни снимки, включващи геометрично ориентиране, жироскопично ориентиране, пренасяне коти по наклонени минни изработки; снимки на подземните минни изработки (150 параграф);

Част пета: Маркшайдерски работи при открито разработване на находищата - опорна мрежа и снимачна основа; снимка на подробностите; специални маркшайдерски работи при откритото разработване на находищата на полезни изкопаеми (98 параграф);

Част шеста: Маркшайдерска документация и инструменти - документацията е първична, изчислителна и графична, маркшайдерски уреди и инструменти (62 параграф);

Приложения.

* **Единни условни маркшайдерски знаци за планове в мащаб от 1:200 до 1:5 000** (утвърдена на 18.04.1960г.). Изработването на графичната документация цели постигането на еднаквост и приемственост. За съставянето на основните планове в мините и геологопроучвателните организации се въвеждат планшети (50 × 50 cm) с цел подобряване на документацията и улесняване при нейното ползване. Съдържа 3 части:

Част първа: Изложени са указанията за използване на единните условни знаци - съставяне, изчертаване и попълване на плановете;

Част втора: Има описание и 57 броя табла с 249 знака: опорни полигонови точки, устия на минни изработки, граници и други за съответните мащаби;

Част трета: Съдържа образците за изобразяване на елементите на системите за

разработване на въглищни и рудни находища.

Към знаците има следните приложения: Сборен план на подземните минни изработки; Изодълбочини; Изомощности; Похоризонтен план и др.

Голямо е разнообразието на Инструкции, Правилници, Указания и др., отнасящи се до рудодобива, добива на нерудни полезни изкопаеми и за въглищната промишленост.

За маркшайдерското осигуряване от съществено значение са и инструкциите на ГУГК. Тук могат да бъдат споменати следните:

- 1) Инструкция за изработване на кадастрални планове на населени места (ГУГК - 1969 г.)
- 2) Условни знаци за кадастрални планове на населени места и незастроени райони в мащаби 1:1000 и 1:500 (ГУГК - 1972 г.)
- 3) Инструкция за полска и канцеларска работа по триангулация и полигонометрия с местно значение (ГУГК- 1976 г.) и др.

І.3. Основни промени в минната дейност в България

Обществено-политическите промени в България след 1989 година се отразяват и върху минно-добивната промишленост - основен отрасъл на националното стопанство, характеризиращ се с висока интензивност и доходност. Основни фактори на производствената ѝ дейност са опазването на недрата и околната среда, спазването на редица екологични изисквания и норми и др., както и социално-икономически фактори свързани с прилаганите производствени отношения, икономическа политика на държавата, състояние на вътрешните и външни пазари (маркетинга), ресурси (природни, човешки, нива на ползване на научно-техническия прогрес, инфраструктура и транспорт и т.н.) и др.

След 1989 г. създадените условия за преход към пазарно стопанство предизвикват структурни промени и в минно-добивния отрасъл.

Пазарно - ориентирано стопанство

Заедно с настъпилите политически промени след 10.XI.1989 г. и икономиката на Република България тръгва по нов път на развитие, а именно - от планово-регулирано към пазарно-ориентирано стопанство.

В страните с установена пазарна икономика минералните суровини са определени като „световни стоки” и всички потребители са равнопоставени. Производителите свободно се конкурират по отношение на цените, а по-точно, съобразяват цените в зависимост от вложените за добива средства.

Цените на металите и на минералните суровини се влияят силно от търсенето и предлагането и от това произтича силната конкуренция между отделните производители. Например Лондонската метална борса определя „световните” цени на цветните метали и концентрати, като те са изключително динамични - само за няколко месеца могат да се променят в „пъти” и от период на търсене да настъпи период на свръхпредлагане. Цените на суровините са пряко свързани с техните качествени показатели.

Основните проблеми, поставени от пазарно-ориентираното стопанство пред добива на подземни богатства са:

Намаляване себестойността на продукцията;

Увеличаване интензивността на експлоатацията на находищата;

Повишаване извличането на основните компоненти на полезни изкопаеми;

Въвеждане на нови информационни технологии в четирите основни нива: управление на машините; управление на процесите; управление на инженерното проектиране; и управление на вътрешната йерархична структура на минното предприятие.

Освен гореизложените фактори, за добива в Република България са характерни и някои негативни предпоставки, допълнително усложняващи отрасъла:

- 1) Наличие предимно на находища, характеризиращи се с ниска ценност на компонентите и сложни минно-геоложки условия на залягане, изискващи високи производствени разходи;
- 2) Дейност при пазарно оформени цени на суровини, материали и работна сила, както и продажба на готова продукция по фиксирани цени без достатъчни субсидии за покриване на загубите;
- 3) Висока конкурентна способност на вносни суровини и концентрати, поради техните по-ниски цени и по-високи качествени показатели (съдържание на полезни и вредни компоненти);
- 4) Несвоевременно разплащане от страна на потребители, което при наличие на инфлационни процеси води до сериозни загуби в отрасъла.

Нарастване значението на екологичните въпроси

През последните години все по-голямо внимание се отделя и на опазването и възстановяването на околната среда.

С дейността си предприятията от миннодобивната промишленост оказват сериозно въздействие върху всички нейни компоненти.

Влиянието на миннодобивната дейност върху състоянието на почвените ресурси се изразява в нарушаването им в процеса на разкривните работи и при депонирането на отпадъците. Голяма част от нарушените земи са от земеделския и горския фонд, като почвената покривка е нарушена за редица години напред (нарушените терени включват и площите, определени за промишлени площадки на рудниците и обогатителните фабрики, за складиране на откритка и некондиционни минни маси, общия отпадък на обогатителните фабрики, за транспортни връзки и други спомагателни съоръжения).

Важен фактор за състоянието на почвените ресурси в районите на минните предприятия е предпоставката за тяхното замърсяване. Около основните обекти на дейността може да се наблюдава превишаване на пределно допустимите концентрации (ПДК) на тежки и радиоактивни метали и силно токсични елементи като арсен и др.

Поради повишаване киселинността на почвите се увеличава подвижността на някои химични елементи.

Вследствие воденето на минните работи, при открития добив се образуват нови техногенни форми на земната повърхност - негативни (котловани) и позитивни (насипища). Независимо от провежданите мероприятия за възстановяване на околната среда, тези нови релефни форми ще се запазят.

За подобряване на параметрите, по отношение на околната среда, е необходимо въвеждането на предупредителни системи за екологичното състояние на регионите, рудниците, участъците в ликвидация и оставащите в действие миннообогатителни мощности.

Намаляването и предотвратяването на отрицателните влияния от работата на отрасъла е свързано с използването на оптимални технологични и технически решения за пречистване на отпадните води и възстановяване на нарушените и замърсени площи, свързани с поддръжката на екологичното равновесие в засегнатите райони.

Нова законова основа

Закон за подземните богатства (приет на 26.02.1999 г.). С него се отменя Закона за мините и кариерите (от 1957 г.), който е съвършено неприложим в условията на съвременната пазарна икономика. В Закона за подземните богатства е възприет принципът на въвеждане на два правни механизма за предоставяне на права за подземните богатства: Разрешителен режим за търсене и/или проучване и Концесионен режим за добив. Гореспоменатият нормативен документ отразява спецификата на отрасъла. Той е и от значение за привличане на чуждестранни инвестиции, като е предвиден правен механизъм за прехвърляне на права. Създава се подходящ инвестиционен климат както за запазване на интересите на държавата, така също и за баланс между тях и инвеститорските. Законът е съобразен с европейското законодателство и има сертификат за съответствие. Това дава определена сигурност на инвеститорите по отношение стабилността на нашата законодателна уредба. Съдържа три части.

Настъпилите промени в икономическите условия и държавното управление, както и навлезлите нови техники и технологии, налагат сериозни промени и допълнения в съществуващата нормативна база. Преди време са били създадени четири Национални консултативни съвета по: Геология и геофизика; Добив и преработка на рудни, нерудни и скалнооблицовъчни минерални суровини; Добив и преработка на енергийни минерални суровини; Металургия. Задачите на тези съвети са сведени до: участие и съдействие в разработването на национални стратегии за развитието на съответните подотрасли; определяне техните предимства; да участие и съдействие в изготвяне на методически инструкции и документи, касаещи нормативната база.

За постигане на необходимите резултати е необходимо сътрудничество на доказано добри специалисти, със задълбочени научни познания за механизмите на пазарната икономика и за особеностите на прехода към нея, както и на опитни кадри в изпълнителната и законодателната власт.

Нова роля на информацията

След настъпилите промени през 1989 г. и наложилия се модел на пазарно-ориентираното стопанство, много важна роля за правилно управление на минното предприятие играе постъпващата информация. Понятието „информация” има твърде широко приложение в различните области на живота. Информацията отразява структурата на материята и методите на нейното познание, и заема централно място при управлението на сложни обекти. Неслучайно успешното управление, по правило, се свързва с процеса на обработване на информацията, а несполуките се оправдават с липсата на достатъчна информация.

При протичането на производствените процеси в миннодобивната промишленост се получават два вида информация - техническа и технологична.

Техническата информация включва състоянието и резултатите от работата на машините и съоръженията, чрез които се осъществява производствения процес. В епохата на научно-техническото развитие става въпрос както за основните технологични машини и комплекси, така и за средствата, свързани с технологичната автоматизация и автоматизираното диспечерско управление. Управлението на съвременното минно производство не би било възможно без осигуряване на непрекъсната, подробна и точна информация за машините и съоръженията. Тя би могла да се разгледа в три аспекта:

- базова информация - съдържа технически данни за съоръженията, съгласно характеристиките на завода - производител, архивни данни за производствените постижения, показателите за ефективност и надеждност на решенията;

- оперативна информация - съдържа данни за моментното състояние на машините и

съоръженията, както и решения, свързани с управлението на това моментно състояние (спиране, пускане и др.);

- прогнозна информация - вероятностна информация, свързана със сложността на съвременната техника, поради сложните и разклонени връзки в производствения процес на рудника.

Информацията за техниката е необходима на всички управленски нива. Тя е различна по обем, съдържание и периоди на получаване.

Технологичната информация включва крайните резултати от протичането на технологичния процес. Необходима е при управлението на миннодобивното предприятие. Тя е много разнообразна по съдържание и характер. Обединява данни с различно съдържание и степен на надеждност. Важна нейна особеност е вторичността ѝ, т.е., не се получава пряко, а след обработка на други данни. Представянето ѝ може да бъде по различен начин. Използват се статистически характеристики - средноаритметична стойност, дисперсия (стандартно отклонение), емпирично и теоретично разпределения.

Автоматизираната обработка на информацията изисква създаване, поддържане и ползване на съответната база, която се организира по определени правила и е предназначена за постоянно използване и дългосрочно съхранение. Тя е добре организирана, когато данните се въвеждат еднократно, използват се многократно и се съхраняват надеждно.

Числените модели се прилагат за описание на сложни обекти с подредено множество (вектор, матрица) от стойности на един или повече показатели. Те трябва да отразяват еднозначно и точно моделирания обект; да се съставят, поддържат и актуализират с несложна обработка на резултатите от измерванията; и да са обратими (да позволяват автоматично съставяне и изчертаване на графични модели).

Информационното осигуряване е необходим елемент от автоматизираните системи за управление на технологични процеси, но се изисква регламентиран алгоритъм за събиране, обработка и натрупване на информацията.

Геолого - маркшайдерската информация е основа за планиране и управление на дейността на минното предприятие. Тъй като рудникът е динамична система, променяща се във времето и пространството, следва че и геолого-маркшайдерската информация се променя непрекъснато за срока на съществуване на миннодобивното предприятие. Тя е основа за планиране на развитието на минните работи, а също така е и обективна обратна връзка за фактическото изпълнение на приетите решения и оценка на получените резултати.

Маркшайдерската информация за положението на изработките включва:

- номера, координати и други данни за определени точки в рудника и около него;
- релеф, местни предмети и инженерна инфраструктура в района на рудника;
- положение, размер и форма на минните изработки;
- номера и координати на проучвателните изработки;
- данни за влиянието на минните работи върху повърхността (за подземни рудници) и за устойчивостта на бордовете (за открити рудници);
- проектни данни - проектно положение на изработките в края на определени периоди.

Основен начин за получаване на информация за съществуващи обекти е маркшайдерската снимка, която представлява комплекс от измервания, изчисления и графични построения за

съставяне модел на обекта, която се извършва с инструменти и методи, регламентирани от техническите инструкции.

Маркшайдерската информация като цяло има някои характерни особености - тя е количествена - получена с определени технически средства и технологии; положението на изработките се определя в единна (държавна) координатна система; съществува допустимост за използване на върхови постижения - лазерна техника, вградени микропроцесори и др. при събиране и обработка на получените данни; маркшайдерската информация се използва във всички етапи от управлението на минното производство.

Графичните документи все още на места са основен начин за представяне на положението на минните изработки, дори да притежават някои недостатъци – бавно изчертаване, висока трудоемкост, нерядко противоречие между нагледност и метричност и др. Не бива да се пренебрегва, че графичните маркшайдерски документи притежават още една важна особеност – оригиналните документи имат юридическа стойност.

I.4. Нормативна база на маркшайдерско осигуряване във водещи страни

За решаване на поставените задачи освен представяне на действащата Техническа Маркшайдерска инструкция в България, в частите ѝ отнасящи се до подземния добив на подземни богатства, е направено такова и на сходни нормативи в страни със силно развита минна промишленост и дългогодишен опит като Австралия, Великобритания, Република Южна Африка и Русия.

Австралия

Основната част от изискванията за маркшайдерско осигуряване добива на подземни богатства, в частност на подземния, у нас, в Русия, в Южна Африка и др. са обхванати в единен документ, а в Австралия тези процеси са регламентирани от няколко. Основната причина за това е наличието на различни изисквания и практики в отделните териториални единици на страната.

Съвременните нормативни изисквания в Австралия са описани в няколко инструкции, приложими в различните щати на страната. Двата основни документа регламентиращи правилата за безопасна работа в рудниците в страната са „Mines safety and Inspection Act 1994“ [36] с последно издание от 2018 г и “Mines Safety and Inspections Regulation 1995” [37] с последна актуализация също през 2018 г. По своята същност тези два документа, в голяма степен, съответстват на българския „Правилник по безопасност на труда при подземното разработване на полезни изкопаеми“. Целите на тези два документа са:

- Да насърчават осигуряването на безопасност и здраве при работа на персонала ангажиран в рудниците;
- Да подпомагат работодателите и служителите да идентифицират и минимизират опасностите в работната среда;
- Да защитят служителите от различни рискове свързани с работния процес, като елиминират тези рискове или с налагането на ефективен контрол;
- Да осигурят процедури на работодателите и служителите, които да допринасят за развитието на законодателството в обласста на безопасността;

В двата документа накратко (в рамките на 6-8 страници) са дадени основни насоки и изисквания към маркшайдерските дейности, методите, средствата и изпълнителите за тяхното осъществяване по безопасен начин.

Например Практическата маркшайдерска инструкция за Маркшайдерска служба (второ

издание) (Code of Practice Mine Survey (Second Edition)) [31] е разработена от Маркшайдерската асоциация, издадена е от служба Техническа Безопасност по силата на Закона за безопасни условия на труд (ЗБУТ) и инспекции в минното предприятие 1994, със съгласието на Надзорната комисия към Минната промишленост (Mining Industry Advisory Committee (MIAC)), и е утвърдена от Правителството на Западна Австралия, Министерство на минералните находища и нефта и органите за Техническа безопасност.

Инструкцията предоставя указания за извършване на дейност, отговаряща на изискванията посочени в ЗБУТ и инспекции в минното предприятие от 1994 и Наредбите за безопасни условия на труд и инспекции в минното предприятие от 1995 отнасящи се до маркшайдерската дейност в рудника.

Предназначена е за всички маркшайдери работещи в рудници на територията на Западна Австралия и в частност подземни рудници, и открити рудници.

Законът за безопасни условия на труд и инспекции в минното предприятие от 1994 постановява редица изисквания целящи постигане на по-високи стандарти на трудова безопасност и опазване на здравето на служителите в минната индустрия. Той дава обща дефиниция на задълженията и е придружен от допълнителна нормативна документация, известна като наредби за безопасност, която се допълва от друга неправна документация под формата на практически инструкции и наръчници. Законът е съпътстван от наредби, които задават конкретните изисквания към редица дейности. Както Закона, така и наредбите представляват задължителни нормативни документи и тяхното нарушение води до търсене на съдебна отговорност, глоби или налагане забрана за извършване на дейността и предприемане на възстановителни дейности.

В структурно отношение, посочената Практическа маркшайдерска инструкция за Маркшайдерска служба се състои от четири глави и приложения.

Актуалните нормативи за маркшайдерско осигуряване в щата Нов Южен Уелс са определени от [44] „Маркшайдерска инструкция за измервания и изчертаване на планове“ (Survey and drafting directions for mine surveyors, 2015). В този документ са регламентирани изискванията към маркшайдерските дейности във въглищните мини, рудните находища и кариерите за добив на полезни инертни материали. Състои се от 58 страници, от които 26 са приложения и таблици, а основната текстова част е разпределена в девет основни части:

1. Общи Положения
2. Дефиниции
3. Маркшайдерски стандарти и процедури
4. Дигитален Маркшайдерски План
5. План на рудника
6. Предаване на план на рудника
7. План за закриване на рудника
8. Други планове
9. Стандарти за създаване на дигитални руднични планове

Един от първите чуждестранни нормативи, в който се взема предвид развитието на дигиталните технологии и възможностите, които те предлагат за създаване и поддържане на маркшайдерската информация е „Survey and Drafting for Mine Surveyors“ от 2012 г. [50]. Този документ регламентира и дава насоки за извършването на маркшайдерски дейности в Австралийския щат Нов Южен Уелс, а в изданието му от 2015 г. (Survey and Drafting Directions for Mine Surveyors 2015 NSW-Mines) детайлно са разгледани изискванията към създаване план на рудника, всички изисквания към неговото съдържание, и изискванита за предаване на

информацията от тях към регулаторния орган. Съгласно документа „Планове на всички минни изработки могат да бъдат предадени на регулаторния орган в съответствие с изискванията и в **shapefile** формат. **Shapefile** форматът се състои от три или повече файла със следните файлови разширения:

- основен файл, който съдържа геометричните показатели – „.shp“;
- индексен файл, който съхранява информация за геометричните елементи – „.shx“;
- файл с база данни, съдържащ атрибутивната информация за геометричните елементи – „.dbf“;
- файлове които съхраняват пространствения индекс – „.sbn“ и „.sbx“;
- файл съдържащ информация за координатната система – „.prj“;

По-голямата част от прилаганите в днешно време специализирани (минни) софтуерни продукти дават възможност за съхраняване на данните в посочените формати, изисквани от регулаторния орган, което определя възможността маркшайдерските планове и данни да бъдат изготвяни, съхранявани, представяни и предоставяни със средствата на съвременните технологични достижения.

Великобритания

През 1984 г. във Великобритания, е издаден от Министерство на въглищната промишленост (National Coal Board) „Правилник за маркшайдерските практики“ Предвиден е да служи като ръководство и инструкция на практикуващите маркшайдери и заменя действащия дотогава правилник от 1973 г. Отнася се основно за въгледобивните мини, но по същество е валиден и за останалите рудници [28].

В началото е представена целта за издаването на правилника (кодекса), подробности относно начина на заместване на действащия от 1973 г. кодекс и някои основни понятия и определения.

Определен е срокът за преработване на плановете от старите британски мерки в метрична система. Накратко е описано и надграждането на стария кодекс, изразяващо се в допълнителни изисквания към тригонометричната нивелация, вентилационните планове и раздел „геология“, която е коригирана така, че да бъде пряко свързана с дейностите на маркшайдерите.

Изискванията на този кодекс определят минималните норми и не изключват нуждата от поддържане на други планове и документи, необходими за правилното отразяване на информацията или предназначени да допринесат за ефективността и безопасността на работата в мините.

Основните маркшайдерски дейности са представени в последователността на тяхното извършване – измервания на земната повърхност, съединителни снимки, подземни измервания и височинни измервания (нивелация).

При съединителните снимки се препоръчва избор на един или повече от следните методи:

- Използване на един или повече отвеси във всяка една от две или повече шахти;
- Използване на два или повече отвеса, или две или повече измервания в една шахта;
- Използване на един отвес и жиротеодолит;
- Директна връзка през щолня или наклонена шахта.

Всяка съединителна снимка трябва да бъде проверена чрез една или повече независими контроли. Задължително е периодичното преориентиране не по-малко от веднъж на пет години.

Съгласно т. 3.7. в правилника изискванията към теодолитите, използвани при подземни ъглови измервания, за директна точност на отчитане са – не по-ниска от 20'', а за всички линейни измервания, извършвани със стоманена лента – тя да бъде не по-къса от 30 m. Задължително се извършва предиодична проверка не по-рядко от веднъж на пет години. Тук е регламентиран и

начина на опазване и съхраняване на маркшайдерската документация.

Частта „Точност“ е фокусирана в изискванията при извършване на съединителна снимка, графичното изчертаване, измерванията на земната повърхност, развиването на полигонови ходове, нивелачни измервания и др.

Например, общата ъглова грешка при развиване на полигонови ходове на повърхността не трябва да превишава $10\sqrt{n}$ където n е броят на точките, включително началната и крайната, а линейната не трябва да надвишава $1/6000$ от сумата на хоризонталните дължини на страните. При директно свързване през щолня или наклонена шахта допустимата обща ъглова несвързка е $(10\sqrt{n} + 10)$ ", където n е броят на точките, а линейната не трябва да надвишава $1/5000$ от сумата на хоризонталните дължини на страните. При прецизните подземни полигонови ходове общата ъглова несвързка не трябва да надвишава $(20\sqrt{n})$ ", а при второстепенните тя трябва да бъде в рамките на $(60\sqrt{n})$ ", където n е броя на точките от хода. Допустимата обща линейна несвързка в първия случай е $1/5000$, а във втория до $1/1000$ от сумата на хоризонталните дължини на страните. Граничните стойности на точността при вертикалните измервания (тригонометрична нивелация) са – точност на определяне на вертикалния ъгъл – $40''$, а точността на извършване на линейни измервания – не по-малка от $1/5000$, а при второстепенните – $2'$ и до $1/1000$.

Специално внимание е отделено и на плановете за спасителни (аварийни) сондажи. Регламентирани са изискванията по оформянето им и необходимия обем информация, съдържащ се в тях, както и процедурите по съхраняването им с оглед оптималното им прокарване в случай на аварийна ситуация.

Условните знаци, използвани в маркшайдерските плановете на земната повърхност, следва да се взимат от справочника на Британското Кралско Картографско Управление, а в отделно приложение са посочени знаците за плановете на подземните минни изработки. Препоръчва се надписването им да не се извършва ръчно.

Съществуват и изисквания за изготвяне и поддържане на аварийно-спасителни и противопожарни плановете, начина на тяхното ползване и местата, където те трябва да бъдат ситуирани.

Маркшайдерът на рудника е отговорен и за създаването на енергитичния план, като подробностите за него му се предоставят от ръководството на рудника. Върху него с различни цветове са онагледени проводниците под различни напрежения и с условни знаци – електрическите съоръжения в рудника.

Освен изброените по-горе плановете се съставят и идейни (информационни) плановете. Те отразяват различни сведения и факти във времето и дават възможност за анализи и оценки на възникнали ситуации в рудника. Върху тях могат да се решават текущи задачи от технически и юридически характер. Към тази група плановете могат да се отнесат и допълнителните плановете и разрези.

В част „Геология“ са посочени основните изисквания към маркшайдера по отношение документирания на изработките, осигуряващо информация за структурата на масива, начина на оформяне и представяне на тази информация върху плановете (символи (условни знаци)) и абревиатури, графичното ѝ представяне върху разрези и геоложки плановете. Поставено е изискване за периодична кореспонденция с Британския Геоложки Институт.

Така накратко разгледания маркшайдерски правилник определя основните направления от маркшайдерски дейности в рудника съгласно приетите в Обединеното Кралство нормативни изисквания.

Република Южна Африка

В Република Южна Африка, също страна със силно развита минна индустрия, всички правила за работа в рудниците се определят от един закон – Закон за здравето и безопасността в мините (Mines Health and Safety Act) от 1996г. [35]. Той е с обем от близо 600 страници и обхваща много широк спектър от дейности свързани с минната индустрия. В този закон, в рамките на 15 страници в § 17 – Маркшайдерски измервания и минни планове („Surveying, Mapping and Mine Plans”) са събрани изискванията към маркшайдерските дейности и препоръките за тяхното осъществяване, като са разделени на следните части:

1. Определения;
2. Определяне на правоспособен служител;
3. Задължения и отговорности;
4. Мерки за безопасност;
5. Маркшайдерски практики;
6. Маркшайдерски планове;
7. Ликвидиране на рудници;

Някои основни акценти от този параграф са свързани с:

- Маркшайдерският екип следва да предприеме всички необходими действия, за да изпълни задълженията си по начин, отогварящ на изискванията на правилника;

- Изискване за минимална точност при определяне координатите на нови маркшайдерски точки в хоризонтална и вертикална равнина се определя по единствената, посочена в този параграф, формула, а именно:

$$A=0,015 + \frac{S}{30000}, \quad (I.2)$$

където S е разстоянието между точката с известни и точката с неизвестни координати в m, при условие, че след проверка с полигонов ход, грешката в посочения ъгъл между две последователни точки е в рамките на 2', и при условие че абсолютното разстояние между първоначално изчислените и окончателни координати не превишава 0.1 m;

- При ход от „първи ред“ допустимата грешка е „A“ m. Под ход „първи ред“ се има предвид всеки ход изпълнен за целите на: трасиране (позициониране) на шахта; прокарване на насрещни забои;

- При ход „втори ред“ допустимата грешка е в рамките на „1.5 A“ m. Ход „втори ред“ са всички ходове свързани със задаване на направления, определяне на граници и др.

- При ход „трети ред“ допустимата грешка е в рамките на „3 A“ m. Точки „трети ред“ са всички точки, изчислени от точки от втори ред и имащи локално предназначение;

- Маркшайдерски план на рудника с необходимите за изобразяване елементи;

- Допълнителни планове съдържащи маркшайдерска информация – Вентилационен, Геоложи, Аварийен и др.

- Посочени са и изискиванията към маркшайдерската информация при ликвидирането на рудници.

Русия

Историята на минния надзор в Русия започва през 1700 г., когато е обявен царския указ на Петър I (Приказ рудокопных дел) за създаване на държавна институция, която да участва в търсенето на руди и изграждането на нови минни и металургични предприятия в Русия, с което да се постигне независимост от внос на суровини от чужбина.

Предприеманите по-късно реформи с цел осигуряване на суровини, са изисквали необходимите специалисти по геология, минно дело и металургия, както и на организационни мероприятия. Отчитайки слабите страни на посочения указ и последвалите го преустройства, се достига до извода, че е необходимо да се развива минното образование. Така, през 1773 г. се учредява Минно училище, преобразувано по-късно в Минен кадетски корпус.

Специалният статут на маркшайдерската служба е регламентиран от държавни законодателни актове и нормативни документи, които непрекъснато са подобрявани, отразявайки съвременните изисквания, като същевременно се запазвало основното съдържание - държавен контрол върху използването на недрата.

Инструкцията за извършване на маркшайдерски работи (2003 г.) [14] е разработена, предвид изискванията на Закона на Руската федерация „За недрата” от 1992 г., федералните закони от 1997 г. „За индустриалната безопасност на опасни производствени съоръжения” и от 2001 г. „За лицензиране на определени видове дейности”, Правилник за лицензиране на дейности за извършване на маркшайдерски работи, одобрен от правителството на Руската федерация 2002 г., и Правилника за Федералния минен и промишлен надзор на Русия.

Инструкцията е съставена от осем части, поместени на 92 страници текст, формули и таблици, и включва:

- I. Общи положения;
- II. Маркшайдерски работи на земната повърхност;
- III. Маркшайдерски работи при открито разработване на находища;
- IV. Снимка на разсипни находища;
- V. Маркшайдерски работи при подземно разработване на находища;
- VI. Маркшайдерски работи при разработка на находища на нефт и газ;
- VII. Маркшайдерски работи при строителството на минни предприятия;
- VIII. Отговорности по съблюдаване законодателството на Руската Федерация и контрол за изпълнението изискванията на настоящата инструкция.

Изискванията на инструкцията са задължителни за всички организации независимо от тяхната организационно-правова форма и вида собственост – индивидуални предприемачи, работещи по проектиране, изграждане, експлоатация, консервация или ликвидация на обекти за добив и преработка на подземни богатства, както и обекти използващи земните недра за цели несвързани с добива на подземни богатства, на територията на Руската федерация и в границите на нейния континентален шелф и изключителната икономическа зона на Федерация Русия.

Едно от основните изисквания е осигуряване на безопасното извършване на работите, свързани с използването на земните недра, чрез комплекс от геоложки, геодезически и други наблюдения. Също и задължението да се осигури поддържане на геоложката, маркшайдерската и друга документация в процеса на всички видове дейност и нейното съхраняване.

В инструкцията се препоръчва при решаване на инженерни задачи и софтуерното им осигуряване да се включат научни организации.

I.5. Изводи

1. Краткият исторически преглед на минното законодателство у нас показва, че на всички етапи от развитието на добива на подземни богатства, необходимостта от решаване на позиционни и метрични задачи е обвързана с текстове, указващи детайли по извършване на измервания, отлагане на разстояния, поставяне на специални знаци и т.н.

2. Много писмени сведения убедително доказват пряката връзка между историята на минното дело и историята на маркшайдерството, което определено се отнася към областта специални минни знания.

3. Проследено е технологичното и методологичното развитие на маркшайдерството през периода XIX-XX век и накратко 130 годишната му история и постижения у нас.

4. Подробно са анализирани нормативните документи за маркшайдерско осигуряване в България и отражението на промените у нас върху минно-добивната индустрия, както и създадени и утвърдени ведомствени инструкции.

5. Извършен е задълбочен преглед на нормативните документи, регламентиращи маркшайдерското осигуряване на минно-добивната дейност в страни със силно развита минна промишленост и дългогодишен опит като Австралия, Великобритания, Република Южна Африка и Русия.

ГЛАВА II. Рудник „Челопеч“ – съвременна минно-добивна система

II.1. Кратки историко-географски сведения

Златото е наречено „Металът на всички времена“ [4]. Първото злато на Земята е добито в африканската Аравийско – Нубийска пустиня преди 4000 години преди н.е. и преди „медния век“ (3950 – 2100), „бронзовия век“ (2100 – 1200), „железния век“ (1200 – 50).

Сред десетте най-важни за световната икономика минерални суровини златодобивът заема пето място след: нефта, природния газ, въглищата и желязото, а промишлен добив на злато се отчита от 1848 г. в Калифорния, 1851 г. в Австралия, 1884 г. в ЮАР, 1896 г. – в Аляска.

Според Ст. Авдев [24] златодобивът по българските земи води началото си от преди 6500 години. През периода 1400 – 1900 г. са добити около 73 t злато. През периода 1939 – 1995 г. според В. Милев от коренни находища са добити 13,04 млн t руди със съдържание на злато 2,8 g/t или 36 556 kg метал. Подземният златодобив започва през 1937 г. от англо-българското минно акционерно дружество в гр. Трън. Началото е находище „Злата“ където са добити 3,2 хил. t руда със съдържание на злато 8,0 g/t или 25 kg метал.

По данни на Световния минен конгрес промишлените запаси от злато в коренни находища по континенти са посочени в таблица II.1.

Таблица II.1.

Континент	Промислени запаси		Съдържание в рудата g/t
	t	%	
Азия	15660	17,5	1,8 ÷ 9,0 (средно 3,5)
Австралия	6340	7,1	2,1 ÷ 3,2 (средно 2,5)
Америка	26690	29,8	1,5 ÷ 8,5 (средно 3,6)
Африка	38980	43,5	1,4 ÷ 5,1 (средно 4,3)
Европа	2030	2,3	2,1 ÷ 8,4 (средно 3,7)
Всичко	89700	100,0	1,8 ÷ 6,8

В сравнение с лидерите на световния златодобив, следва да се отбележи, че в ЮАР се разработват находища със съдържание на злато 4,2 g/t, САЩ - 3,9 g/t, в Австралия - 3,0 g/t, в Перу - 4,8 g/t, в Китай - 3,9 g/t, в Русия - 3,5 g/t, в Канада - 12,0 g/t, в Узбекистан - 4,0 g/t, в Индонезия - 3,9 g/t, в Гана - 5,0 g/t. Тези страни притежават 72 хил. t злато или 80 % от световните запаси и задоволяват 75 % от световните потребности.

У нас златодобив се реализира от златно медно-пиритното находище „Челопеч“, а историята на едноименния рудник е многопластова. За нейно начало се приема 1956 г., т.е. малко след като ДСО „Геоложки проучвания“ – клон София приключва сондажните си проучвания в находището, чиито най-близки до повърхността части са обект на разработка през първата половина на XX век. През 70-те години рудникът е разширен и е построена нова обогатителна фабрика, които достигат проектния си капацитет до 1990 г. [48]

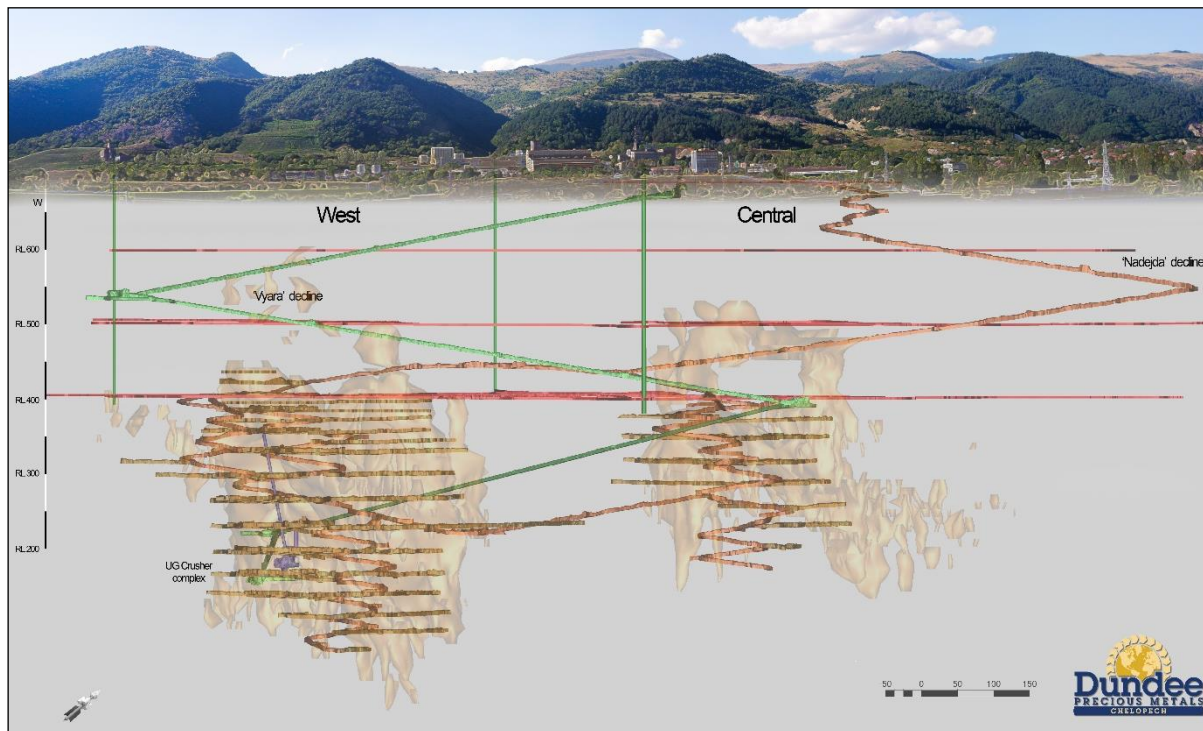
Находище „Челопеч“ е разкрито в дълбочина с четири вертикални и две наклонени шахти, а отделните нива – с хоризонтални и наклонени минни изработки. (фиг. II.1.). Към настоящия момент добивни дейности се водят между хоризонт 30 и хоризонт 405.

Съдържанието на арсен в челопешкия концентрат става причина Министерски съвет със свое решение да забрани преработката му в МДК „Георги Дамянов“ в близкия гр. Пирдоп. В резултат на това решение, рудникът е поставен в режим на консервация и поддръжка.

Производствената дейност е възобновена през 1993 г. от смесеното българо-ирландско дружество БИМАК АД – първоначално с допълнителна преработка на около 100 000 t колективен

концентрат с ниски съдържания, произведен до затварянето на държавното минно-обогатително предприятие.

До 1999 г. рудникът се експлоатира от държавното дружество „Челопеч“ ЕАД. След приватизационна сделка, сключена през м. юни същата година, холандското дружество „Наван Бългериан Майнинг“ Би Ви, собственост на британската компания „Наван Майнинг“, придобива 75% от акциите на българското дружество, което продължава дейността си под името „Наван Челопеч“ АД.



фиг. П.1 Разположение на основните рудни тела с начин на разкриване и капитална инфраструктура

През 2002 г. компанията „Наван Майнинг“ е обявена в несъстоятелност, а през следващата година „Дънди Прешъс Металс“ става собственик на нейните активи в България, включително и на минното предприятие, което е преименувано на „Челопеч Майнинг“ ЕАД. От края на 2005 г. то самостоятелно осъществява всички добивни и преработвателни дейности.

Новият собственик „Дънди“ е наясно с кауза за съдържание на арсен в произвеждания медно-златен концентрат и разработва проект за увеличаване на добива и въвеждане на технология за преработката на концентрата до крайни метали мед и злато с цел директна продажба към крайни потребители, заедно с превръщане на арсена в екологично стабилно съединение, което безопасно да депонира в хвостохранилище. С решение на българския съд обаче проектът е спрял, след което през 2010 г. канадската компания купува металургичното предприятие в гр. Цумеб, Намибия.

П.2. Направление Маркшайдерство в р-к „Челопеч“ – основни задачи и структура

„Маркшайдерство“, „маркшайдер“ и „маркшайдерски работи“ са утвърдени термини в научната, техническата, справочната и образователна литература на минното дело, и макар буквалните им преводи вече да не отразяват напълно съвременните идеи и изисквания за маркшайдерска служба, те все още се използват. На нея винаги се възлагат мащабни, многостранни и важни задачи, чието решение в крайна сметка определя безопасността и ефективността на минните работи, а също така и рационалното използване на недрата и опазването на околната среда.

Тази научна област е ангажирана с комплекс от измервания, изчисления и геометрични построения от всякакъв вид, извършвани на всички етапи на търсене и проучване на находищата на полезни изкопаеми, проектирането, строителството, експлоатацията и ликвидацията (реконструкция, консервация) на предприятията за добив на полезни изкопаеми, както и на подземни и надземни съоръжения, които не са свързани с добива на подземни богатства.

В съответствие с действащите технически документи маркшайдерските работи включват най-вече геодезически и топографски дейности, извършвани за нуждите на минната индустрия, но ролята на маркшайдера, далеч не се ограничава до механично прехвърляне на геометрични елементи на различни конструкции от проекта в натура, извършване на маркшайдерски снимки и т.н. Той събира, систематизира и обработва информация за свойствата на недрата и минно-геоложките фактори, влияещи на рационалното провеждане на минните работи, изследва за наличие/отсъствие на закономерности и разкрива моделите на тяхното пространствено разпределение, прогнозира минно-геоложките условия за разработването на находищата, което е много важно за прилагане на съвременни методи за механизация при разработването на находищата, добива на полезни изкопаеми с определен качествен състав, като същевременно се осигурява и гарантира безопасното провеждане на минните операции, вкл. и при разширяване обхвата на дейността на минното производство.

Независимо от технологичната и икономическата среда, в която се реализират, пред маркшайдерската служба стоят определени задачи, които могат да се сведат до следното:

1. Създаване, поддържане и представяне на актуалния модел на минните изработки. Този модел може да има различна форма и носител-традиционна (графика) или компютърна (числена). По различни преценки, дейностите, свързани с изпълнението на тази задача могат да заемат дори до 50 % от ефективното време на маркшайдерите.

2. Отчитане на обема на подготвителните, нарезните и добивните работи. Задачата е пряко свързана с първата, но притежава значителен социален и икономически ефект в следните насоки:

- осигурява връзка между производителност и справедливо заплащане на труда;
- контролира оперативния отчет на добива и на резултатите от търговската дейност;
- служи като обективна основа за заплащане на концесионната такса върху погасените запаси (добив, безвъзвратни загуби и други).

3. Изучаване на природните условия на находищата. Тази задача не бива да се разбира самоцелно, защото е свързана с управлението. Минималният ѝ обхват следва да съдържа:

- пространствено разпределение на основните показатели - дебелина, пространствено положение, съдържание на полезни и вредни компоненти, физико-механични и инженерно-геоложки параметри;
- характер на разпределението на горните показатели (нормално, логнормално, гама и т.н.);
- корелационни връзки между показателите.

4. Осигуряване на основните технологични процеси в рудниците и развитието на минните работи. Тази задача е особено необходима при високопроизводителните технологии - масово взривяване, роторни багери и т.н. Тук качествено и навременно маркшайдерско осигуряване има голямо значение за постигане на желаните резултати, и включва:

- участие в проектирането;
- трасиране и текущ контрол на изпълнението;
- снимка на изпълнението и оценка на резултатите.

5. Осигуряване на устойчиво развитие на рудника в околната среда. Задачата има конкретни измерения в много насоки:

- изпреварващо определяне и придобиване (закупуване) на терени, които са необходими за провеждането на минните работи;
- осигуряване на безопасни деформации на района, над или около минните работи;
- изучаване на фактическите деформации на района, над или около минните работи, и в самият рудник;

- планиране и отчитане на загубите от полезни изкопаеми, с оглед тяхното значение за концедента и концесионните условия;
- решаване на задачи във връзка с техническата и биологичната рекултивация и продажбата, арендата или използването на земята.

6. Участие в етапите от управлението на рудника - прогнозиране, планиране, регулиране и текущ контрол, отчитане и анализ на резултатите. Това е дейност, в която се използват резултатите, получени от изброените по-горе задачи (1-5)

Особено значение при съвременните условия имат следните аспекти:

- оптимално планиране за постигане на зададени параметри (добив, производителност, спазване на технологични показатели, икономически показатели);
- многовариантни решения и гъвкава реакция при промяна на макрорамката (колебание на цените, поява на конкуренция, разкриване на нови пазари, неикономически въздействия и други);
- тотално управление на качеството в смисъла на европейските стандарти (ISO 9000).

7. Една нова задача е осъществяване на информационните връзки на предприятието (фирмата). Те могат да се дефинират в различни аспекти:

- по време - проучване, разкриване, подготовка, добив, рекултивация, ликвидация;
- по технически средства - традиционни носители (таблици, чертежи) и електронни носители (компакт дискове (CD), флаш памет, карти-памет, външни носители (SSD дискове), предаване по мрежи);
- по адресати - висшестоящи организации - акционерни дружества (АД), концерни, холдинги; местна администрация; данъчна администрация; МЕ, МОСВ и/или РИОСВ; Дирекция/Агенция за концесии и/или за подземни богатства).

Съгласно организацията на труда в компанията, дейностите изпълнявани от маркшайдерския екип в ДПМ Челопеч могат да бъдат разпределени в няколко групи - **текущи, месечни, годишни и проектни**, което отчита честотата на извършването им, мястото и средата в която се осъществяват, тяхната регулярност и др. (таблица II.2.3).

Таблица II.2.3

Текущи	Месечни	Годишни	Проектни
-Заснемане на нарезни, капитални и подготвителни изработки; -Заснемане на добивни изработки; -Задаване на направления на хоризонтални и наклонени минни изработки; -Задаване направления на проучвателни изработки и сондажи; -Заснемане на проучвателни изработки и сондажи; -Развитие и поддържане на опорната маркшайдерска мрежа; -Контрол на процеса по запълване на иззетите пространства; -Текущ контрол на проходческите и добивни дейности; -Трасиране оси на добивни сондажи; -Мониторинг на премествания;	-Отчитане на добивните и проходчески дейности през месеца; -Заснемане и изчисляване обем на произведен продукт; -Заснемане и изчисляване обема на складираната на повърхността руда; -Маркшайдерски дейности на хвостохранилището; -Изчисляване на надработка и подработка при добивните и проходчески дейности; -Калибриране на маркшайдерски инструменти;	-Изготвяне на годишен работен проект; -Мониторинг на обрушени зони; -Инвентаризация на материали; -Измерване на ъгли на девиация на шахти; -Годишна проверка и калибриране на инструменти; -Актуализация модел на иззетите пространства; -Изготвяне на бюджет за бъдещ период;	-Определяне обемно тегло на материали; -Полигонови ходове; -Геодезически измервания; -Развитие на софтуерни продукти; -Развитие на нови инструменти и технологии;

II.3. Съвременни маркшайдерски практики реализирани в р-к „Челопеч“

Маркшайдерският екип, като неделима част от доказано иновативната компания, следва, развива и оптимизира най-добрите световни практики при маркшайдерското осигуряване на подземно разработване на находища на полезни изкопаеми.

Основните, най-често изпълнявани маркшайдерски дейности в р-к „Челопеч“ могат да се обособят в следните групи:

- Създаване и поддържане на опорната маркшайдерска мрежа (основен елемент за коректно изпълнение на всички останали маркшайдерски задачи);
- Задаване на направления на минните изработки (в т. ч. на проучвателни сондажи от повърхността и подземни такива, добивни сондажи, направления за осите на изработки и др.);
- Заснемане на прокараните всички видове минни изработки и създаване на модел (3D в цифров вид) на реалните подземни обекти;
- Изготвяне на количествени сметки и справки с различни адресати;
- Мониторинг на зони на движение на земната повърхност и състоянието на минните изработки.

Разгледани по групи, са анализирани резултатите от конкретно изпълнени маркшайдерски дейности в р-к „Челопеч“.

II.3.1. Съединителни снимки

Развитието на „лабиринта“ подземни минни изработки е предизвикало създаване на методи и средства за инструменталното им изучаване и тяхното обвързване със ситуацията на повърхността - така възниква задачата за ориентирно-свързващото им представяне.

С изобретяването на теодолита с оптична тръба в средата на XIX век проблемът със свързването на минните изработки придобива ясна инженерна форма, което е наложило по-разширено теоретично разглеждане. Естествено, първите теоретични изследвания на този проблем са свързани с германската минна школа, за което свидетелстват чуждестранни публикации от втората половина на XIX век, както и с В. И. Бауман, където във втория том на „Курс маркшайдерското искусство“, шестата глава е посветена на подробно представяне на ориентировките и обобщение на трудовете на немските учени и опита на руските маркшайдери в мините на Донбас (края на 90-те години на XIX век - първото десетилетие на XX век). Като най-пълно и методично структурирано представяне на този въпрос в руската научна и учебна литература, се приема работата на Д. Н. Оглоблин през 1944 г. (въз основа на неговата докторска дисертация и публикации на местни маркшайдери) [22]. Проф. Оглоблин прави опит за хронологично систематизиране на развитието на маркшайдерството, както и поставя определен акцент на въвеждането на третата координата Z, възникването на многотежестните методи за ориентиране, а също и началото на идеята за прилагане на жирокомпас (от 1913 г.).

Изучаването на съединителните снимки (ориентировки) определя решаването на две основни задачи - пренасяне на посоката (посочния ъгъл) на първата страна на подземния ход и определяне координатите на първата точка на този ход в единна метрична система (координатна система) земна повърхност - рудник. В исторически план методите за ориентиране винаги са следвали и прилагали достиженията на научно-техническия прогрес, и най-вече усъвършенстването на методите и средствата за измерване. Развитието на теорията за оценка на точността на маркшайдерските работи „усъвършенства“ методологията за тяхното изпълнение, а изискванията за допустими граници на грешките в решаваните задачи се увеличават. Така в практиката на маркшайдерските работи се налагат два основни метода за ориентиране на подземни минни изработки - геометричен и физически. В първия се използват определени геометрични постановки, като се създават спомагателни свързващи форми и се измерват техните елементи. Във втория се използват свойствата на някои физични явления - земен магнетизъм (магнитно ориентиране) и стабилността на оста на въртене на ротор при три степени на свобода (жироскопично ориентиране). На практика, основно са се утвърдили три основни варианта на геометричното ориентиране – ориентировка през една вертикална шахта, ориентировка през

щолня или наклонена шахта, ориентировка през две вертикални шахти, свързани с минни изработки.

Анализите през ХХ век са довели до разработване на достатъчно съгласувани теория и технологии на този вид дейност, особено важна както по нейната значимост, така и по отношение на изискванията за изпълнение и разходи на труд.

Съединителната снимка и създаването на подземната опорна мрежа в р-к „Челопеч“ започва със завършване строителството на:

- ВШ „Капитална“ (начало – 1968 г., прокарана от кота 731 до кота 386 с обща дълбочина 345 m и светлото сечение 23,6 m²);

- ВШ „Запад“ (начало – 1968 г., прокарана от кота 748 до кота 398 с обща дълбочина 359 m със светло сечение 9,6 m²);

- ВШ „Изток“ (начало – 1968 г., прокарана от кота 772 до кота 549 с обща дълбочина 223 m и светло сечение 7,6 m²), и по-късно

- ВШ „Север“ (начало – 1982 г., прокарана от кота 899 до кота 409 с обща дълбочина 490 m и светло сечение 9,2 m²).

Връзки между четирите шахти са осъществени на хор. 555, хор. 505 и хор. 405 с хоризонтални и наклонени минни изработки. Ориентировките (геометрични) са извършени, както следва:

- ВШ „Изток“ - ВШ „Капитална“ (1970 г.) – на хор. 555;

- ВШ „Север“ - ВШ „Капитална“ (1985 г.) – на хор. 405.

Въпреки надеждността на резултатите на осъществените подземни връзки, периодично през периода 1970 – 1997 г., са извършвани контролни измервания и определяне на посочения ъгъл на специално избрани страни (физично ориентиране) от подземните полигонови ходове. Те са реализирани от специализираната група за жироскопично ориентиране към Маркшайдерския отдел на СМОК „ГОРУБСО“ – гр. Мадан и утвърдени специалисти от МОК „Бургаски медни мини“.

III.3.2. Опорни маркшайдерски мрежи в р-к „Челопеч“

Съвременната практика при изграждане, измерване и изравнение на опорна маркшайдерска основа (мрежа) съществено се различава от методите описани в ТМИ, както в процесите на полевите измервания, така и в последващата обработка. Тези различия се пораждат от принципното разнообразие на инструментите и оборудването използвани през 60-те години на ХХ век и тези в днешно време. Маркшайдерската мрежа в рудник „Челопеч“ е типичен пример за илюстриране процеса на съвременен изграждане, измерване и изравнение на опорна подземна основа.

Предвид мисията на ДПМ за непрекъснато подобряване и усъвършенстване на процесите, и извършените инвестиции за превръщане на рудника в модерно и устойчиво производство, едни от основните реализирани проекти, доказващи реализирането ѝ, са строителство на главните наклонени изработки за достъп от повърхността – НГ „Надежда“ и НГ „Вяра“. Те изпълнени последователно във времето позволяват реализиране на друг вариант геометрична ориентировка – през наклонена шахта или щолня. Възприетият подход изисква проект и реализация на маркшайдерска мрежа от по-различен тип.

Важни моменти от създаването на опорната маркшайдерска мрежа са нейното проектиране, избора на места на точките и начини на тяхното стабилизиране, както и избора на метод и инструменти.

Първата съществена разлика между конвенционалните маркшайдерски теодолитни ходове и тези осъществени в рудник „Челопеч“ се състои в това, че всички точки са стабилизиращи в стените, а не в тавана на минните изработки.

В условията на рудник „Челопеч“ маркшайдерската опорна мрежа е изградена от три реда точки – **Първи**, **Втори** и **Трети**, различаващи се по начините за стабилизиране, използвания метод и точността на определяне на координатите им. Координатите на точките от първи и втори ред са

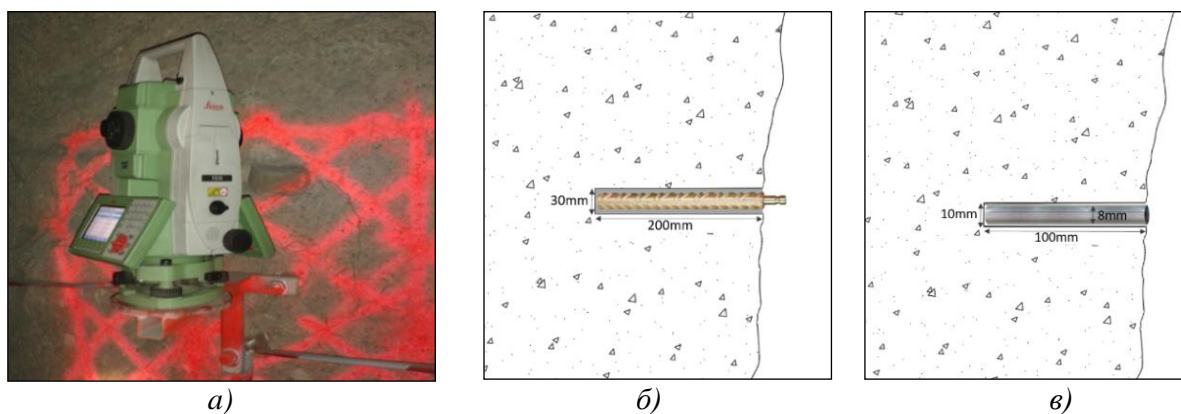
определени при развиване на един затворен полигонов ход, които обхваща всички капитални изработки в подземния рудник. За определяне на координатите на точките от трети ред се изхожда от точки втори ред. Точките от трети ред са разположени във всички добивни блокове и хоризонти, и служат за работна основа при текущите маркшайдерски задачи свързани с осигуряване на производствените и проучвателни дейности.

II.3.2.1 Опорна мрежа изградена от точки първи и втори ред

През последните няколко години този метод се налага като основен вариант на полигонов ход прилаган в подземни условия. Установено е, че такъв вид ход осигурява необходимата точност за правилно водене на минните работи. При него се измерват – хоризонтални ъгли, вертикални ъгли, наклонени разстояния и височина на инструмента и на сигналите (при точките стабилизирани със стойки за принудително центриране).

Ъглите и разстоянията се измерват с роботизиран инструмент (тотална станция) чрез приложението “Sets of Angles”, което дава възможност за многократни измервания към предварително дефинирана група от точки (гирусно измерване). В практиката на р-к „Челопеч“ всички измервания са извършвани в минимум шест гируса.

Точките **първи ред** са стабилизирани в стената на минните изработки посредством стойки за принудително центриране (фиг. II.3.1.а), като са съобразени и спазени основно изискванията на ТМИ – максимално възможно разстояние между точките, добра пряка видимост между тях, стабилизирани на подходящи места с цел осигуряване на дълготрайна експлоатация, и достатъчна отдалеченост от габаритите на минната механизация.

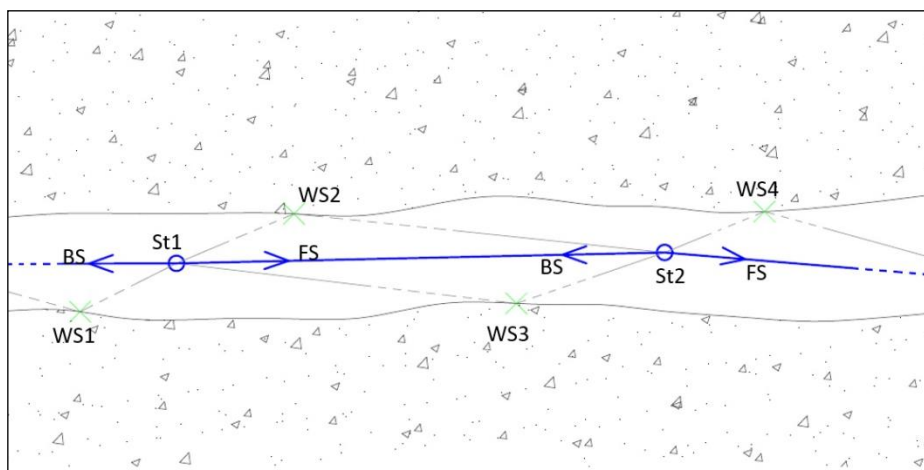


Фиг. II.3.1 а) Стойка за принудително центриране използвана в ДПМ Челопеч; б) стабилизирани на точки в стената от втори ред; в) стабилизирани на точки в стената трети ред

Точките от **втори ред** също са стабилизирани в стената на минните изработки. Те се монтират на дълбочина 20 cm в скалния масив, устойчиви са във времето, и са защитени от мобилната минна механизация. Изискванията за избора на мястото им се състоят в това да бъдат поставени на защитени места, в здрав масив, а към тях да има видимост от минимум две станции от подземния полигонов ход. Стабилизирани на този вид точки се осъществява с монтиране на метални шпилки с дължина 200 mm и диаметър 25 mm в предварително пробит отвор в скалата (фиг. II.3.1.б). Конструкцията им позволява бързо и еднозначно сигнализиране чрез директно поставяне на стандартна призма и измервания към тях. Измерванията за определяне на координатите им се извършват едновременно с развиването на подземния полигонов ход от първи ред.

Изравнението на опорната маркшайдерска мрежа е осъществено със софтуера TPLAN. За сравнение и потвърждаване на резултатите са извършени изравнения и с други софтуерни продукти за изравнение по МНМК като Star Net и Comp Net.

Получените резултати от изравнението и последващият анализ показват, че стабилизиранието на точките в стената не влияе на резултатите от изравнението на хода, но оценката на тяхната точност е приблизително еднаква с тази на полигоновите точки, от които се извършват измервания към тях. При измерванията за реализиране на полигоновия ход са определени и над 300 точки в стената от втори ред.



Фиг. II.3.2 Схема на полигонов ход в подземни условия

Основно предимство на успоредното (едновременно) измерване на точките от първи и втори ред (фиг. II.3.2) е тяхната идентична оценка на точността. В случай, че те биват измервани по-късно това би компрометирало точността, с която са определени, и впоследствие биха намалили системността на последващите маркшайдерски процеси. Точките от втори ред се явяват изходни за развиването на опорната маркшайдерска мрежа в добивните хоризонти (маркшайдерски точки трети ред).

II.3.2.2 Опорна мрежа изградена от точки трети ред

Точките от трети ред съставляват най-голямата част от опорната маркшайдерска мрежа в рудника. Те се характеризират с най-кратко време на използване и се поставят единствено в добивните хоризонти и изработки с кратък срок на експлоатация. Стабилизирането им се извършва чрез пробиване на 100 mm дълбока дупка в парамента на изработката с диаметър 10 mm, на предварително избрано, и сравнително защитено място. В нея се поставя метална тръбичка с външен диаметър 10 mm и вътрешен – 8 mm (фиг. II.3.1 в). Тръбичката е пригодена за поставяне на стандартна призма чрез специален държач.

Определянето на пространственото положение на тези точки (координирането им) се осъществява след ориентация на инструмента чрез засичане (обратна засечка) към вече определени точки в стената от втори ред, и последващи ъглово-дължинни измервания в две положения на зрителната тръба на инструмента. Преди запис на данните се извършва проверка на оценката на точността чрез вградения софтуер в инструмента. Резултатите от практиката показват, че при използване на правилна геометрична постановка и подходящ инструмент не е необходимо допълнително изравнение на техните координати.

Предимствата, явяващи се стимул за честата им употреба са бързо и лесно стабилизиране, лесен достъп, както и факта, че отпада необходимостта от центриране под или над точка.

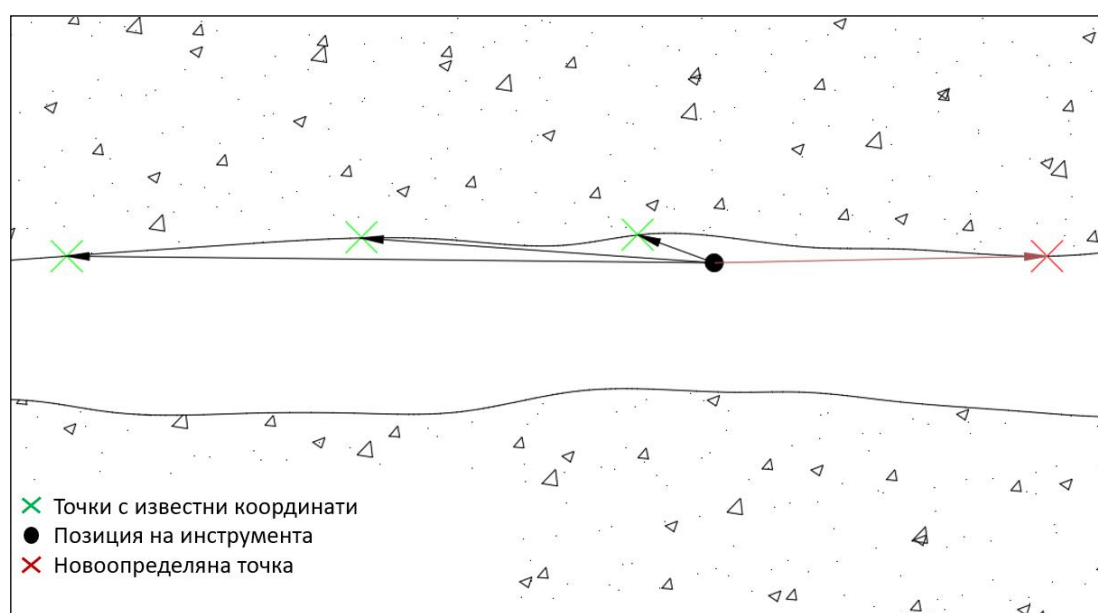
Всичко това намалява значително времето за изпълнение на конкретни задачи, но при този метод се наблюдават и някои недостатъци - не винаги точките са устойчиви, а понякога се деформират лесно, както и остава необходимостта да се спазва определена геометрична конфигурация между точките, използвани за ориентиране и избор на мястото на инструмента при координиране на нова точка.

Най-често прилаганият, поради своята ефективност, метод за позициониране в руднични условия е обратната засечка. Възможностите на тоталната станция, с вградения хардуер и софтуер, осигуряват и решението на засечка по Хелмерт (Helmert Resection), чийто алгоритъм налага извършване на определени трансформации. В случай че за позициониране се използва методът на обратната засечка (Resection), инструментът може да бъде поставен на произволно място, при единственото условие - да има видимост към минимум две точки с известни координати. Координатите на станцията и точността на самото привързване се изчисляват автоматично от

софтуера на инструмента, чрез реализиране на измервания към най-малко 2 и най-много 10 точки (препоръчват се 3). Преди „приемане“ на позиционирането за достатъчно надеждно, операторът има възможност да избере кои измервания следва да участват, и кои не, в изчисляването на положението на инструмента.

От анализите на ежедневно прилагане на посочения метод за позициониране и последващо определяне координатите на нови точки е установено, че точността на координатите на новоопределяните точки силно зависи от геометричното разположение между инструмента, точките с известни координати, и новоопределяните точки. На фиг. II.3.3. е представен пример за коректно разположение на страните в засечката.

Установено е също, че конфигурацията на засечката не оказва много съществено влияние на точността на ежедневно извършваната снимка, поради късите разстояния до заснеманите обекти. В случаите обаче, когато трябва да бъдат определени координатите на нова точка, или когато трябва да се зададе направление на минните изработки, в маркшайдерската практика на отдела е прието да се използват минимум три точки за ориентиране, и да се съблюдава спазване на коректна геометрична форма на обратната засечка.



Фиг. II.3.3 Геометрична форма на коректна обратна засечка

Идеята за прилагане на метод с използване на точки, стабилизирани в стената (вместо в тавана или в пода) се заражда в началото на ХХI век и бързо се налага в маркшайдерската практика. Неин основоположник и внедрител в практиката е австралиеца Брендън Макормак [41]. Според него, конвенционалният метод за стабилизиране на маркшайдерските точки в тавана на изработките има редица недостатъци: опасност от работа на определена височина (за стабилизиране на точките); наличие на вентилационни тръби и/или други комуникации в тавана на изработките (затрудняващи достъпа до маркшайдерските точки); наличие на вентилационна струя, влияеща върху точността на центриране на инструмента под точка (сигнализирана с механичен отвес); затруднено измерване на височината на инструмента (предпоставка за грешка); затруднена визуална инспекция на състоянието на точката (в някои случаи тя се намира на 3÷4 m над оператора).

Според Бр. Макормак оборудването, необходимо при използване на точки в стената се свежда до: Коаксиален теодолит (Тотална Станция); тринога, държач за призма, призма, бормашина, алуминиеви тръбички. Едновременно с това от списъка с необходими пособия отпадат: нивелир и приспособления за нивелация, ролетка, отвес или зенит-проектор, осветление за задната точка, стълби и повдигателни съоръжения.

Предимствата и търсенето на възможности за подобряване използването на метода с точки стабилизиращи в стената са обект на множество изследвания и публикации на различни автори, сред които се открояват Франк Смит, Андрю Ярош, Брендън Макормак, Хендрик Гроблер и др. [34, 33, 52]

Днес методът с използване на точки в стената е утвърден стандарт при маркшайдерските дейности в разработването на много рудни находища. Основните фактори, благоприятстващи налагането на тази практика като прогресивна са: по-висока безопасност; сравнително ниска цена на консумативите; лесно и достъпно стабилизиране на точките на безопасни и сравнително стабилни места; контролните точки могат да се поставят на места, отдалечени от засиления трафик; бързо позициониране (ориентиране) на свободната станция при развиване на опорната мрежа или при извършване на маркшайдерско заснемане; определянето на координатите чрез засечка в реално време позволява непосредствено трасиране на различни елементи, при това с оценка на точността на позиционирането; не се налага измерване на височини (на сигнала и на инструмента), което елиминира голяма част от предпоставките за грешки при определяне на котата; отпада необходимостта от достъп до тавана на изработката, оптимизира се времето като се намалява забавяне и прекъсване на трафика; с използване на три или повече изходни точки до голяма степен се контролират грубите грешки, и евентуални премествания след първоначалното стабилизиране, което с подходящ анализ по метода на най-малките квадрати може да се идентифицира и елиминира.

А. Ярош и Л. Шепард в [34] разглеждат детайлно прилагането на метода с маркшайдерски точки в стената и анализират разликите в положението на няколко точки, определени по метода с класически полигонов ход с принудително центриране чрез наблюдения към точка назад и точка напред, и чрез полигонов ход с точки стабилизиращи в стената. При анализа и изравнението на резултатите от измерванията е използван софтуерния продукт „Star Net“.

На базата на серия експерименти авторите стигат до следните изводи:

- Използването на метода с точки стабилизиращи в стената за развиване на опорна маркшайдерска мрежа значително се повишава производителността и безопасността на маркшайдерските дейности извършвани в подземните рудници;
- Методът изисква използване на коаксиални инструменти и отражатели с нулева константа;
- Необходими са високоточни измервания ($2\text{mm} \pm 2\text{ppm}$ точност на измерваните дължини и $\pm 5''$ точност на измерваните ъгли);
- Геометричната форма (конфигурация) на засечката е от първостепенно значение за точността при изчисляване координатите на станцията и ориентирането ѝ;
- При правилна геометрична постановка между инструмента и точките в стената, точността на метода е съизмерима с тази на класическите методи;
- Използването на метода с точки разположени в стената, в случай че не е възможно да се осигури (получи) препоръчителната форма (геометрия) - с остри ъгли, изисква използване на устройства за принудително центриране и допълнителни наблюдения между временните (междинни) станции на инструмента;

Дългогодишното прилагане на метода за развиване и поддържане на подземна опорна мрежа, с точки стабилизиращи в стената при маркшайдерската практика в рудник „Челопеч“, както и допълнителни лични изследвания на автора, анализи и обобщения на натрупания опит, също потвърждават зависимостта между точността от геометричната постановка между свободната станция и точките в стената с известни координати служещи за ориентиране чрез обратна засечка. Позициониране (ориентиране) чрез използване на две точки е приемливо за извършване на маркшайдерско заснемане на елементите на минните изработки, но при координиране на нова точка или задаване на важно направление се препоръчва да се използват най-малко три.

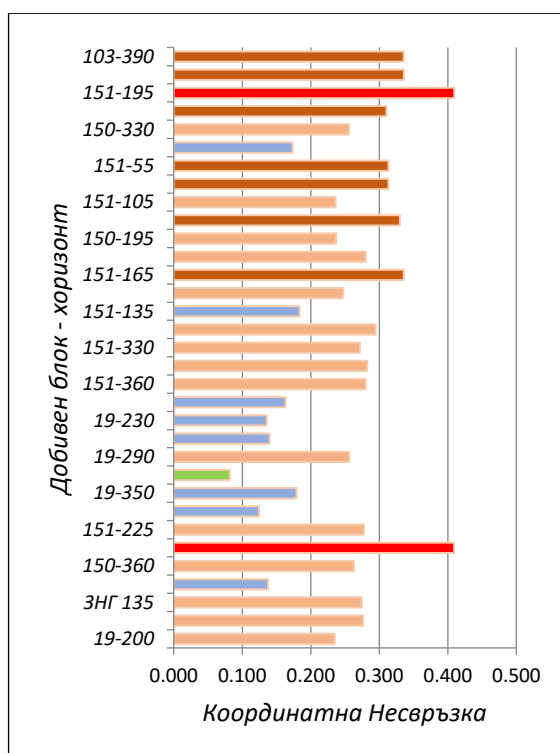
II.3.2.3 Практически резултати

Изграждането, измерването и изравнението на нова опорна маркшайдерска мрежа в действащ рудник е отговорна и твърде предизвикателна по отношение реализирането ѝ задача. В условията на р-к „Челопеч“ конвенционалният метод с използване на точки първи и втори ред в тавана на изработките е заменен, като са стабилизирани, измерени и изравнени нови точки от първи, и втори ред във всички капитални изработки. Впоследствие от тях са преизмерени/заменени точките от трети ред, намиращи се в изработките на добивните хоризонти. Процесът по изграждане и измерване на мрежата отнема на маркшайдерския екип над три месеца, като измерванията (24 висящи полигонови хода) са изцяло съобразени с времевите интервали, в които няма движение на тежка минна механизация в изработките. Развиването на опорната маркшайдерска основа започва от две точки с известни координати на повърхността и съдържа 265 станции, от които освен измерването на дължината и посоката на страна напред и страна назад, се извършват и ълово-дължинни измервания към точките от втори ред стабилизирани в стените на минните изработки. Всички полеви измервания са извършени с роботизирана тотална станция, с технически характеристики - ъглова точност – 1" и линейна точност – 1 mm + 1,5 ppm.

Във всички станции са извършени измервания в шест гируса, използвано е софтуерното приложение Sets of Angles и функцията за автоматично разпознаване на призмата. Изравнението на мрежата също е чрез софтуерния продукт TPLAN, като отново са извършени сравнения с резултатите от изравненията със Star Net и Bowditch Adjustment методите.

Резултатите след изравнение на положените полигонови ходове (с дължина над 15 000 m) показват линейна несвързка под 1:100000 в случай че ходът се изчисли като висящ. При изравнението на затворен полигонов ход максималната поправка за единична точка е 16.7 mm. Сравнителна таблица за разликата в местоположението на добивни хоризонти и капитални изработки преди и след завършване на последния полигонов ход са представени на фигура II.3.7.

Сравнително равномерното разпределение на разликите доказва предимствата на избрания подход и дава увереност за надеждността на резултатите от маркшайдерското осигуряване на минните дейности в рудника.



Фиг. II.3.7 Абсолютна координатна несвързка в добивни хоризонти преди и след развиване на полигонов ход с точки в стената от първи втори и трети ред.

Като продължение на традиционно извършвани контроли за състоянието на маркшайдерската опорна мрежа се явяват и измерванията, за които са използвани двата модела жироскопични инструменти, налични в катедра „Маркшайдерство и геодезия” на МГУ [26]. При извършването им, освен получените резултати, д-р инж. Весела Миланова изследва и ефекта от прилагане на два класа по точност на посочената апаратура - жиротеодолит GiB2 (4") и по-нисък клас - комплект жироскопична приставка Wild GAK1 (30") и теодолит Wild T16. Извършените измервания на територията на р-к „Челопеч” са две - първоначално на 11.12.2014 г. и повторно в периода 18-24.08.2015 г., като състоянието на инструментите е потвърдено на място чрез изследване неизменността (устойчивостта) на инструменталната поправка.

За взаимен контрол, първоначалното жироскопично ориентиране на р-к „Челопеч” е извършено чрез последователни измервания с двата инструмента. Сравнени са стойностите на посочните ъгли на еталонното и работно направление, определени от жироскопичните измервания с жиротеодолит GiB2 и жироскопична приставка GAK1. Извършена е съпоставка между стойностите за отклонението на геодезическата основа. Чрез разликата между крайните резултати са изследвани съответствието и състоятелността на данните. Установено е, че въпреки разликата в класа точност крайните резултати за отклонението на геодезическата мрежа на рудник „Челопеч” с GAK1 и GiB2 са много близки, съответно 12" и 4".

Резултатите от измерванията са оценени по точност въз основа на отклонения, според възприетата схема на измервания. Табл. II.3.1 съдържа информация за всеки вид измерване-работно P и еталонно E, както и начина на редуването им.

Таблица II.3.1.

Обект	Схема от редуване на измерванията	Инструмент	Вид измерване	Отклонения $v_i = \alpha'_i - \bar{\alpha}$
„Челопеч“	4E-4P-4P-4E	GAK1	E1	0.4"
				-9.7"
				19.2"
				13.8"
			E2	3.1"
				-11.7"
				-1.5"
				-13.6"
P1	2.7"			
	13.5"			
	-7.1"			
	-9.1"			
P2	-37.8"			
	33.1"			
	-26.0"			
	30.7"			

Измерванията са реализирани двукратно - в право и обратно направление за всеки вид измерване, а оценката е въз основа на изчислени вероятностни грешки v_i за всяко измерване α'_i , спрямо средната аритметична величина $\bar{\alpha}$ (табл. II.3.1), като са използвани следните работни формули:

$$v_i = \alpha'_i - \bar{\alpha}, \quad (\text{II.1})$$

$$\delta_i = \alpha'_i - \alpha''_i, \quad (\text{II.2})$$

За оценка на точността са изчислени стойностите на средните квадратни грешки на измерванията, съответно с жироскопична приставка GAK1 и жиротеодолит GiB2:

$$m_{GAK1} = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = 18.7", \quad (\text{II.3})$$

$$m_{GiB2} = \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{2n}} = 1.6", \quad (\text{II.4})$$

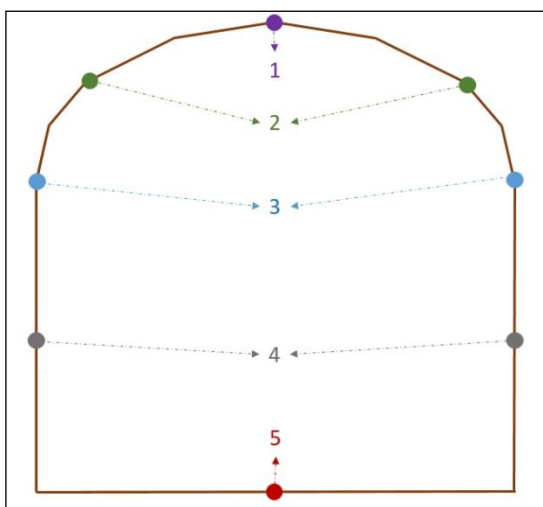
Получените резултати свидетелстват, че отклоненията са в рамките на паспортната точност на инструментите, а в повечето случаи са дори значително по-ниски от тази граница, което повишава стойността на изводите относно състоянието на маркшайдерската опорна мрежа.

II.3.3. Заснемане на минни изработки

II.3.3.1 Заснемане на капитални, подготвителни и нарезни изработки

Анализът на най-добрите световни практики, прилагани в днешно време показва, че за заснемане на хоризонтални и наклонени минни изработки достатъчно ефективно и препоръчително е използването на тотални станции.

Заснемането на дадена минна изработка в най-общия случай има за цел правилното отразяване параметрите на изработката (височина, широчина, наклон и разположение в план) с цел достоверно определяне на линейния напредък и изчисляване на обема иззета или преместена минна маса. Заснемането на такъв тип изработки напоследък най-често се извършва от „свободна станция” позиционирана (ориентирана и координирана) чрез „обратна засечка” от минимум две точки с известни координати. След това през определен интервал се заснемат характерни точки, представящи подробности от минната изработка. Така например в рудник „Челопеч“, както и в по-голямата част съвременни подземни рудници, предвид формата и големината на сечението, профилът на изработката се определя посредством заснемане на пет типа линии разположени в различни (специфични) части от нея (фиг. II.3.9).



Фиг. II.3.9 Местоположение на видовете линии заснемани при текущата маркшайдерска снимка

1. Линия отразяваща тавана (горнището) на изработката (back);
2. Линия отразяваща края на засводяването (roof);
3. Линия отразяваща началото на засводяването (shoulder);
4. Линия отразяваща стените на изработката (adev);
5. Линия отразяваща пода (долнището) на изработката (floor);

Посоченият пример е за минна изработка с трицентров свод, но той лесно може да се адаптира към изработки с различни форма, размери и сечение. При този метод на заснемане определянето на местоположението на конкретните точки до голяма степен е въпрос на рутина и лична преценка на маркшайдера. Необходимо е обаче те да се доближават максимално до реалните части на свода, който отразяват, за да може от тях да се създаде тримерен модел, представящ адекватно и оптимално реалния обект. Заснеманите точки от всеки тип линия се избират на

разстояние приблизително 0.5 m една от друга. В зависимост от конкретните задачи или формата на изработката се използват и други типове линии с цел най-реално представяне на заснемания обект.

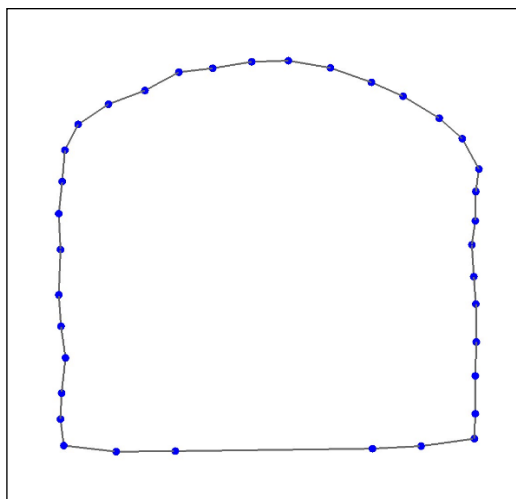
Основните предимства, които налагат използването на този метод в маркшайдерската практика за текущото заснемане на минни изработки са: бързо заснемане на последните изменения в изработката; онагледяване на съответствието между проектно и действително направление; бързо и лесно обработване; създаване на тримерен модел, чрез който могат да се отчитат обемите добивни и проходчески дейности.

Недостатъците се изразяват в това, че притежава елементи на субективност при определяне местоположението на точките, а броят на заснетите точки е по-малък в сравнение с други видове заснемане.

Вторият тип маркшайдерско заснемане на подготвителни и нарезни минни изработки е чрез заснемане на **напречни сечения**. Състои се от заснемане на точки по периметъра на напречно сечение на изработката, перпендикулярно на надлъжната ос на проекта (фиг. II.3.10). В зависимост от целта на задачата се определят интервалите между отделните сечения (рингове), разстоянието между отделните точки по сечението, както и толеранса за отклонение от съответния ринг. Преди известно време тази дейност е извършвана „ръчно“, докато сега вече може да се осъществява автоматизирано чрез ползване на софтуерни приложения – напр. TMS ProScan, Trimble Access - Tunnels и др.

Предимства на маркшайдерската снимка „Напречни сечения“: осигурява заснемане на достатъчен брой точки по сечението на изработката; позволява и гарантира създаване на по-коректен модел; осигурява лесна последваща обработка.

Основните недостатъци са - по-голяма продължителност на измерванията; предполага спиране на движението на превозни средства в заснеманата изработка; не изключва заснемане на точки от обекти, които не са част от профила на изработката (вентилационни тръби, кабели, тръби и др.)



Фиг. II.3.10 Сечение на минна изработка заснето по метода на напречните сечения

II.3.3.2 Заснемане на добивни изработки

В зависимост от прилаганата система на разработване и конкретните минно-геоложки и минно-технически условия в дадено находище, добивните изработки се заснемат по различни методи. Най-често това са методи, които използват тотални станции и стационарни сканиращи устройства. Тоталните станции и част от скенерите прилагани в геодезическата практика могат да бъдат използвани за заснемане на добивни изработки с непосредствен достъп. При мощни рудни тела, разработвани чрез камерна система, система с подетажно обрушаване и др., добивните пространства са с голяма площ и обем, достъпът на хора в тях не е безопасен и съответно е забранен от правилата за техническа безопасност в минно-добивните дружества. По тази причина използването на класическите инструменти не може да осигури достатъчно представителни и

надеждни данни, респективно и достатъчна точност при отчитането на добитите количества минна маса, тъй като те не могат да заснемат всички детайли от добивното пространство (фиг. II.3.11).

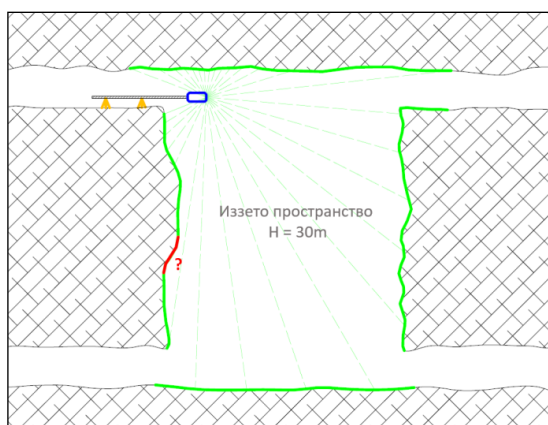


Фиг. II.3.11 Схема за заснемане на добивно пространство с двустранен достъп.

Резултатите от дългогодишната практика, развитието на технологиите и стремежът за по-качествено маркшайдерско осигуряване на добивните процеси е довел до създаване на принципно нов тип инструмент/технология още в началото на 90-те години на миналия век - CMS (Cavity Monitoring System - Система за Наблюдение на Празнини). Тя бързо се налага в световната маркшайдерска практика поради редицата предимства, които притежава спрямо конвенционалните дотогава маркшайдерски методи за заснемане на големи празни (иззети) пространства. Първият минен скенер от този тип е произведен от канадската компания Optech (днес част от Teledyne). Впоследствие английската компания MDL създава свой модел C-ALS (Cavity-Auto-scanning Laser System). Днес компанията MDL е част от Carlson Group. От 2011 г. на пазара е третият основен производител на подобно оборудване – Geo Sight Австралия.

Всички те работят на идентичен принцип, а именно позициониране на инструмента вътре в добивното пространство, посредством комплект, сглобяеми или телескопични пръти (фиг. II.3.12), което минимизира „слепите“ зони и позволява сравнително пълно и надеждно сканиране на добивната изработка/добивното пространство, без риск за оператора (маркшайдера).

С навлизането ѝ в практиката, тази технология променя изцяло методите за заснемане на подземни празнини (особено на недостъпни и такива с високорисков достъп). Инструментите са създадени специално за подземна работа и осигуряват бързи, безопасни и прецизни измервания в специфичните условия на работа под земната повърхност.



Фиг. II.3.12 Принципна постановка при сканиране на добивна изработка (камера) чрез CMS

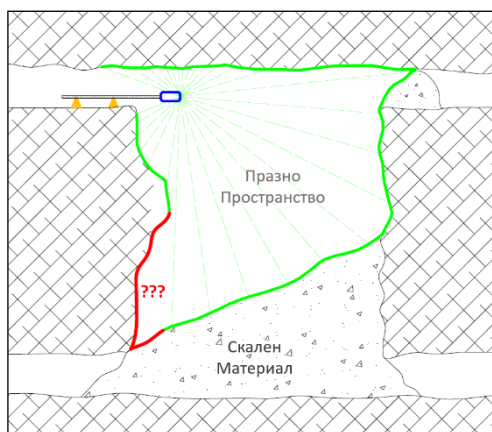
Геореферирването на заснетите от системата точки се извършва чрез определяне координатите (заснемане) на две точки (означени с марки), разположени еднозначно на специални места от системата, на базата на които се изчисляват азимута и наклона на инструмента, и които впоследствие служат за изчисляване на координатите на облака от точки представящи формата и размерите на заснетия обект.

Добрите резултати, постигнати на практика с този тип инструменти бързо правят метода част от съвременните най-добри практики за заснемане на недостъпни и/или опасни зони и пространства. Основните предимства на системата са: безопасно дистанционно заснемане на опасни и/или недостъпни пространства; бързи и точни резултати в реално време; осигуряване на множество (десетки хиляди) прецизно заснети точки (основа за определяне формата, размерите, пространственото положение и обема на празното пространство; възможност за бързо създаване на детайлен тримерен модел; компактност и лесна употреба; осигурява универсален формат на данните (възможност за обработка на резултатите от сканирането в средата на различни програмни продукти (вкл. и строго специализирани); дава възможност за бърз и ефективен контрол, анализ и управление на загубите и обедняването;

Системи от типа „CMS“ дават възможност и за бързо и точно проследяване на съответствието между проектните и действителните параметри на добивните пространства, наблюдаване (отразяване), анализ и оптимизация процесите на ПВР и др.

Този метод е намерил широко приложение и в р-к „Челопеч“ и се използва предимно за осигуряване необходимата информация на отдел „Добив“ и отдел „Запълнение“ за добивните и запълващи се камери. Същевременно често се прилага и за следене на обрушени зони на повърхността, следене състоянието на рудоспусъците и др. Системата предлага множество предимства и улеснения, а известен недостатък е - измерванията извършени в силно запрашена среда могат да се отклоняват от реалността.

Въпреки широките ѝ възможности, в практиката при някои добивни изработки нерядко се срещат зони, които остават „невидими“, поради неправилната и специфична форма на заснеманото пространство, или от ограничения (възможния) достъп до него (фиг. II.3.14).



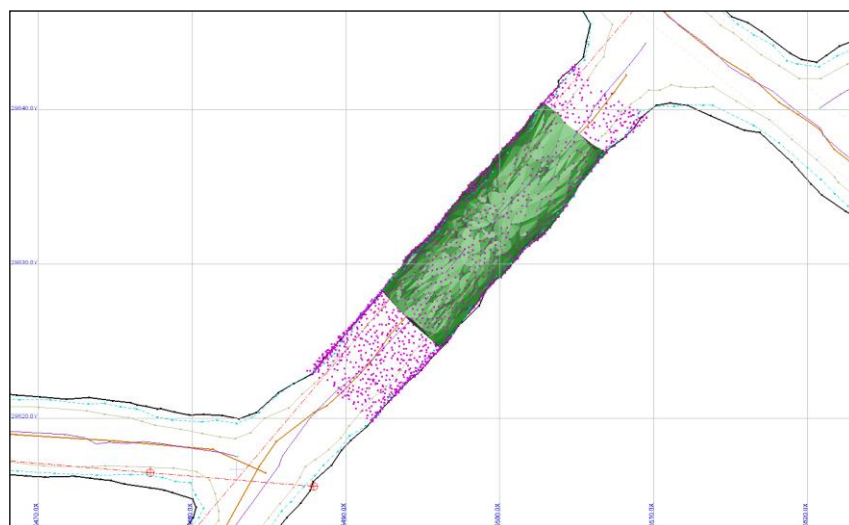
Фиг. II.3.14 Схематична постановка на CMS сканиране на изработка със „слепи“ зони

Констатирането на проблема наличие на „слепи“ зони провокира задълбочаване на литературните проучвания и научни търсения за алтернативни технологии, които намаляват или елиминират ефекта му във отчетни и оценъчни задачи.

Все по-широкият спектър от различни методи и варианти за заснемане на минни изработки днес е от съществено значение, тъй като създава възможност за оптимизиране до голяма степен и повишаване на ефективността на маркшайдерските работи в подземните рудници. Затова всички прилагани методи и техники на заснемане следва да отговарят на определени изисквания за точност при съответната дейност за специфичните условия.

II.3.3.3. Резултати от сравняването на модели, създадени чрез различни методи на заснемане

За сравняване качеството и ефективността на видовете заснемане са използвани резултати от проведени измервания чрез посочените три метода (сканиране със CMS, заснемане с тотална станция, заснемане на напречни сечения) в три случайно избрани линейни участъка в рудника (фиг. II.3.15). При заснемането на конкретните участъци по първите два метода и ориентирането на CMS е използвана тотална станция „Leica TS15”, а за лазерното сканиране – CMS Ortech V400. И трите снимки са ориентирани от едни и същи точки от рудничната опорна мрежа с цел осигуряване на максимална точност (и предварително елиминиране на грешки). Данните от полевите измервания са обработени в средата на софтуерния продукт Geovia GEMS 6.6.0.1, чрез който са създадени пространствени (3D) модели и е изчислен обема на всеки участък. Резултатите от измерванията и последващите обработка и изчисления са представени в таблица II.3.3. Вижда се, че всички разлики спрямо средния изчислен обем и обема получен чрез CMS (приет за еталон) са в рамките на 2 %.



Фиг. II.3.15 План на участък в който са сравнени отделните методи на заснемане

Таблица II.3.3

Участък	Обем определен чрез (m ³)			Среден Обем, (m ³)	Разлика спрямо Средния Обем (%)		
	Тотална станция	Напречни сечения	CMS модел		Тотална станция	Напречни сечения	CMS модел
1	396.80	404.98	408.16	403.31	1.6%	-0.4%	-1.2%
2	413.23	419.56	424.08	418.96	1.4%	-0.1%	-1.2%
3	414.70	421.53	422.69	419.64	1.2%	-0.5%	-0.7%

Предвид техническите характеристики на използваните инструменти (Тотална Станция Leica TS15 и CMS Ortech V400) и броя на заснетите точки по всеки от методите, се допуска, че моделът и обемът получени от обработката на резултатите от CMS-сканирането най-детайлно и коректно отразява заснеманите участъци. Извършено е сравнение на между моделите от CMS технологията и тези от останалите два метода на заснемане, а резултатите са дадени в таблица II.3.4

Таблица II.3.4

Участък	Обем (m ³) Определен чрез			Разлика Спрямо обем от CMS	
	Тотална станция	Напречни сечения	Сканиране със CMS	Тотална станция	Заснемане на напречни сечения
1	396.80	404.98	408.16	2.8%	0.8%
2	413.23	419.56	424.08	2.6%	1.1%
3	414.70	421.53	422.69	1.9%	0.3%

От анализа на посочените стойности е видно, че резултатът от текущата снимка има най-голямо отклонение от реалния обем на посочените минни изработки, и въпреки това тя продължава да бъде най-използвания метод за заснемането им поради редица други свои предимства. Тази технология се използва за заснемане на подготвителни и нарезни изработки, където изискванията към концесионера за точността на определяните обеми в най-общия случай не са толкова високи, както при добивните. Също така не е за пренебрегване и предимството на тази технология относно времето за заснемане спрямо другите методи.

Таблица II.3.5

Метод	Дейност		
	Време за заснемане, min	Време за обработка, min	Брой заснети точки
Текуща снимка	6	2.5	122
Напречни сечения	28	9	510
CMS	26	3.5	32000

Забележка: броят заснети точки се отнася за участък от изработка с дължина 15 m; времето за заснемане включва целия процес на ориентиране на инструментите и заснемане за участък от 15 m; времето на обработка отразява всички стъпки от въвеждане на данните до създаването на тримерен модел и определяне на обем в софтуерния продукт Geovia GEMS.

Таблица II.3.6

Метод	Оценка		
	Време за заснемане, min	Време за обработка, min	Детайлност
Текуща снимка	1	1	3
Напречни Сечения	3	3	2
CMS	2	2	1

Даните представени в таблица II.3.5 и II.3.6 показват причината за предпочитанията към метода на заснемане на точки, разположени в надлъжни линии, с тотална станция. Въпреки по-ниската си точност, определящото условие за масовото му използване в практиката е времето необходимо за полска и канцеларска работа, тъй като конкретното съвременно минно-добивно производство е много динамичен процес, и изисква бърза обмяна на информация за вземане на управленски решения. От това следва, че при заснемането и отразяването на подготвителните и нарезни минни изработки в пространството от определяща важност е и продължителността на процеса. От друга страна относителният дял на тези минни изработки е многократно по-малък спрямо този на добивните и е обосновано използването на методи с по-ниска (но в допустими граници) точност за сметка на оптимизацията на работния процес.

Освен това, технологията на CMS не е разработена за заснемане на подготвителни и нарезни изработки. В конкретния случай заснемането е извършено целево в такава поради замисъла данните от нея да са най-подробни и коректни и да осигурят една надеждна база за сравнение на останалите методи.

II.3.4. Маркшайдерска логистика на основни технологични процеси и параметри при минни работи.

Анализът на редица производствени резултати с маркшайдерско участие е показал предимствата на новоприлаганите технологии изразяващи се в: минимизиране на очукването и количеството вложени крепежни материали, намаляване на обема превозена стерилна минна маса, намаляване на обема и разходите за положен (изпръскан) фибробетон, подобрене на качествените характеристики на напредъка (минимизиране на „пиксите“, зърнометрията, профила, устойчивостта на горнището на добивните камери).

Важен етап при това е правилният избор на най-подходящо минно оборудване за конкретната работна среда, като следва да се вземат предвид физико-механичните свойства на скалите, за да бъде намерен оптимален режим на работа. В същото време оборудването трябва да бъде защитено и устойчиво на влиянието на рудничната среда (запрашеност, висока температура, влажност, киселинност).

Извършени изследвания, маркшайдерски измервания и анализът на получените резултати потвърждават, че точността на пробиване на взривните сондажи зависи от комплекс фактори, основни от които са следните - работно състояние и изправност на пробивните машини (стабилно позициониране и фиксиране местоположението на машината и манипулатора; луфтовете между движещите се части; изправност на пробивните щанги и правилно заточени пробивни корони); различни геоложки и геомеханични характеристики на масива (даденост, налагаща пробивните работи да бъдат съобразявани с тях чрез промени в паспортите на ПВР или чрез управление на пробивния процес от опитни оператори); квалификация и практически опит на операторите на пробивните машини (от тях зависи точното позициониране на машината, задаването на местоположението на устието и направлението на сондажите при старитране на пробиването, оптималното налягане и плавното напредване на сондажа в дълбочина).

Тенденцията за равномерно и постепенно нарастване на отклонението на сондажите в дълбочина, установена при извършените маркшайдерски измервания както на вече изпълнени пробивни работи, така и при проведения експеримент, дава основание за извършване на по-задълбочен анализ. Въз основа на този анализ следва да се търси наличието на закономерност в направлението на тези отклонения в зависимост от пространствената ориентация на сондажите, както и да се определят адекватни мерки за редуциране на тези отклонения.

В практиката на рудник „Челопеч“ тясното сътрудничество между маркшайдерския екип и звеното по Геомеханика осигурява надеждност на пространствената информация за състоянието на конкретни минни изработки, скалния масив или отделни участъци от него, устойчивостта на отворените добивни пространства, определяне на тяхната форма, размери и геометрични параметри, респ. извършването на геомеханични оценки и прогнози. Тъй като в рудника, съществуват няколко зони (разломни, силно напрегнати, в близост до подработени пространства и т.н.), които изискват периодични маркшайдерски измервания с цел установяване на премествания, са изградени мониторингови системи за следене на евентуално възникващи премествания

За определяне състоянието на положения торкрет бетон е извършвано двукратно заснемане – преди и след полагането на този вид крепеж, а с последваща обработка на данните се изчислява и изразходваното количество бетон.

Извършвани са и множество заснемания на местоположението и ориентацията на анкерни дупки, като резултатите от тях онагледяват съответствието при проектното и реално разстояние между монтираните анкери, съответствието на ъгъла на пробиване с проектния, и дават възможност за анализ и подобряване на дейностите по закрепване на минните изработки.

II.3.4. 4 Нова технологии за маркшайдерско заснемане на подземни изработки.

II.3.4.4.1 Общ преглед на съвременните средства и технологии за маркшайдерско заснемане

Част от образуваните, в резултат на минна дейност или от въздействие на различни природни фактори в земните недра, празни пространства са недостъпни или са с големи размери по площ и височина [1]. Точното определяне на местоположението, размерите и формата им в пространството е от особена важност за стриктно спазване на основни принципи за развитие на минно-добивната дейност, надеждно проектиране, безопасно водене на минните работи и т.н. Затова успешното решаване на различни минно - технически задачи до голяма степен зависи от качеството на маркшайдерското им заснемане, респ. съставяне на точен и актуален (графичен и/или дигитален) модел на минните изработки/празнини, позволяващ ефективно вземане на управленски решения. Развитието на новите технологии, освен реализиране на някои стари идеи, разкрива и нови възможности за повишаване на ефективността и безопасността на работа, както и за получаване на по-точна и по-богата (по-обективна) маркшайдерска информация.

Отчитането на обема на подготвителните, нарезните и добивните работи е задача, която е пряко свързана със задачата за създаване, поддържане и представяне на актуалния модел на минните изработки. Значимостта ѝ се изразява в осигуряване на връзка между производителност и справедливо заплащане на труда, контрола върху оперативния отчет на добива, и е обективна основа за заплащане на концесионната такса върху погасените запаси (добив, безвъзвратни загуби и други). Основа за ефективното ѝ решение е детайлно и качествено заснемане на минните изработки. Освен това, данните от маркшайдерското заснемане на иззетите пространства служат както за основа при планиране развитието на минните работи, така и за анализ и подобряване на вече изпълнените добивни дейности

Усъвършенстването на методите за заснемане на минни изработки и добивни пространства е предопределено от съвместното влияние на няколко фактора – създаване и бързо модернизиране на геодезическите инструменти с постоянно разширявани функции (измерване, широк кръг изчисления, графични възможности и др.), автоматизиране на процеса на измерване, прогреса на микропроцесорната техника, все по-разширяващите се комуникационни възможности, и улеснения достъп до съвременните технологии и т.н.

Провеждането на минно добивни работи при камерните системи на разработване води до образуването на обрушени пространства, чиито контури имат неравен характер – неизбежно явление при отбиване на полезното изкопаемо чрез пробивно-взривни работи. Тези неравности могат да се приемат за първи източник на грешки при заснемането на камерите. Ако точките от недостъпното пространство бъдат определени с висока степен на точност, неравностите ще доведат до грешка, зависеща от степента на неравност. В някои случаи тази грешка може да бъде значителна и по стойност – до около 0.5 m. Тя може да бъде намалена, чрез съгъстяване на заснеманите точки, което не винаги е възможно поради ограниченията в подходите към недостъпното пространство [1].

Втори източник, водещ до натрупването на грешки при определяне положението на повърхнините, се явяват възможностите на използваните методи за заснемане и инструменти. Определянето на полярните координати на заснеманите точки е съпроводено с евентуални грешки в измерването на хоризонталните и вертикални ъгли, и на разстоянията. По опитни данни (ВНИМИ-Всесъюзен научно-изследователски маркшайдерски институт и ЛГИ-Ленинградски държавен университет) е установено, че измерването на полярните ъгли с точност до $\pm 10'$ не оказва влияние на точността при определяне на точките от недостъпното пространство. Основно влияние оказва точността на измерените разстояния.

Третият източник на грешки е свързан с точността при построяване на планове и разрези на заснетото пространство. В последните години този източник на грешки практически не е с толкова съществен дял, поради възможностите на използваните софтуерни приложения, даващи възможност за обработване на информацията от измерванията, нейното систематизиране, оценка и използване за създаване на числен модел на заснетите обекти, а впоследствие – за поддържане и текуща употреба.

Необходимата точност при заснемане на недостъпни пространства трябва да бъде съобразена най-вече с предназначението на снимката и задачите, които ще бъдат решавани по резултатите от нея.

В зависимост от характера на снимачните работи, недостъпните празнини могат да бъдат разделени на три групи [16].

В границите на празнините от първа група (добивни камери, транспортни изработки; изработки, прокарани от вертикална шахта и др.) е възможно и допустимо присъствие на маркшайдер с инструмент. Към точността на снимката се предявяват най-високи изисквания, които могат да бъдат изпълнени благодарение на възможностите за надежден контрол на снимачния метод.

В границите на тези от втора група (сондаж от повърхността; добивна камера; дълбок рудоспусък) е невъзможен достъпът на маркшайдер или престоят му там е забранен от съществуващите правила за безопасност. Снимката може да бъде изпълнена чрез разполагане на измервателните устройства в границите на празнината през ограничени отвори.

При разработването на рудни находища, най-често се срещат празнини от трета група (добивна камера с достъп от горната, средната или долната част), като в тях не е възможен достъпът нито на маркшайдер, нито на инструмент. В този случай при извършване на снимка, за станция се избира точка в подходна изработка, от която е възможно да се заснеме част от празнината, или инструментът се разполага в някоя крайна точка на изработката чрез специална преносима конструкция.

Затова изборът на метод за снимка на недостъпните празнини е по преценка на възможността за достъп в конкретната празнина, нейните характеристики и предназначението на снимката. Подборът на инструмент за извършване на снимката зависи от особеностите на заснеманата празнина и по-конкретно от:

- броя и разположението на подходните изработки;
- съотношението на формата и линейните размери на камерата (дължина, ширина, дълбочина) и вероятността за възникване на „невидими зони“;
- ъгъла на наклона на стените на камерата, граничещи с точката на разполагане на инструмента и др.

Класификация на методите за заснемане на подземни празнини може да се направи и на базата на физико-геометрични принципи и минно-техническите условия, от които зависи използването на съответна апаратура. Според нея най-популярните методи са:

Тахиметричен (полярен) метод – основан е на използване на инструменти и технологии за заснемане, даващи възможност да бъдат определени координатите на заснеманите точки. Подходящ е за заснемане на празнини от първа и трета група. Кулминацията в развитието му е възможността за извършване на измерванията с тотална станция, особено последните модели с вградена технология за измерване без отражател, (режим DR - Direct Reflex), и разполагащи с вградено програмно осигуряване, облекчаващо рутинните изчисления и предоставящо възможност някои от тях да бъдат извършвани по време на самото измерване, както и напоследък предлаганите автоматизирани и роботизирани такива.

Фотограметричен метод – при него се използват инструменти и методи за заснемане, използващи принципите за фотографиране на недостъпните пространства. Напълно подобен е на методите, прилагани при земната фотограметрия. Използвани са двойка фотокамери, прикрепени към обикновен теодолит на разстояние около 1 m една от друга. Камерите са с малки размери и с формат на кадъра 6×6 или 6×9. Снимките се обработват по известни от фотограметрията методи (1). Методът в последните години е усъвършенстван значително и затова е търсен от някои минни компании със специфични и подходящи условия за прилагане.

Телеметричен метод – приложим е за заснемане на недостъпни обекти (подземни хранилища, тръбопроводи и т.н.). Събирането на данни от разстояние (автоматизирано) е чрез дистанционно разположени датчици, сензори, видео-камери, тахометри, и др. измервателни уреди, прибори и системи, снабдени с електроника за дистанционно предаване на данни. Осигуряваната от метода точност за разстояния от 2 до 10 m е около 5 %.

Радиометричен метод – в маркшайдерската практика се прилага основно за заснемане на кариери и подземни минни изработки. За заснемане на камери се използва радиолокационна система, състояща се от: приемопредавател, захранващ блок с индикатор за завъртането на антената, писец, регистриращ разстоянието до стените на изработката и подемно устройство. Установено е, че могат да бъдат измервани разстояния до 300 m с грешка до около 30 cm. Основните му недостатъци се състоят в: сравнително голямо поглъщане и разсейване на радиовълните от отразяващата повърхност (стените на камерата), висока скорост на разпространение на електромагнитните вълни, влияеща върху точността на определяните разстояния.

Локационен метод – основан е на използването на апаратура, позволяваща да се определят координатите на точките чрез измерване и преобразуване на физични величини във величини, характеризиращи параметрите на недостъпното пространство. Приборите, използвани при този

метод се базират на принципите на звуколокацията, радиолокацията, фотограмметрията и телеметрията.

Наземни системи за лазерно сканиране – използва се лазерен лъч, излъчен от скенера, отразен от повърхността на обекта и регистриран отново в скенера, като се отчита необходимото време и положението му спрямо скенера. Особено подходящ метод при заснемане на недостъпни изработки и такива със сравнително сложна форма, най-вече поради възможността при заснемането да се осигури висока точност, бързина и достатъчна безопасност при работа. Полученото изображение осигурява много висока информативност (обективност) и нагледност. По получените данни от снимката може да се създаде модел на елементите на изработката, да бъдат изчислявани обеми, да се построят различно ориентирани сечения, които впоследствие да бъдат обработвани със специализирани програмни продукти, вкл. за минно планиране, както и да се изготвя минно-графична документация.

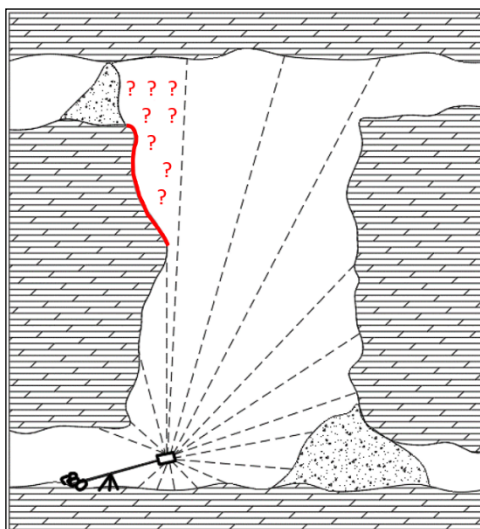
Технологията за лазерно сканиране е един от най-съвременните методи за заснемане. Особено полезна е в сфери, нуждаещи се от пространствени (т. нар. 3D) данни. В основата на принципа е лазерен лъч, който се изпраща от скенера, отразява се от повърхността на обекта и се връща в скенера. Регистрира се необходимото му време, както и положението му спрямо скенера. След допълването на тези данни с информация, получена по класически геодезически методи, се определя местоположението в пространството на заснетата точка от обекта, спрямо геодезическата координатна система с относително висока точност.

Крайният продукт от лазерното сканиране е прецизен (подробен) модел на терена, представен с неправилна мрежа от триъгълници (TIN) или допълнително генерализиран 3D векторен модел.

Основните предимства на лазерното сканиране са: голяма скорост на заснемане; висока точност; високо ниво на автоматизирана обработка; безконтактно измерване; възможност за измервания в недостъпни или опасни зони; значително по-малка вероятност за допускане на грешки в сравнение с класическите методи.

Съвременните скенери притежават висока точност на позиционирането на елементите от обектите на снимката. Днес на пазара са представени различни типове лазерни скенери от различни производители: Ortech, Riegl, Leica, Trimble, Renishaw, Konica-Minolta, Zoller+Fröhlich и др., които се различават по диапазон на измерваното разстояние, по точност и по принципа на измерване (фазови и импулсни).

Както бе посочено използването на системи от типа CMS, дава възможност да се проследява съответствието между проектни и актуални параметри на добивните пространства, анализирани и оптимизирани на процесите на пробивно-взривните работи (ПВР), но въпреки широките им възможности са зависими от обективни реалности вероятно е (фиг. II.3.33) да останат незаснети някои участъци/зони от заснеманото пространство.



Фигура. II.3.33 Схематична постановка за сканиране на добивна камера с CMS

Тази причина е довела до засилено научно търсене и извършване на последователни изследвания от страна на няколко високотехнологични компании, работещи по проблема „осветяване на сенките“, които успяват да създадат принципно нови технологии, допълващи „пропуските“ на наложените в практиката методи.

През последните години безпилотните летателни апарати (БЛА) намират все по-широко приложение в различни сфери на живота - от детски играчки до високотехнологични решения за следене, наблюдение, заснемане, сканиране и др. на разнообразни обекти. В областта на минната промишленост БЛА намират все по-широко приложение при откритото разработване на полезни изкопаеми, с цел фотограметрично заснемане на различни обекти, визуални инспекции и др. И докато този тип БЛА са се наложили успешно за условията на земната повърхност, то един нов подход опитва да утвърди безпилотните летателни апарати и в подземния добив на полезни изкопаеми. Водещите компании, които разработват такава технология са Eхun Technologies (САЩ), Emesent (Австралия) и Inkopova Ab (Швеция). Всички те използват различни подходи, за да интегрират безпилотен летателен апарат с LiDAR скенер и компютър, чрез които да сканират недостъпни пространства в подземни условия и най-вече за подземни рудници.

За разработването на своя автономен сканиращ дрон, американската компания Eхun Technologies си партнира с Дънди Прешъс Металс от средата на 2018 г. През този период е разработен и въведен в експлоатация първият в света автономен сканиращ дрон използван в подземни условия.

II.3.4.4.2 Приложение на безпилотни летателни апарати за заснемане на подземни минни изработки в р-к „Челопеч“

Компанията Eхun Technologies е пионер в разработването на автономни, летящи, роботизирани системи при сложни условия и липсата на връзка с ГНСС (GNSS - **G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystems) и води началото си от Лабораторията по обща роботика, автоматизация и изкуствен интелект на университета PEN във Филаделфия, САЩ.

Системата на Eхun Technologies (фиг. II.3.34), е базирана на безпилотен летателен апарат *DJI Matrice M210*, сканирането на изработките се извършва посредством LiDAR скенер *Velodyne Puck Lite*. А най-важната част в системата е *EхunAI* (Eхun Artificial Intelligence). Именно този изкуствен интелект, създаден от екипа на Eхun със съдействието на маркшайдерския екип на ДПМ Челопеч, задвижва и навигира летателния апарат в сложните и тесни минни пространства. Софтуерът е програмиран така, че да води системата там, където има празни обеми, като по този начин избягва сблъсък с хора, машини и стени на минни изработки. Непрекъснатият процес на сканиране осигурява системата с актуален модел на минната изработка в реално време, а плътността на облака от точки позволява да се отчетат и малки детайли, и препятствия, които биха могли да доведат до инцидент, в случай на допир с летящия апарат. Разполагайки с актуален модел на пространството, в което се намира, системата „решава“ къде е допустимо да премине, „стъпвайки“ на зададени параметри, за необходимо пространство без препятствия (в случая за рудник „Челопеч“ е избран безопасен диаметър от 3 m).

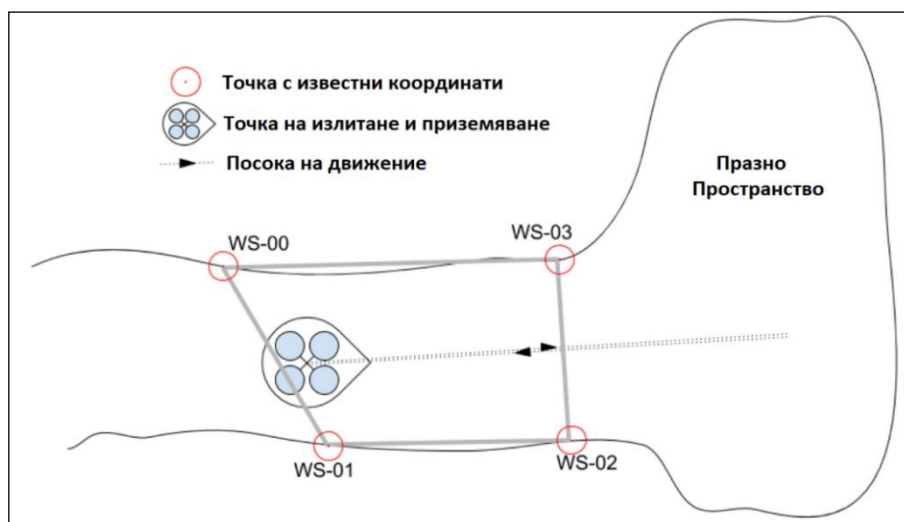


Фиг. II.3.34 Автономен сканиращ дрон Eхun Technologies и таблет за визуализация

При придвижване от една точка към друга, роботът непрекъснато опреснява и надгражда 3D модела на пространството, за да определи през кои зони от заобикалящата го среда е възможно безпрепятствено преминаване. Предвид този модел на района, роботът използва „пакета“ за планиране на движението, като идентифицира безопасна траектория на движение, по която да премине към следващата си цел.

За да бъде възможно и допустимо даден инструмент да се ползва за маркшайдерски измервания един от критериите, които трябва да удовлетворява е достатъчна точност. Коректното и точно определяне координатите на няколко милиона точки, заснети от ротационен скенер, монтиран върху движещ се безпилотен летателен апарат е задача, чието решение провокира извършването на редица изследвания и изводи. За нейното разрешаване в системата на Exup Technologies е използвана SLAM технологията (*Simultaneous localization and mapping – Едновременно картиране и локализация*) [47].

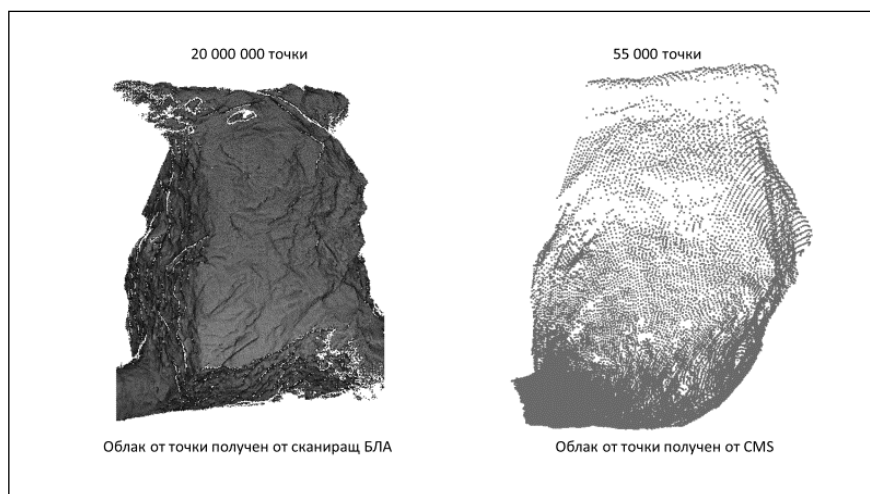
Тази технология стои в основата на надеждното пресъздаване формата, размерите и характерните подробности на минните изработки сканирани с робота на Exup Technologies. Определянето на местоположението в рудничната координатна система също бе задача изискваща специфично и отговорно решение. За да бъде възможно облакът от точки описващ детайлно сканирания обект да бъде коректно георефериран спрямо останалите обекти в рудника се използват допълнителни репери монтирани в близост до точката на излитане и кацане (фиг. П.3.35). Тези точки се стабилизират със стандартни отражателни марки, а координатите им се определят чрез конвенционални маркшайдерски методи, и могат да бъдат използвани многократно след първото стабилизиране. Тъй като отражателните марки са с по-висока отражателна способност от заобикалящата ги среда, системата ги разпознава като такива и използва техните координати, за да изчисли точното си местоположение в пространството и да преизчисли координатите на всички точки от облака заснети по време на полет.



Фиг. П.3.35 Схема на разположение на точките (стенни репери) за георефериране на облака от точки

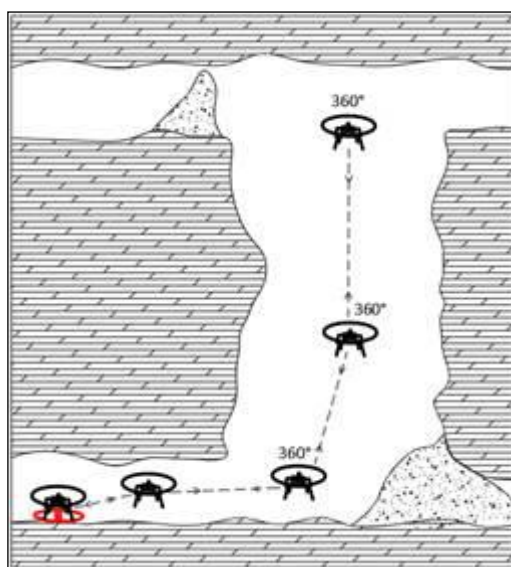
Резултатите от използването на сканиращи БЛА за подземни руднични условия предопределят все по-широкото им навлизане в маркшайдерската практиката. В света вече има няколко рудника, които са адаптирали тази технология и „потребяват“ предимствата, които тя предоставя. Основните фактори, които мотивират смяната на добре позната и доказала се във времето технология, с един по-иновативен подход, са свързани най-вече с безопасност, детайлност, покритие, време за изпълнение. В табл. П.3.13. и на фиг. П.3.36 са представени данни, за сравнение на резултати от общоприетата и широко прилагана в минния бранш технология за заснемане на иззети пространства чрез CMS и тези от сканиращ дрон, получени в резултат на полеви тестове в условията на рудник „Челопеч“.

Метод на заснемане	Бр. заснети точки	Време за сканиране (минути)	Общо време за заснемане (минути)	Точност (см)
CMS	55 000	7	30-40	± 2
Сканиращ Дрон	30 000 000	2-3	30-40	± 10



Фиг. II.3.36 Сравнение на облаци от точки получени посредством различни технологии

Едно от основните предимства при заснемането на големи празни пространства чрез сканиращ дрон, е пълнотата на получения облак от точки, която може да достигне до 100% покритие на добивната камера. Това се дължи на факта, че системата сканира обекта непрекъснато и от различни позиции, докато се движи (фиг. II.3.37.). Така се постига максимално детайлно заснемане, при което „сенките“ са сведени до минимум.



Фиг. II.3.37. Схематична постановка за сканиране на добивна камера с БЛА

С цел потвърждаване надеждността на резултатите постигнати с този нов тип технология, преди въвеждането ѝ в експлоатация, на територията на ДПМ „Челопеч“ са реализирани редица активни експерименти, за количествена оценка на коректността на създадените модели базирани на облак от точки, заснети чрез системата на Eхup Technologies - роботизиран, сканиращ, безпилотен летателен апарат и специализиран софтуер.

За целта в стара сграда с приблизителни размери 18×18×12 m е създаден „еталонен“ модел на базата на детайлни CMS сканирания и са определени координатите на пет контролни точки, а в последствие вътрешността на сградата е облетяна неколккратно с два робота на Ехуп.

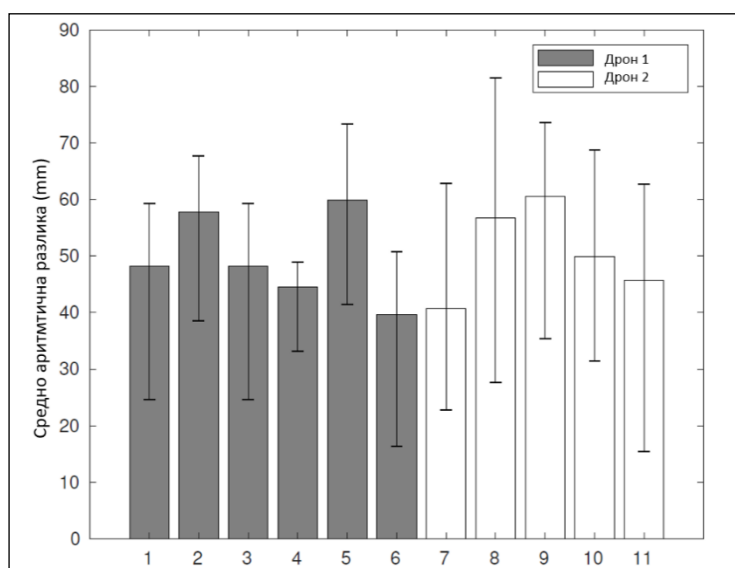
Основните параметри на точността, които се цели да бъдат определени и оценени са:

- Точност при геореферирание на облака от точки спрямо заложените контролни точки;
- Относителна разлика между облака от точки и контролните точки;
- Сравнение на облака от точки с „еталонен“ модел.

Точност на георефериранието на облака от точки: При определяне на грешката от геореферирание на модела, за всеки отделен полет, от наличните 5 контролни точки, 4 са използвани за геореферирание, а координатите на петата са взети от облака. Тази стъпка е осъществена петкратно за данните от всеки полет. Средната разлика изчислена от 55 измервания при всичките 11 полета е 50.2 mm, със стандартно отклонение от 15.1 mm. На фиг. II.3.43 са представени данните за разликите при облака от всеки полет. А в таблица II.3.14 са сравнени разликите от георефериранието при двата дрона. Сходната стойност между резултатите от двете системи показва, че процеса на геореферирание е постоянен и устойчив при различните системи (БЛА).

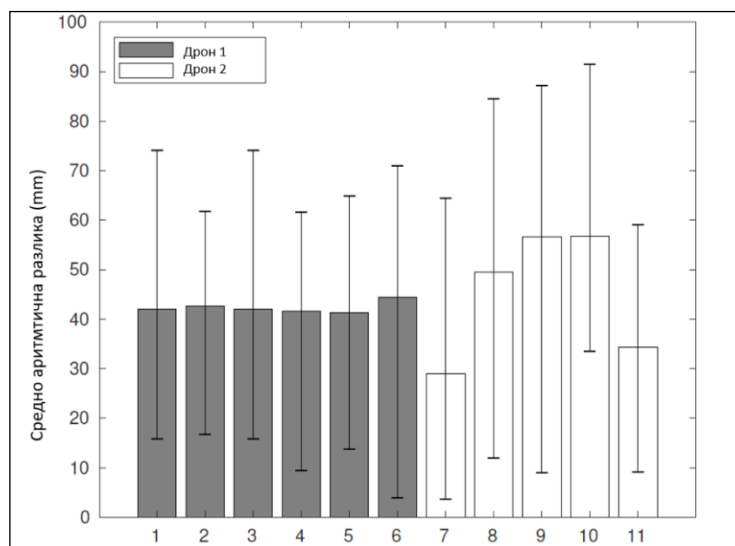
Таблица II.3.14.

Платформа	Грешка при георефериранието	
	Средна стойност (mm)	Стандартно Отклонение (mm)
Дрон 1	49.7	13.34
Дрон 2	48.9	17.00



Фиг. II.3.43. Средноаритметични разлики при георефериранието на отделни полети.

Относителна грешка в облака от точки: Извършено е сравнение за петте контролни точки от всеки полет, като са съпоставени по 10 страни и 30 ъгъла. Средната разлика в дължините на страните за всичките 11 полета, и съответстващите им облаци от точки, е 43.7 mm със стандартно отклонение от 20.3 mm (фиг. II.3.44) и средна разлика между всички ъгли от 0.13°, при стандартно отклонение от 0.12°. Разликата в дължините на страните кореспондира с техническите характеристики на Veolodyne VLP-16 LiDAR, който се използва за сканиране при системата на Ехуп Technologies. В таблица 2.3.15 са представени относителните грешки на измерванията между данните получени от двата БЛА.



Фиг. II.3.44. Относителни разлики при дължините на страните.

Таблица II.3.15.

Платформа	Дължини на страните		Ъглови разлики	
	Средна стойност (mm)	Стандартно Отклонение (mm)	Средна стойност (°)	Стандартно Отклонение (°)
Дрон 1	42.36	17.33	0.14	0.14
Дрон 2	45.25	23.55	0.11	0.09

Сравнение между облаци от точки с координати определени по различни методи: За целите на опита е използвана и CMS (Cavity Monitoring System). Облакът от точки генериран от CMS представя резултатите от четири обединени, геореферирани сканирания от различни позиции в обекта. Принципът на работа на CMS не позволява определяне координатите на контролните точки, използвани за геореферирание на полетните данни. За да се сравнят моделите получени от CMS и Дрон, са определяни разстоянията между точки от различните отделните облаци от точки. Изчислено е разстоянието между всяка точка от CMS (623 000 точки) до най-близката точка в облака от точки на БЛА (17 000 000 точки). В резултат на тези изчисления е установено, че 94 % от всички точки попадат на разстояние от 0 до 100 mm спрямо най-близката точка от облака от точки, получен чрез полет и сканиране с БЛА. Ориентирането на моделите от CMS в случая се базира на линия многократно по-къса от дължината на базовата линия за ориентиране използвана в производствени условия и поради тази причина не е постигната максимална прецизност при обединяването на сканиранията от CMS.

В обобщение, анализът на резултатите от единадесет полета в тестовата обстановка показват средна грешка от геореферирание в рамките на 50.2 mm и относителна грешка 43.7 mm и 0.12°. Трите измерени показателя при двата използвани сканиращи БЛА са идентични и постоянни, което е показателно за надеждността на системата. В допълнение, данните са събирани в два различни дни от различни оператори и различни настройки на полетите, което също доказва, че това не влияе на качеството на получавания модел. Важно е да се отбележи също, че тези резултати силно зависят от геометричните характеристики на заснемания обект, както и от характеристиките на полета, скорост, ротации на скенера и др. Точността на геореферирането зависи и от разположението на контролните точки в стените, отдалечеността на сканирания обект от тях и други.

Навлизането и утвърждаването на нови технологии непрекъснато променят наложените в практиката технологии и норми. Макар и все още в начален етап на своето развитие, методите за заснемане на недостъпни или небезопасни пространства в среда, с липса на GNSS покритие, посредством автономни сканиращи устройства, все по-бързо се утвърждават, като предпочитани

варианти. Възможностите, които дават подобни системи могат да променят и подпомогнат не само маркшайдерското заснемане на минни изработки, а и други аспекти от подземното разработване на полезни изкопаеми. По отношение на заснемането на пространствата, системата се оборудва със специална камера, която да заснема видимия спектър в тъмните пространства, а информацията от тях да се използва за геоложки и геотехнически цели. Въпрос на време е, такива устройства да бъдат управлявани директно от повърхността, да бъдат снабдени със сензори за наличие на газове и други дигитални технологии, които да подпомогнат по-безопасното извършване на минни дейности в подземни условия.

II.4 Изводи

1. Извършената съединителна снимка (геометрична ориентировка) след реализиране и на проект „Вяра“ по възприетия, от ръководителя на маркшайдерския екип (автора), метод гарантира надеждността на опорната мрежа в двата участъка на р-к „Челопеч“

2. Системно прилаганият метод за развиване и поддържане на опорната мрежа, с точки стабилизиращи в стената, от посочените редове осигурява достатъчна надеждност на положението на точките и същевременно висока ефективност на текущите маркшайдерски дейности. Проведените контролни измервания с алтернативен метод (жироскопическо ориентиране) потвърждават състоянието на основни части от подземната основа.

3. Резултатите от извършените изследвания за точността при определяне обема на подготвителни и нарезни изработки чрез различна плътност и разположение на заснетите точки дават основание за мотивиран избор на метод в конкретни условия, технологични ограничения и безопасност на работата.

4. Изводите от анализа на качеството на изпълнение на пробивно-взривните работи при проходческите дейности са довели до оптимизацията им в условията на р-к „Челопеч“, а натрупаният и споделят опит може да бъде използван при ПВР в сходни минни условия.

5. Изследванията за отклоненията на добивните сондажи и постигнатите количествени резултати могат да се използват за определяне влиянието на редица фактори – състояние на оборудването, опит на оператора, характеристиките на средата и др., както и за управляване (коригиране) на конструкцията на проектираните заряди с цел минимизиране на загубите и/или обедняването.

6. Прилаганият маркшайдерски мониторинг на състоянието на добивни минни изработки, състоянието и крепежа на подготвителни минни изработки, и на състоянието на земната повърхност в подработени участъци осигурява на специалистите по геомеханика информация, явяваща се основа за интерпретации и инженерни решения.

7. Наличната техническа и технологична екипировка и възможностите за избор на метод, както и подготовката на членовете на маркшайдерския екип обезпечават качествено, ефективно, безопасно и навременно извършване на снимачните дейности, обработването и представянето на всички обекти на основната дейност на дружеството.

Използваните в р-к „Челопеч“ съвременни техники и технологии в маркшайдерските практики и постигнатите резултати, разгледани в светлината на действащите инструктивни материали, показват че е необходима етапна промяна на някои от тях.

ГЛАВА III. ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА ЕТАПНА МАРКШАЙДЕРСКА ПРАКТИКА

III.1. Общи положения

Както бе посочено в Глава I, основните документи, уреждали статута, правата, задълженията и начините за решаване на основните задачи, на маркшайдерските служби и отдели са разработвани през периода 1950 - 1980 година. В тях е намерил отражение както опита на българската маркшайдерска школа, така и този на някои други страни, предимно на СССР, ГДР и Полша. Стойностите на основни показатели, като допустими грешки, параметри на мрежи, ъгли на движение, нормиране на загуби и обедняване, категории промишлени запаси и т.н., са резултат на дългогодишни изследвания и обобщен богат производствен опит. Най-съществен, по обхват и значение, е т. нар. Техническа маркшайдерска инструкция от 01.01.1968 година [27]. Тя, предвид времето в което е разработана, се явява съчетание на технически норми, учебно помагало, и методически указания за маркшайдерско обслужване на рудниците и на промишлените площадки по време на строителството и експлоатацията [13]. В нея към всеки раздел има указания и приложения, в които е изразено и показано конкретно как и какво се прави. Основното предимство на този подход се изразява в това, че маркшайдерите могат бързо и лесно да се ориентират точно какви действия трябва да извършват, и че се постига еднозначност на дейностите на маркшайдерите в различните рудници.

В изброените в глава I закони и произтичащите от тях подзаконовни актове са регламентирани, макар и не винаги еднозначно и пълно, основните изисквания към маркшайдерското осигуряване и в частност към т. нар. „геолого-техническа” документация по отношение координатна и височинна системи, мащаб, съдържание на графичните документи; съдържанието и реда за предаване и приемане на отчетните документи; и реда за определяне и съгласуване на границите на рудника (концесионна площ).

Натрупаният през последните двадесет години опит при прилагането на новата уредба дава основание за маркиране и на някои несъответствия [18].

(1) Липсва ясно постановено изискване юридическите лица, които под различна форма извършват минно-добивна дейност, да осигурят условия за съставяне и поддържане на определен набор от маркшайдерска документация и текущо маркшайдерско осигуряване на технологичните процеси.

(2) Не се отчита сложната форма на находищата на подземни богатства и необходимостта да се моделират в тримерно пространство, докато болшинството от останалите обекти са оконтурени в две измерения (на земната повърхност).

(3) Не се третират проблемите при прехода от традиционната документация (водена в някои рудници повече от 40-50 години) към изискванията на модерните информационни системи.

(4) Регламентираното дългосрочно проектиране на развитието на минните работи не е съобразено с динамиката на цените на подземните богатства и непредвидимите изменения на технологиите.

(5) Не е предвиден независим контрол (своеобразен маркшайдерски одит) за спазване на проектите и концесионните изисквания, вкл. извършване на контролни снимки, опробване на забои, установяване на загуби и обедняване и т.н.

Наличната нова законова мажорамка - закони, която би трябвало да регламентират маркшайдерското осигуряване на всички етапи от жизнения цикъл на минните обекти, пожелателният характер на редица норми и противоречивостта на други, както и липсата на единна концепция за съдържание и начин на събиране, обработване, представяне, съхраняване и поддържане на маркшайдерската информация, налага необходимост от ново регламентиране на

маркшайдерската дейност.

Едно възможно решение е приемане на вътрешни правила (за *Етапна маркшайдерска практика*), които да уреждат техническите средства и технологии (включително ИТ) [13] обосновани от съпоставяне и анализ, на получени чрез различни методи и средства, резултати през последните години. Тези, приети и непротиворечащи на действащите нормативни документи, правила следва да обхванат основните задачи, стоящи пред маркшайдерската служба.

Предложенията са изготвени на практиката и резултатите на примера на рудник „Челопеч“, но могат да се използват или адаптират във всички подземни рудници със съвременно маркшайдерско оборудване.

III.2. Изграждане на модела на минните изработки

Маркшайдерските модели на минните изработки имат съществено значение за оптималното управление на рудниците. Те координират (и в буквалния, и в преносния смисъл на думата) останалата информация, която е пространствено определена и/или зависи от пространственото положение, като на първо място това са моделите на природните условия и на технологичните процеси [18].

Маркшайдерските модели, според своето предназначение, следва да отговарят на редица изисквания:

(а) да съдържат информация за решаване на широк кръг задачи от управлението на рудника – от технологичните процеси до перспективното развитие;

(б) да се съставят с технически средства и технологии, гарантиращи точност и надеждност на информацията;

(с) да отразяват състоянието на всеки обект с минимално закъснение и дори – в реално време;

(д) да се представят както в унифициран вид, което осигурява приемственост при съставянето им, така и в свободна форма, включително в тримерно пространство, което подпомага вземането на решения;

(е) да се съхраняват продължителен период от време, вкл. и след ликвидиране на рудника.

Моделът на минните изработки може да има различна форма и носител – до неотдавна традиционната (графична) и/или съвременна - компютърна (числена). По различни преценки, дейностите, свързани с изпълнението на тази задача могат да заемат текущо до 50 % от ефективното време на маркшайдерите.

През продължителното си съществуване графичните модели са доказали редица предимства на възможностите за: добиване на пълна представа от специалистите за изобразените обекти в модела (нагледни изображения); измерване на ъгли, дължини, площи, и отчитане координати и коти на произволни точки; съставяне и поддържане на графични модели без сложни технически средства и със сравнително достъпни процедури.

Наред с посочените предимства, тези модели имат и някои недостатъци:

- Съществува известна несъвместимост между нагледност и метричност. Изображенията в по-едър мащаб позволяват по-точни измервания, но обхващат по-малък район, затова се налага създаване и поддържане на модели за даден обект в различни мащаби.

- Графичните модели са статични и отразяват промените с определено закъснение, а промяната в един модел (напр. похоризонтен план) не се отразява автоматично върху производните модели – сборния план на минните работи, вертикални разрези и др.

- Създадените графични модели не могат да се използват директно от информационните технологии за решаване на задачи свързани с управлението на рудника, а това прекъсва

хомогенното обработване на информацията, значително намалява ефективността на съвременните технически средства, пречи за обмяната на данни с др. ползватели и т.н.

Всичко това е наложило все по-широкото използване на нов клас модели на минните изработки – числените (наричани също „дигитални” или не съвсем точно – „цифрови”), представляващи подредено множество от числа, определящи еднозначно формата, размерите и положението на изработките в пространството, и връзката с други пространствено дефинирани свойства (характеристики, атрибути).

Реализирането на задачата за създаване и поддържане на модела на минните изработки преминава през различни етапи, като главно те са извършване на съединителна снимка, снимка на подземните изработки, обработка на маркшайдерската информация и създаване на маркшайдерска документация.

III.2.1. Извършване на съединителна снимка

Съединителна снимка в р-к „Челопеч“ е извършвана поетапно със завършване строителството на ВШ „Капитална“ (до кота 386), ВШ „Запад“ (до кота 398), ВШ „Изток“ (до кота 549), и ВШ „Север“ (до кота 409) чрез прилагане на геометрично ориентиране във варианта „ориентировка през една вертикална шахта“. По-късно, след направените връзки между четирите шахти, на хор. 555, хор. 505 и хор. 405 с хоризонтални и наклонени минни изработки, отново са извършени геометрични ориентировки, както следва:

- ВШ „Изток“ - ВШ „Капитална“ (1970 г.) – на хор. 555;
- ВШ „Север“ - ВШ „Капитална“ (1985 г.) – на хор. 405.

Резултатите на осъществените подземни връзки, са оценени като достатъчно надеждни, но периодично (1970 – 1997 г.), са извършвани контролни измервания на посочения ъгъл на специално избрани страни (физично ориентиране) от подземните полигонови ходове. Те са реализирани от специализираната група за жироскопично ориентиране към Маркшайдерския отдел на СМОК „ГОРУБСО“ – гр. Мадан и утвърдени специалисти от МОК „Бургаски медни мини“. Заключениета за състоянието на контролираните страни (респ. точки) са оформени в констативни протоколи и предавани чрез официални писма (прил. 1).

Концепцията на ДПМ за достигане на добив 2 милиона тона руда годишно и проектът за навлизане на минните работи в дълбочина включват прокарването на главните наклонени изработки за достъп от повърхността – НГ „Надежда“ и НГ „Вяра“ което, както бе отбелязано, позволява реализиране на друг тип ориентировка – т. нар. „през наклонена шахта или щолня“.

Методиката, нормите за точност на измерванията и изчисленията при извършване на съединителна снимка - геометрично ориентиране са регламентирани в § 246 - § 315. Както вече е посочено, конкретните условия са предопределили, след завършване строителството на вертикалните шахти (хронологично погледнато), ориентирането да е изпълнено през една вертикална шахта, а впоследствие е реализирана проверка след осъществената връзка на два от работните хоризонти – хор. 555 и хор. 405.

В процеса на строителството на двете наклонени галерии – НГ „Надежда“ и НГ „Вяра“ е приложена методика за изграждане и контролиране на руднична опорна мрежа, която на практика реализира ориентировка през наклонена шахта или щолня. Методиката, нормативите, изчислителната част и анализите са съобразени и подчинени на разписани инструктивни документи, изготвени от ръководството на минната компания, вкл. и въз основа на [8]. Последното е обусловено от установения в началния период австралийски модел на мениджмънт, вида на използваните геодезически и маркшайдерски инструменти и технически средства, техническите им характеристики, изучения чуждестранен опит, и системно съпоставяне и оценка на получените и очакваните резултати.

Пренасянето на коти по наклонени минни изработки систематично и нормативно е представено в § 332 - § 348 [27]. Посочена е изискваната точност към тригонометричната и различните класове геометрична нивелация.

В р-к „Челопеч“ предаването на котата на хор. 165 е извършено чрез тригонометрична нивелация, реализирана в автоматизираните измервания извършени с посочените в т. 2.3.1. и 2.3.2. инструменти.

Въпреки постигнатите отлични резултати при отделните ходове, е реализиран вариант на опорна маркшайдерска основа започваща от две точки с известни координати на повърхността, съдържаща 265 станции, с обща дължина над 15 000 m, и създадена възможност за конфигурация (затворен полигонов ход) осигуряваща възможно най-обективен контрол.

Регламентираната в ТМИ точност и постигнатата чрез описаните методи и средства в т. П.3.1. и П.3.2 са сравнени количествено в табл. III.1.

III.2.2. Изграждане на опорни маркшайдерски мрежи

Текстовете на § 349 - § 370 от част IV на ТМИ систематизират начина на изграждане на плановата основа на подземните снимки чрез полагане на теодолитни ходове, способите за стабилизиране на точките, детайлно описание на метода и нормите за измерване на хоризонталните ъгли, и методите, средствата и точността за измерване на дължините на подземните теодолитни ходове. Към същата част принадлежат и указания за изчислителния процес, т.нар. „канцеларска обработка“, при който поэтапно могат да се оценяват получените резултати и да се сравняват с посочените нормативни стойности (§ 371 - § 375).

В т. П.3.2. подробно е отразено постигнатото ниво на изпълнение на същите задачи с използване на съвременни средства и технологии.

III.2.3. Избор на ефективен снимачен метод

В съдържанието на § 376 - § 396 [27] подробно и последователно са изложени организацията, обхвата, целесъобразните (в зависимост от условията и целта) инструменти, и нормите за точност на ъгловите и линейни измервания при извършване на подземните маркшайдерски снимки. В § 391 - § 396 е описана необходимата точност за определяне на замерени количества отбита минна маса, но няма препоръчани методи за изчисляването на обема на добивните пространства.

В т. П.3.3., както и в т. П.3.5. са представени резултатите от използваните в р-к „Челопеч“ съвременни технически средства и технологии, ясно отчитащи тяхното ускорено развитие през последните десет години. Сравнението е дадено в табл. III.1.

III.2.4. Маркшайдерска документация – създаване и използване

Маркшайдерската документация е материален носител на маркшайдерската информация. Информацията се записва (регистрира, възпроизвежда) на подходящ материален носител така, че да не губи своите качества за достатъчно дълъг период от време. Този срок се определя от съдържанието на документа и целите, за които се използва. Немалка част от маркшайдерската документация се използва през цялото време на съществуване на рудника и дълго след неговото ликвидиране.

Нормативните изисквания, поставени в част Шеста на [ТМИ] по отношение на маркшайдерската документация (§ 496 - § 501), със съставните ѝ раздели „А. Първична маркшайдерска документация и изисквания относно нея“ (§ 502 - § 505), „Б. Изчислителна маркшайдерска документация“ (§ 506 - § 508), „В. Графична маркшайдерска документация“ (§ 509 - § 531), и „Г. Основни изисквания, на които трябва да отговаря графичната документация“ (§ 532 - § 539), подробно определят нейния състав, нейното съдържание и начините на създаване, актуализиране, съхранение и ползване.

Посочените широки възможности за изучаване на природните условия и управление на минните работи чрез изграждане и поддържане на числен модел, могат да бъдат използвани при наличието на съвременни технически и програмни средства за събиране, обработване и представяне на информация и екип от високо квалифицирани специалисти.

Прилаганият минен софтуер в рудник „Челопеч“ е Geovia GEMS. Той е SQL базиран. Информацията постъпила в него може да се ползва едновременно от голям брой потребители, като всеки има определени права за нейното редактиране и съхраняване. GEMS се използва от широк кръг минни специалисти в различни направления: Маркшайдерство; Пробивно-Взривни Работи;

Геомеханика; Минно Планиране и Проектиране; Геология. Въпреки че не е специализиран конкретно само за маркшайдерски дейности, цялата маркшайдерска информация се съхранява, моделира, изчислява и визуализира в GEMS. Едно от основните предимства при използването на специализиран минен софтуер е възможността информацията въведена в него да бъде представяна и споделяна по различни начини. С няколко стъпки може да бъде възпроизведен планшет в необходим мащаб съдържащ цялата необходима информация независимо от времето на постъпване и създаване, което показва колко лесно могат да се постигнат (при необходимост) изискванията посочени в ТМИ (план с техническите граници на разработваното поле, капитални и проучвателни изработки, полигонови точки, линии на тектонски нарушения, граници на предпазни целици, охранявани обекти и др.).

Днес се предлагат и много други, наложили се в световната практика, специализирани минни софтуери, осигуряващи възможност за работа на широк кръг минни специалисти и разполагащи с маркшайдерски функционалности, напр. Datamine, Surpac, Vulcan, Deswik, MineRP, и др.

Тези продукти дават възможност за извършване на основни части от работата на различни направления, но те (съвсем очаквано) не могат да покрият 100% от нуждите на отделните екипи, работещи с тях (Маркшайдерство; Пробивно-Взривни Работи; Геомеханика; Минно Планиране и Проектиране; Геология). Това от своя страна води до използване на допълнителни софтуерни продукти, които са по-тясно специализирани в конкретното направление.

В контекста на посоченото по-горе и предвид все по-нарастващите възможности на техническите средства и технологии за събиране на координирана маркшайдерска информация, начините на трансфер, регламентирания алгоритми на автоматизираните специализирани системи за нейното обработване и представяне, налагат извода, че възприетият метод за създаване и управление на информационния поток маркшайдерска информация в р-к „Челопеч“, не само че не противоречи на част VI на ТМИ, а напротив - осигурява условия за многостранно и интензивно използване и доказва иновативността на методологията, целите, и неговата приложност.

Потвърждение на изложеното по-горе се съдържа в глава I и в т. II.3.3.

III.3. Определяне на обема на минните работи

Подземният рудник е сложна добивна система, развиваща се във взаимодействие с постоянно променяща се природна среда. В него работят производителни машини с различна степен на надеждност и възможност за адаптиране към променящите се условия. Тези и други фактори смущават системата и най-често получените резултати се отклоняват от заложените в управлението цели, което налага управление на обекта с обратна връзка. Това основно понятие от теорията на управлението се изразява в сравняване на изходната информация с очакваните параметри за състоянието на обекта, което трансформира част от изходната информация във входна (управляващи въздействия).

Ефективността на обратната връзка се осигурява поне със следните три условия: сравняване на значими за процеса параметри, информацията да е достатъчно надеждна, и тя да постъпва без закъснение (преди отклоненията да са станали необратими).

Съгласно §393 [27], обемът на издетата минна маса в подземните рудници се определя с грешка до $\pm 5\%$. Този единен норматив не е достатъчно подходящ от икономическа и техническа гледна точка и следва да се диференцира по това дали е относим за едно работно място или за целия рудник, предвид периода, за който се определя обема; според големината на отчитания обем, или според ценността на единица обем минна маса и др., което успешно може да бъде направено във вътрешните правила на минно-добивната фирма.

Обемът на всяко тяло може да се намери като сума от обемите на съставлящи го елементарни тела [18] – метод е известен още от древността, чието строго решение е намерено след създаването и развитието на интегралното смятане.

При изчисляването на обеми в подземните рудници се прилагат два подхода - пресмятане обема на тяло със сечения и чрез пресмятане обемите на тела ограничени от две равнини и цилиндрична повърхнина с определени образуващи и направляваща.

Освен това обемът може да се представи като сума от обемите от призматични тела („стълбове“), като и в двата случая се предполага, че подинтегралната функция е непрекъсната.

Съществуват и други начини за определяне, например чрез:

- ✓ стереометрични формули за обем;
- ✓ вертикални съседни призми;
- ✓ разделяне на площта на обема на непокриващи се триъгълници;
- ✓ метод на най-близката околност;
- ✓ метод на елементарните тела;
- ✓ обем между две топографски повърхнини;
- ✓ строга формула за изчисляване на обема на ръбесто тяло;

Изчисляването на обеми извършени минни дейности, като линеен напредък на минни изработки, обем на добитото количество руда, обем на генерирана стерилна скална маса, обем на запълнено пространство, обем на складирани насипни материали и др, в практиката на рудник „Челопеч“ отново се осъществява чрез софтуерни продукти, съществено подмагащи дейността на екипа, и намаляващи вероятността за допускане на изчислителни грешки.

Независимо от вида на обекта/обектите чийто обем трябва да бъде определен, първата стъпка към неговото изчисляване е създаване на коректен тримерен модел от събраната маркшайдерска геопространствена информация, който максимално адекватно да отразява формата и размерите на обекта. В отделните минни софтуери се използват няколко основни принципа за създаване на тримерни модели.

В различни софтуерни продукти тримерният модел може да бъде именуван по различен начин (Wireframe в Datamine, Solid в Geovia Gems и MineRP, Trisolation в Surpac и т.н.), но във всички случаи, той представлява геометричен модел, описващ геометричната форма на обекта, очертавайки неговите най-външни точки. Основните принципи за създаване на 3D модели на повърхнини използвани в най-разпространените минни софтуерни продукти са: Voronoi, Delauney, Spherical Grinding, Power Crust. Изчисляването на обемите заключени между две повърхнини, или обем на затворена фигура, както бе посочено, може да се извършва по различни методи, но най-разпространени са аналитичния метод и метода на вертикалните сечения. Основното предимство при използването на различни софтуерни продукти е възможността за наличие на общи формати на данните, позволяващо визуализация и работа с обекти създадени в друг минен софтуер. Тази универсалност дава възможност на различни специалисти, от различни организации да обработват, планират и анализират даден обект използвайки различни продукти за визуализация и обработка.

Доказателство за ефективността при решаването на зачата за определяне на обема на подготвителните, нарезните и добивните работи при текущото отчитане е представено в т. II.3.3., а съпоставката в табл. III.1.

III.4. Маркшайдерско осигуряване и контрол на минни технологии

За разлика от периодичната снимка, която се извършва в предварително известни срокове, задачите за осигуряване на основните технологични процеси често пъти възникват при оперативното управление на рудника и от тяхното своевременно решаване зависи до голяма степен правилното водене на минните работи.

Тази задача е особено необходима при високопроизводителните технологии - масово взривяване, мощна механизация и т.н. Затова качествено и навременно маркшайдерско осигуряване има голямо значение за постигане на очакваните резултати, и включва определено участие в проектирането, текущо трасиране и постоянен контрол на изпълнението, и снимка и оценка на резултатите.

Задаването на направление при прокарването на подземните минни изработки и контролиране на изпълнението му е твърде отговорна маркшайдерска задача. Затова в част трета, раздел VII на [27], освен методиката за изпълнението ѝ в различни условия, с оглед нивото на

техническите средства и на минните технологии са дадени достатъчно подробни указания за осъществяване на проектните параметри (§ 215 - § 226). Подходът и използването на съвременни средства за задаване, указване и контролиране на направлението в хоризонтална и вертикална равнина са представени в т. II.3.2, т. II.3.3. и т. II.3.4., а съпоставката с нормите на [27] – в табл. III.1.

За подобряване качеството на проходческите дейности в рудник „Челопеч“ маркшайдерското участие е свързано с минимизиране на надработките и постигане на максимално съответствие между проектно и фактическо сечение. Основно то се изразява (т. II.3.4.1.) в коректно и специфично задаване на направление на изработките, регулярен маркшайдерски контрол на изпълнените пробивно-взривни работи (вкл. по-подробно заснемане на минните изработки), своевременно моделиране и анализ на получените резултати (за надработка) при сравнението с проекта.

Друга, успешно решена, задача за условията на рудник „Челопеч“ е контролът и оценка на изпълнението на пробивните работи при отбиване на рудата в добивна камера. Извършени са маркшайдерски измервания за установяване наличието и размера на отклонения на трасетата на действително пробити взривни сондажи в сравнение с проектните им параметри. Резултатите от анализа на получените отклонения могат да бъдат използвани за прецизиране на насоченото прокарване и/или за коригиране на конструкцията на заряда, с цел намаляване на обедняването, повишаване на степента на извличане, осигуряване на необходимия зърнометричен състав на взривената минна маса, повишаване използваемостта на експлозивите и др. Осигурена е обратна връзка в реално време и в реалното пространство. В обобщен вид приложената методика, анализът на получените резултати, и предложените препоръки са дадени в т. II.3.4.2.

Възприетата методика за извършване на наблюденията, начинът на обработка на първичната информация и представянето ѝ не противоречат на утвърдени инструкции, правилници и указания, отнасящи се до рудодобива у нас [27, 15, 23, 21 и др.] и регламентиращи подхода за изследване на деформации.

Постигнатите резултати са сравнени с препоръчаната и изисквана точност в нормативните документи в табл. III.1 от дисетрационния труд.

III.5. Участие в етапите от управление на рудника

Освен посочените характеристики на добивната система „рудник“ за ефективното ѝ управление е необходимо да се отчита и съобразяват непрекъснато също нейните динамичност, инерциалност (трудно отстраняване на грешни решения и тенденции за задълбочаване на ефекта от тях, възможност за бърза съответна реакция в променлива среда, и др.), вероятностния характер на средата, в която се развива, връзките между отделните ѝ елементи (вкл. информационните), функционалност (конкретна цел и ограниченията в средствата за постигането ѝ), надеждност, интегритет и др. [17].

Затова маркшайдерското участие в управлението на рудника (при прогнозиране, планиране, регулиране и текущ контрол, отчитане и анализ на резултатите) е комплексно и използва резултатите, получени от изброените по-горе задачи. Средствата и начините, използвани в р-к „Челопеч“ осигуряват възможност за генериране на многовариантни решения и гъвкави реакции при промяна на цени, съобразяване с неикономически въздействия, и управление на качеството. Така при планиране развитието на минните работи (техничко-технологична и технико-икономическа задача) се предвиждат обвързани във времето и пространството технологични, производствени и организационни мероприятия, определено свързани с пространствено определена информация.

В [27, 23] са установени определени задължения, отговорности и дейности, които са съобрезени с принципите на централно-плановата икономика, тристепенната структура на

маркшайдерско осигуряване, нивото на информационното обезпечаване, възможностите за представяне и използване на техническа и технологична (вкл. геолого – маркшайдерската) информация.

Техническата и технологична екипировка на маркшайдерската служба в р-к „Челопеч“ и теоретичната подготовка на състава ѝ, напълно удовлетворяват необходимите изисквания за събиране, обработване, съхраняване и представяне на посочената пространствено определена информация във внедрените автоматизирани системи за управление на технологичните процеси.

Високата надеждност и оперативност е свързана с осъществяните информационни връзки в дружеството при извършване на геоложкото проучване, разкриване, подготовката, и добива, с изградените съвременни комуникационни системи, и със стриктното спазване на установени правила и процедури (Приложение 4).

Убедителни доказателства за последното са изложени в т. П.3., а сравнението в табл. III.1. удостоверява предимствата на прилаганите подходи и решения.

III.6. Изводи и предложения

Като се има предвид ролята на нормативните документи, необходимостта да бъдат относително независими от техническия прогрес и целта им да стимулират използването на нови технически средства и технологии, е необходимо, ако са налице несъответствия и/или противоречия, да се създадат и утвърдят съответни правилници.

Подобно решение е създаването на правилници за събиране, обработване, съхраняване и представяне на маркшайдерската информация в дадено дружество, извършващо миннодобивна дейност. Такъв документ следва да съчетае Правилника за маркшайдерските служби с тези елементи от Техническата инструкция, имащи отношение към дадения обект, и да осигури изпълнение на изискванията на законите и спазване на правилата за обмяна на информация.

В една подобна инструкция, отнесена към определен етап на развитие на техническите средства и технологии, следва да бъдат дефинирани:

Обхвата и нормативната основа - нужно е да обхване дейностите, свързани със събирането, обработването и съхраняването на маркшайдерската информация.

Същността и основните принципи на маркшайдерските работи и техните изпълнители - основен принцип при маркшайдерските работи трябва да бъде възможността за контрол. Изпълнителите трябва да са дипломирани инженер- маркшайдери към съответните маркшайдерски служби или лицензирани за дейността външни фирми - изпълнители.

Научната основа - основните параметри на маркшайдерските данни, а именно: елипсоид, координатна и височинна система, коефициент на рефракция.

Регламентираните мерни единици.

Формата, представянето и съхраняването на маркшайдерската информация - събирането на информация се извършва от различни маркшайдери, с различни технически и технологични средства и по различно време, изисква приемане на единни изисквания към формата, представянето и съхраняването им.

Техническите средства за събиране и представяне на маркшайдерската информация - графична (аналогова) и числена (дискретна), както и вида на техническите средства.

Инструментите - осигуряващи необходимата точност, да бъдат регламентирани проверката и поправката.

Други изисквания - тук могат да залегнат дейности, свързани с конкретния обект, безопасността на труда; опазване на околната среда; държавна тайна; фирмена тайна и други.

Подобен Правилник може да бъде допълван с числени нормативи, технологии, методически указания и др. подобни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Непрекъснато нарастващите темпове на добив в повечето находища на подземни богатства налагат и съответно ниво на маркшайдерско осигуряване на минното производство. В подобни условия традиционните методи за измервания и графични построения, основани на използването на оптико-механични прибори и ъглово-дължинни методики, вече трудно, а и почти невъзможно могат да осигурят необходимата оперативност на маркшайдерските работи.

Опитите за осигуряване на съответствие между маркшайдерското осигуряване и съвременните нужди и изисквания на дадено минно-добивно предприятие чрез увеличаване щата на маркшайдерския отдел не се оказва реалното решение. Единственият изход от подобна ситуация е увеличаване производителността и резултатността на маркшайдерския труд чрез използване на високоефективни електронно-оптични прибори, съвременни технологии, и подходящи методи на работа.

Анализът на маркшайдерските практики показва, че основният клас прибори, осигуряващи изискваната точност и с относително достъпна цена, позволяващи да се повиши производителността на труда, основно са съвременните електронни тахиметри (тоталните станции) и технологии.

Въпреки много от предимствата и аргументите за избор и използване на новите координатни методи при извършване на маркшайдерското осигуряване, трябва да се отчитат освен нормативните изисквания, и геометричните параметри на подземните минни изработки.

Методики за използване на съвременните електронни прибори и технологии не са намерили особено отражение в съвременната маркшайдерска учебна литература, а в класа нормативна – в голяма степен дори липсва такава.

Затова натурните изследвания в настоящия труд са насочени върху изпълнението на някои определени задачи, които стоят пред маркшайдерския отдел (на р-к „Челопеч“) - **създаване, поддържане и представяне на актуалния модел на минните изработки; отчитане на обема на подготвителните, нарезните и добивните минни работи; осигуряване на основните технологични процеси в рудника и развитието на минните изработки, и обезпечаване на отделните технически служби и управленски звена с навременна геолого-маркшайдерска информация, със съвременни технически средства.**

Ето защо целта на настоящия труд е на база на анализите и оценката на съществуващата нормативна база при маркшайдерското осигуряване в съществуващите съвременни условия, апробация и налагане на нови съвременни средства и методи за маркшайдерско обслужване в р-к „Челопеч“, обосновано да се предложат етапни промени в нормативната база за маркшайдерско осигуряване при подземен добив в страната.

По тази причина е проследено технологичното и методологичното развитие на маркшайдерството и отчасти неговите 130 годишна история и някои постижения у нас.

Подробно са анализирани нормативните документи за маркшайдерско осигуряване в България и отражението на промените у нас върху минно-добивната индустрия, както и създадени и утвърдени ведомствени инструкции, вкл. и в страни със силно развита минна промишленост и дългогодишен опит.

Извършената сравнителна оценка на резултатите от прилагане на нормативната база за маркшайдерско осигуряване в условията в р-к „Челопеч“, дава възможност за обосновано предложение за състав и обхват на етапна инструкция за маркшайдерско обслужване, приложима в съвременната минно-добивна и минно-строителна практика, която може да се взаимства и от маркшайдерската практика в други подземни рудници у нас.

Получените резултати убедително доказват предимствата на съвременните средства и технологии по отношение постигане на по-висока точност, по-голяма детайлност, по-висока производителност при осигуряване на необходимата безопасност на специалистите - маркшайдери.

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Основните резултати от разработката могат да се обобщят в следните научно-приложни аспекти:

1. Извършена е систематизация на развитието на техническите средства, маркшайдерски методи и технологии в световен и национален мащаб, включително и на международното маркшайдерско сътрудничество.

2. Направен е осъвременен исторически преглед на развитието на маркшайдерската наука и практика в България

3. Извършен е анализ и оценка на нормативната база на маркшайдерското осигуряване в страни с развита минно-добивна дейност

4. Извършена е сравнителна оценка на нормативната база за маркшайдерско осигуряване в условията на прилагане на съвременни минни практики в страната и р-к „Челопеч”.

5. Разширен и рационализиран е обхвата на маркшайдерската логистика в сферата на минно-добивната дейност на рудника чрез осигуряване на навременна информация за: рационализация на ПВР; насоченото сондиране; геомеханичното характеризирание на минния масив; крепенето и управлението на състоянието на минния масив и издетото пространство; геометрията и размерите на минните изработки; управление на запасите и на минно-добивните работи. Разширеният обхват на маркшайдерската логистика в посочените направления повишава точността и ефективността на техническите и технологичните решения и води до повишаване производителността на специалистите – маркшайдери с над 30%.

6. На база проведени литературни проучвания и резултатите от натурни изследвания със съвременни маркшайдерски средства и технологии е предложена основа за създаване на детайлни процедури (инструкции) за маркшайдерските дейности в р-к „Челопеч. Същите могат да бъдат приложени успешно в маркшайдерската практика и в други подземни рудници у нас.

7. Направено е обосновано предложение за състава и обхвата на етапна инструкция за маркшайдерско осигуряване, приложима в съвременната минно-добивна и минно-строителна практика. Сравнителният анализ (табл. III.1) доказва предимствата на съвременните средства и технологии по отношение постигане на по-висока точност, по-голяма детайлност, по-висока производителност при осигуряване на необходимата безопасност на маркшайдерите.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

*Михалев С,
С. Топалов*

МАРКШАЙДЕРСКИ МЕТОДИ И ПРАКТИКИ ПРИЛАГАНИ В РУДНИК "ЧЕЛОПЕЧ", Сборник доклади от III Национална научно-техническа конференция с международно участие “Технологии и практики при подземен добив и минно строителство”, 08 – 11 октомври 2012, Девин, България, (с.253 – 261) (ISSN: 1314-7056).

*Михалев С,
И. Попова*

ИЗСЛЕДВАНЕ ОТКЛОНЕНИЯТА НА ДОБИВНИ СОНДАЖИ В УСЛОВИЯТА НА РУДНИК ЧЕЛОПЕЧ., Сборник доклади от IV национална научно-техническа конференция с международно участие „Технологии и практики при подземен добив и минно строителство”, 23 – 26 септември 2014, Девин, България, (с. 262 – 266) (ISSN: 1314-7056).

*Михалев С,
Р. Димитров,
Х. Добрев*

ПРИЛОЖЕНИЕ НА БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ ПРИ ПОДЗЕМЕН ДОБИВ НА ПОЛЕЗНИ ИЗКОПАЕМИ., Сборник доклади от VII Национална научно-техническа конференция с международно участие “Технологии и практики при подземен добив и минно строителство”, 05 – 08 октомври 2020, Девин, България, (с. 156 – 167) (ISSN: 1314-7056)

SUMMARY

Topic: Analysis of the regulations for mine surveying in Chelopech Mine.

Author: Sergey Mitev Mihalev

Abstract: A review of the regulations for mine surveying is made. The focus is on the current actual regulations in Bulgaria that are approved in the second half of XX century. The paper also contains a review of similar regulations and instructions in countries with well developed mining industry such as Australia, South Africa, Russia and United Kingdom. The dissertation work contains examples of the cutting edge mine surveying methods and technology used in Chelopech Mine. A comparison was made between the regulation requirements and the current best standard practices. Based on the results from the comparison was made a proposal for update the regulations in the area of mine surveying.

ЛИТЕРАТУРА КЪМ АВТОРЕФЕРАТА:

1. Бегновска М., Методи и средства за маркшайдерско заснемане на недостъпни повърхнини., Дисертация, МГУ „Св. Иван Рилски, София, 2018
4. Даскалов П., В. Иванов., Минни технологии за подземно разработване на златорудни находища, Сборник доклади THE GOLD METAL OF ALL TIMES, Varna, Bulgaria, June 7 – 9, 2007, IHS “Fr. J. Curie” (ISBN 978-954-91547-7-12007, Bulgaria)
8. Закон за подземните богатства (обн., ДВ, бр. 23 от 1999 г)
13. Иванова И., Преглед на техническите норми при маркшайдерското осигуряване на рудници. Сборник доклади от III национална научно-техническа конференция с международно участие “Технологии и практики при подземен добив и минно строителство”, 08 – 11 октомври 2012, Девин, България.
14. Инструкции по производству маркшейдерских работ РД 07-603-03” (утв. постановлением Госгортехнадзора России №73 от 06.06.2003
16. Казикаев Д. М., Анцибор В. Я. Маркшайдерская съемка пустот на рудниках. М., “Недра”, 1977
17. Маждраков М. Дванадесет методологични проблеми при автоматизиране на управлението на минните работи в откритите рудници. Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“, том 49, св. II, 2006, стр. 43-47.
18. Маждраков, М. Маркшайдерство - методика на маркшайдерските работи в откритите рудници, Университетско издателство ”Св. Климент Охридски”, София, 2007
22. Оглоблин Д.Н. Ориентировка подземной маркшейдерской съемки. М.:ГНТИ.279с.
23. Правилник за маркшайдерските служби и маркшайдерски контрол в минните предприятия (утвърден през 1963 г.
24. Ст. Авдев. История на златодобива по българските земи. „Бесике” ЕООД, София, 2005г.
26. Съвременни Технически Средства и технологии за събиране на геопропространствени данни на местността, Петров, Михайлов
27. Техническа инструкция за извършване на измервателните маркшайдерски работи при проучването, строителството и разработването на находищата на полезните изкопаеми, С., Техника., 1969.
28. Топалов Ст., Маркшайдерският кодекс във Великобритания. VII-ма Национална маркшайдерска конференция с международно участие “Маркшайдерски нормативни документи в съвременните условия”, Златни пясъци, 19-25 юни, 2000.(с.33-39).
31. Code of Practice Mine Survey (Second Edition), Government of Western Australia, Department of Mines and Petroleum, 2011

33. Grobler, Hendrik. (2016). Does the underground sidewall station survey method meet MHSA standards?. South African Journal of Geomatics., 5. 175. 10.4314/sajg.v5i2.6.
34. Jarosz, Andrew & Shepherd, Luke. (2005). Recent Changes in Underground Traversing Techniques in Western Australia. Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 15.
35. Mine Health and Safety Act, 1996 (Act No. 29 of 1996) and Regulations
36. Mines safety and Inspection Act 1994, Version 06-d0-02, 10 Nov 2020
37. Mines Safety and Inspection Regulations 1995, Version 06-g0-00, 05 Dec 2020
41. <http://benchmarksoftware.com.au/downloads/Wall%20Stations.pdf>
42. <http://sirovision.com/underground-stereo-camera-unit/>
44. http://www.resourcesandenergy.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0009/595674/Survey-and-Drafting-Directions-for-Mine-Surveyors-2015-NSW-Mines.pdf
47. <https://geoslam.com/what-is-slam/>
48. https://s21.q4cdn.com/589145389/files/doc_news/2017/Chelopech-Revitalized-Novemember-2017-BG-Translation.pdf
50. <https://www.minesurveyors.com.au/files/NSW-DTI-revised-version-of-Surveying-and-Drafting-for-Mine-Survey-Plans-29-Feb-2012.pdf>
52. https://www.slideshare.net/brett_grocock/frank-smith-final-presentation