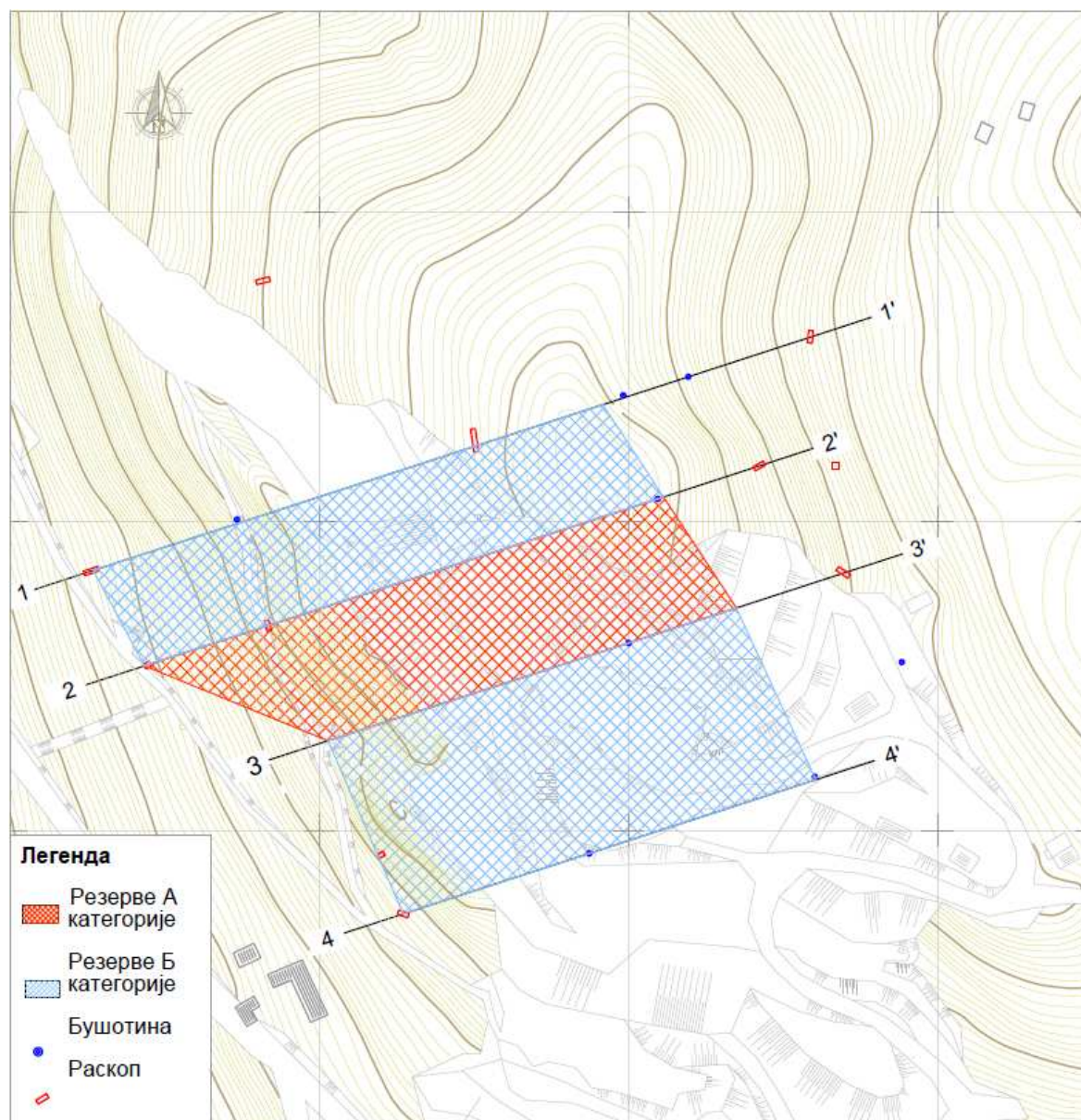


7. ЛЕЖИШТА МЕРМЕРА

7.1. ЕКСПЛОАТАЦИЈА ИЗ ЛЕЖИШТА МЕРМЕРА ЗА ИЗРАДУ АРХИТЕКТОНСКО – ГРАЂЕВИНСКОГ КАМЕНА

Лежиште архитектонско – грађевинског камена припада метаморфном типу лежишта. Терен је изграђен од мермера, који представљају експлоатисану минералну сировину и серије зелених шкриљаца у којима доминирају серицитско – хлоритски шкриљци и филити. У геоморфолошком смислу шире подручје истражног простора, слика 7.1.1., карактерише планински тип рељефа. Облик рудног тела мермера, формиран је у процесу метаморфизма, током вишефазног тектонског обликовања терена.



Слика 7.1.1. Карта резерви лежишта мермера [10]

Резерве чврстих минералних сировина приказују се, у зависности од врсте сировине и њених својстава, у запреминским јединицама (m^3) или јединицама масе (t). Према начину добијања и намени, резерве се деле на: геолошке, експлоатационе и комерцијалне.

Геолошке резерве чини укупна количина минералне сировине која је проспекцијско – истражним радовима установљена у лежишту.

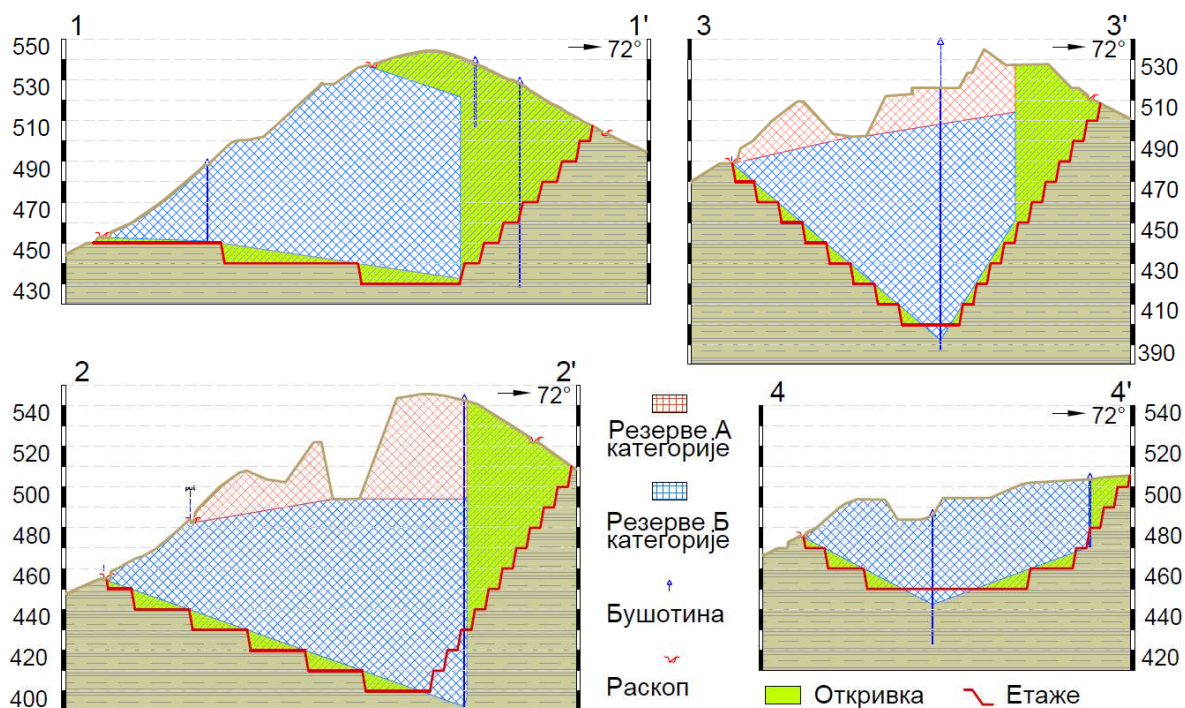
Експлоатационе резерве чини она количина минералне сировине која се добија откопавањем лежишта и ове резерве се добијају када се од геолошких резерви одбију губици који се јављају при оконтурењу површинског копа и експлоатацији, експлоатациони губици.

Комерцијалне, индустријске резерве чини она количина минералне сировине или корисне компоненте, која се може искористити у процесима припреме и прераде или обраде. Ове резерве се добијају када се од експлоатационих резерви одбију губици који настају у току припреме и прераде или обраде минералне сировине.

Прорачун резерви на лежишту, односно избор метода прорачуна прилагођен је експлоатацији мермера као архитектонско – грађевинског камена. Метод прорачуна резерви, базиране су на сочивастом облику рудног тела, које је интрастратификовано у шкриљцима убраних у наборе високог индекса набирања, променљивој дебелини сочива по паду и пружању серије, литолошкој хомогености истраживаног дела кречњачке серије и начину појављивања, повлатним метаморфитима у североисточном делу лежишта и посебно начину експлоатације лежишта.

Метод прорачуна резерви су примењене у складу са величином оконтурене површине за прорачун резерви, распореда истражних радова коришћених у прорачуну, завршних кота истражних бушотина и одредбама Правилника о класификацији и категоризацији резерви чврстих минералних сировина и вођењу евиденције о њима.

Резерве „А“ и „Б“ категорије обухватају истраживани део сочива мермера који се налази између истражних бушотина, раскопа и експлоатационих етажа, како по пружању тако и по паду сочива, слика 7.1.2.

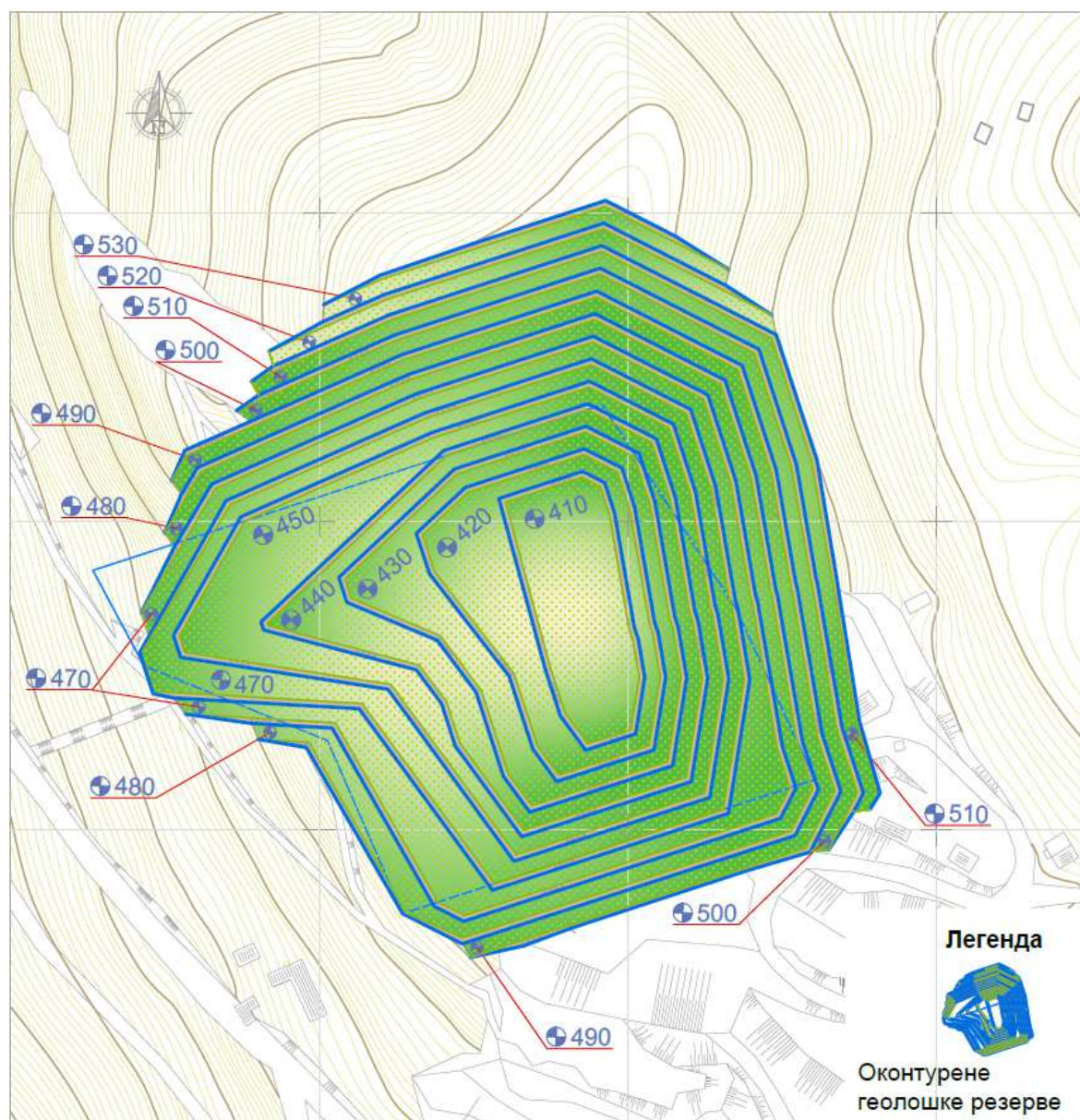


Слика 7.1.2. Обрачунски профили [10]

Прорачун резерви за ове категорије рађен је до завршних нивоа експлоатационих етажа, с тим да није обухваћена заглињена мермерна дробина, која представља делувијални покривач на површини терена и повлатну серију метаморфита. Релативно танак делувијални покривач и повлатни метаморфити у северном делу лежишта представљају јаловину, која ће се приликом експлоатације одстрањивати као откривка. Дебљина заглињене дробине, према резултатима бушења и на експлоатационим етажама варира, као и дебљина повлатних метаморфита.

Прорачун резерви кречњака извршен је методом паралелних хоризонталних профила. Екстраполација резерви није рађена због близине и карактера границе сочива мермера са метаморфитима са истражним радовима у оквиру којих су срачунате билансне геолошке резерве.

Сходно извршеним геолошким истраживањима и искуственим подацима експлоатације на постојећем површинском копу, за потребе израде идејног решења, усвојени су параметри на основу којих је оконтурено лежиште. Висина радне етаже износи 10 m, нагиб 80°, минимална ширина берме у завршној контури 5 m и угао завршне косине 56°, слика 7.1.3.



Слика 7.1.3. Идејно решење завршног изгледа површинског копа мермера [10]

На основу издвојених подземних крашких облика, пукотинских и раседних зона на сва четири профила, срачунат је поправни коефицијент оштећености стенске масе (K_{osm}). Однос збира појединачних површина раседних зона, пукотинских зона и подземних крашких облика (ΣP_o) и збира површина свих картираних профила етажа (ΣP_p), изражен је формулом:

$$K_{osm} = 1 - \frac{\Sigma P_o}{\Sigma P_p} \quad (10)$$

Срачуната вредност коефицијента оштећености стенске масе карстификације на експлоатационим етажама, примењује се код прорачуна резерви.

Најзначајнији квалитет стенске масе, која се користи као сировина за архитектонско – грађевински камен, представља утврђен садржај комерцијалног блока за откопани део експлоатационе етаже.

Степен блоковитости стенске масе (I_n), који се добија као однос укупне запремине свих категорисаних блокова (V_{kb} , m^3) према укупној запремини откопане стенске масе на експлоатационој етажи (V_{em} , m^3) и користи се код прорачуна резерви комерцијалног блока а изражен је формулом:

$$I_n = \frac{V_{kb}}{V_{em}} \cdot 100, \% \quad (10)$$

Табела резерви по основној, методи паралелних хоризонталних профила и по контролној, методи паралелних вертикалних профила садржи следеће параметре:

- P — површине на суседним профилима, заокружене на метар (m^2)
- P_s — средња вредност површина на два суседна профила (m^2)
- l — просечно растојање између два паралелна обрачунска профила (m)
- γ — запреминска маса сировине са порама и шупљинама (t/m^3)
- V_s — резерве сировине по категоријама у m^3 заокружено на m^3
- I_n — садржај комерцијалног блока
- V_b — резерве комерцијалног блока по категоријама у m^3 , заокружено на m^3
- Q — резерве сировине у тонама, заокружено на једну тону
- K_{osm} — коефицијенат оштећености стенске масе

Табела 7.1.1. Прорачун резерви методом паралелних хоризонталних профила за резерве „А“ и „Б“ категорије [10]

Профил	P (m ²)	P _s (m ²)	l(m)	K _{osm}	РЕЗЕРВЕ							
					V (m ³)		I _n (%)	V _b (m ³)		γ t/m ³	Q(t) - V _s x ρ	
					категирије			категирије			категирије	
					A	B		A	B		A	B

На површинском копу примењена је технологија експлоатације која се састоји из експлоатације чврсте стенске масе методама сечења (бушење и цепање), утовар и транспорт чврсте стенске масе.

Технологија сечења стенске масе одвија се комбиновано применом дија – сајле, коју покреће телевар и жичаре (хелио – жица), фрезе за сечење камена.

Редослед рада за постављање телевара за сечење стенске масе је следећи:

I) Бушење централне вертикалне рупе са стубном бушилицом

На лоцирано место постави се стубна бушилица, с тим да се том приликом припази да бушилица буде учвршћена и постављена што прецизније у вертикални положај. Вертикалност се контролише либелом и виском. Затим се приступа фиксирању бушилице и када се то постигне почиње се са извођењем вертикалног бушења, с тим да се мора постићи пробушење бушотине испод нивоа сечења хоризонталног реза.

II) Бушење хоризонталних рупа помоћу пнеуматске бушилице са нормалним пнеуматским чекићем

Прво се помоћу најлон или зидарског конца, алуминијумске летве и виска одреди жељени положај рупе. Приликом постављања бушилице, обавезно се мора водити рачуна да висак са алуминијумске летве погађа центар бушаће круне на бушилици. Када се одреди положај хоризонталне рупе, приступа се првенствено постављању бушилице а потом и процесу бушења.

III) Вертикална и хоризонталне рупе су припремљене за провлачење дија – сајле

Првобитно се приступа постављању машине. Машина је конструисана за примену у каменолому за резање мермера, гранита и осталог украсног камена, дијамантском жицом, коју покреће моторизовани замајцац. Напредовање у сечењу врши се померањима, које контролише машина, кретањем по колосеку.

Машина је предвиђена да врши следеће резове:

- вертикални, хоризонтални или коси резови у брду,
- резање испод нивоа машине и
- кројење блокова.

Код постављања машине треба водити рачуна о подужном и бочном нагибу колосека. Постављање колосека машине је операција коју је неопходно обавити са максималном опрезношћу. Тло на које треба да се постави машина, треба да буде сигурно и чврсто, нарочито у случајевима када је терен нагнут, како би се избегла улегнућа и обезбедила максимална стабилност. Тачке на којима треба подупрети колосек, треба да буду места спојева попречних шипки и шина.

Да би се омогућила сигурна и лака инсталација машине телевар у правцу помака, обавезно је постављање додатног колосека без зупчаника на завршном делу шина, колосека. Након што се провуче дија – сајла, кроз избушене рупе, иста се поставља у жлеб покретног замајца, диска и два мања диска. Пошто је машина спремна за рад, прво се започиње хоризонтални а затим и вертикални рез. При раду дија – сајла се хлади водом, која поред хлађења има и улогу да одстрањује иза себе отпатке од резања. Повлачење одсечене стенске масе врши се помоћу вучног витла.

Резање стенске масе хеликоидалном жицом у комбинацији са телеваром за резање стенске масе, користи се као друга варијанта. Резање стенске масе хеликоидалном жицом изводи се помоћу хеликоидалног ужета и смесе кварцног песка и воде. Резање се обавља вертикално и хоризонтално. Хелио – тестером се врши подсецање хоризонталним резом. Хелио – уже покреће погонско радно коло електромотором. При улазу у рез хелио – жица мора бити затегнута, јер се у супротном постижу лоши резултати сечења. Смеси кварцног песка и воде на излазу из реза треба контролисати. Иста мора бити масна, а то значи, ни превише воде, ни много неискоришћеног песка. Хелио – жица служи као транспортер кварцног песка, а вода регулише однос смеше и служи за хлађење жице у току резања стенске масе.

Да би се приступило цепању подсечене стенске масе, пнеуматским бушаћим чекићем се мора ибушити одређени број рупа. Пре почетка бушења неопходно је повући линију по којој ће се рупе бушити. Треба водити рачуна да све рупе буду у линији и посебно треба пазити на паралелност линија рупа. Ово је неопходно, ради што квалитенијег цепања стенске масе, а уједно ће при обликовању блокова бити уништено мање корисне сировине. Цепање стенске масе врши се троделним клиновима, који се састоје од два крила и клина који под ударцем чекића улази у камен. Да би се остварили добри резултати цепања, клин мора испуњавати следеће услове:

- да је израђен методом откивака,
- да је рупа у камену обавезно прилагођена димензијама клина,
- да су крила „бајлаге“ клина израђена од мекшег материјала него што је клин,
- пре употребе клин треба подмазати, како би ефекти цепања били бољи а и век трајања дужи,
- ударање по клину врши се маљем.

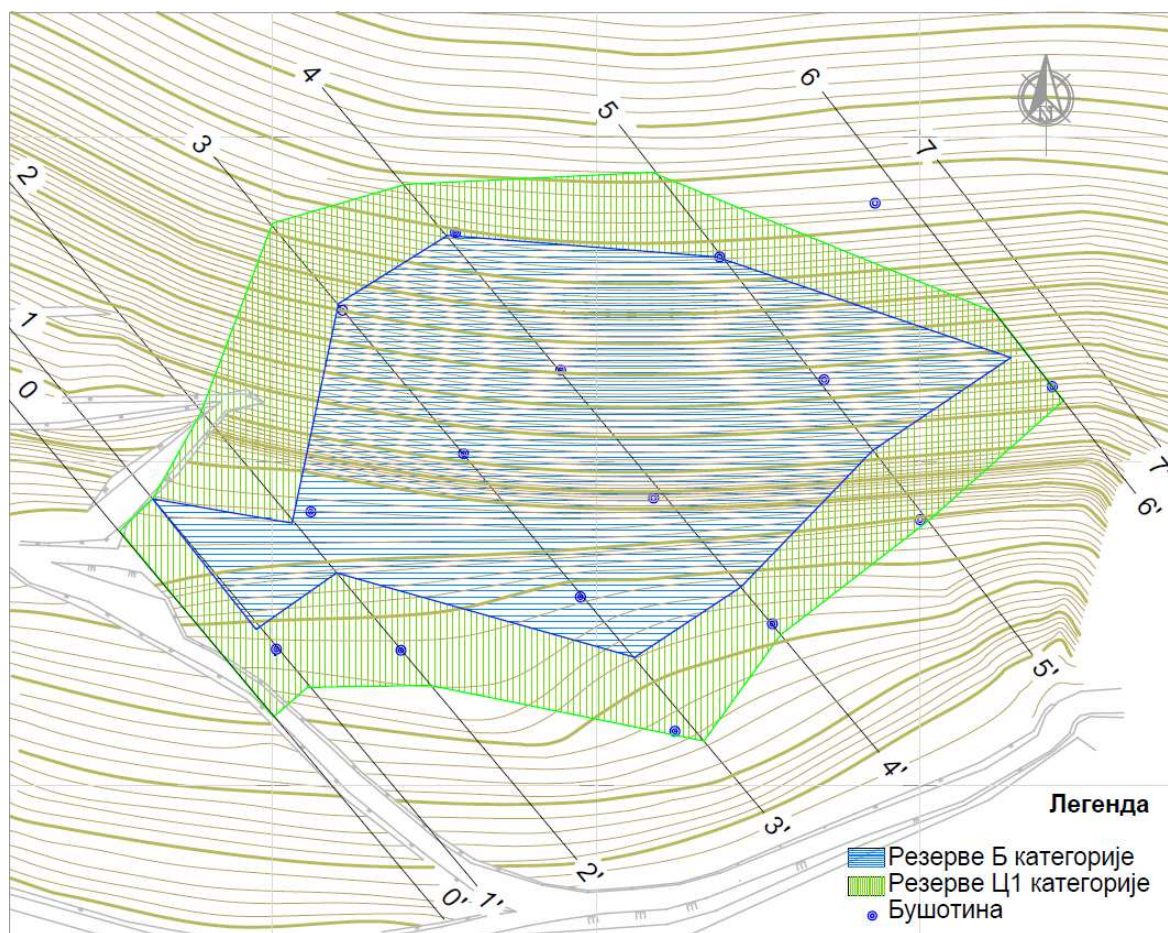
У неким случајевима прво се изрезана маса раставља по природним пукотинама помоћу клинова а затим се приступа обликовању блокова.

Утовар блокова и томболона започиње се одмах након што се обликује примарни блок или се блокови добијају директно из лежишта методом бушења и цепања, када је стенска маса подсечена а постоје вертикалне пукотине (ласови). Зависно од услова прилаза утоварне механизације, исеченим блоковима, утоварање може бити директно или са привлачењем истих вучним витлом.

На површинском копу за утовар блока и томболона користи се кран и ауто – дизалица, на тај начин што се директно са етаже подиже обликовани блок или томболон и преноси до камиона у који се утовара. Иначе на површинском копу, налази се депо где се одлажу обликовани блокови и томболони, помоћу крана, којим се преузимају са експлоатационог поља или се пак преносе у камиони утоварног средства. Касније се блокови или томболони транспортују камионима у прераду.

7.2. МЕРМЕР КАО СИРОВИНСКА БАЗА ЗА ТЕХНИЧКО – ГРАЂЕВИНСКИ КАМЕН

Основну стенску масу лежишта чине мермери различитих варијетета и у потпуности одговарају основном индустријском типу лежишта. Генетски су везани за продуктивне магматске комплексе и за разлику од осталих магматских стена, мермери са оваквим својствима погодни су за добијање квалитетне сировине за примену у путоградњи и грађевинарству. Истражени део лежишта се налази у габро – мермерној асоцијацији стена субмаринског излива, која по распрострањењу знатно превазилази истраживани део терена, поготово величину лежишта мермера оконтуреног истражним радовима, односно унутрашњу контуру лежишта, слика 7.2.1.



Слика 7.2.1. Карта резеви лежишта мермера [10]

Мермери и околне стене у лежишту су чврсте компактне стене зрнасте структуре, масивне текстуре. У њима не постоје услови стварања геолошких процеса који доводе до нестабилности стена. Основна стенска маса је у суштини компактна. Системи пукотина и кливажа су повољни и оријентисани тако да се при минирању стенске масе очекује повољна гранулација. Потенцијалност ширег подручја лежишта у оквиру базичног излива је велика са аспекта мермера као сировине за техничко – грађевински камен. Истражени део базичног масива није ограничен ни латерално ни по дубини. Границе представљају само контуре билансних геолошких резерви добијене на основу изведених истражних радова. Положај, правац пружања, дубина залегања рудног тела, структура околних стена, тектонски поремећаји, између осталог су услови који утичу на технолошки поступак експлоатације лежишта. Циљ истраживања предметног простора био је утврђивање билансних резерви са намером да се започне експлоатација сировине.

Приликом одређивања границе и граничне дубине површинског копа, потребно је обухватити велики број фактора, који могу имати мањи или већи утицај на коначне резултате. Скоро сви параметри технолошког процеса или делова процеса површинске експлоатације, су на директан или индиректан начин заступљени кроз одговарајуће показатеље (положај, облик, физичко – механичке особине лежишта и пратећих стена, нагиб и дебљина лежишта, распоред корисне компоненте, хидрогеолошки услови, као и карактеристике лежишта и околине, отварање, разрада, припрема, откопавање, транспорт, одлагање, депоновање, економске и тржишне услове и др.).

Картирањем језгра из истражних бушотина добијају се дебљине јаловог покривача и рудног тела.

Средња вредност дебљине јаловине

$$M_{sdj} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{ij}}{n}, m \quad (10)$$

M_{ij} — поједначане вредности дебљине (m)

n — број проба

Средња вредност дебљине рудног тела

$$M_{sdr} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{ir}}{n}, m \quad (10)$$

M_{ir} — поједначане вредности дебљине (m)

n — број проба

Средња величина корисне компоненте

$$S_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}, m^2 \quad (10)$$

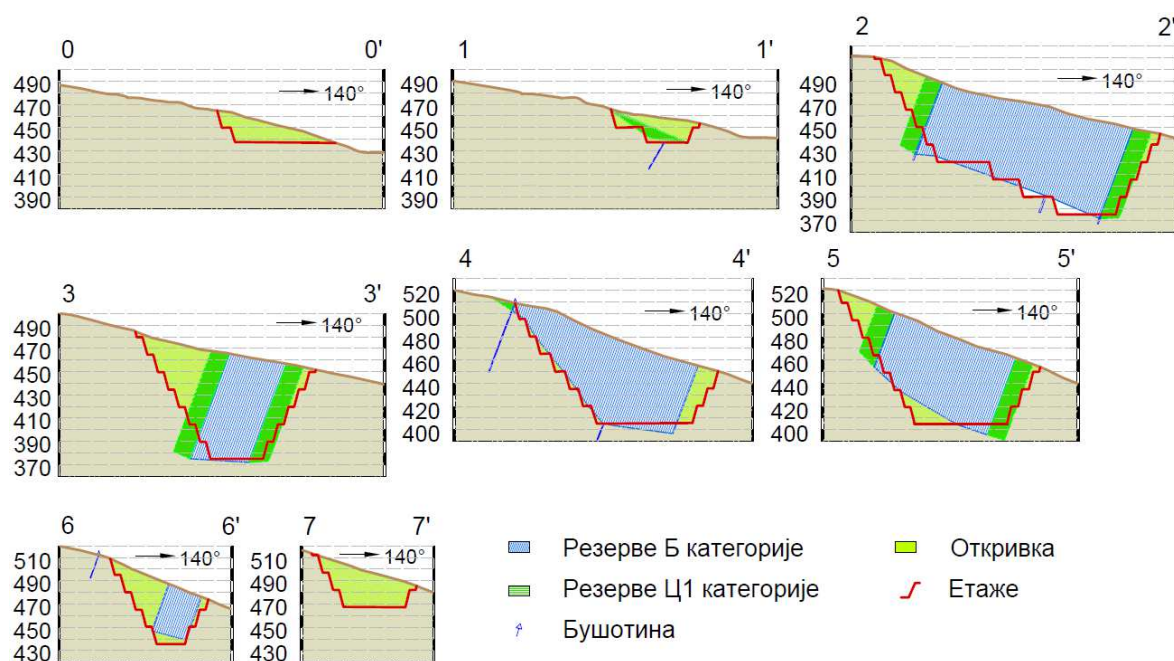
S_i — појединачни садржај (m^2)

n — број проба

Анализа остварене ефективности истраживања сагледана је кроз геолошку, економску и социјалну ефективност и утврђене су геолошке резерве. Прорачун резерви извршен је методом профила, као главном и методом блокова као помоћном.

У циљу испитивања радне средине, коришћена су аналогна геомеханичка испитивања на сличним лежиштима. Ова испитивања обухватила су утврђивање запреминске тежине, једноосне чврстоће на притисак, кохезије и угла унутрашњег трења. На основу ових података, извршена је анализа стабилности радних етажа и усвојени су конструктивни параметри за израду идејног решења оконтуривања геолошких резерви. Висина радне етаже 15 m, нагиб 75° и угао завршне косине 58°. Наведене вредности дефинишу минималну ширину берме у завршној косини која износи 5,4 m, слика 7.2.2.

По ободу површинског копа пројектован је канал за прикупљање и одвођење вода, слика 7.2.3., које ће гравитационо отицати ван зоне рекултивисаног простора. Канали су објекти одводњавања који служе за заштиту површинског копа од површинских вода које се сливају у зону копа и као објекти за прикупљање истеклих подземних вода на етажама. Канал се израђује кроз водоносну серију по могућности до водонепропусног слоја, с тим да је дно урађено у водонепропусној серији ради прикупљања истеклих вода у канал. Пресецањем водоносног слоја каналом подземна вода тежи да испуни празан простор канала и у водоносној серији настаје дренажа и обарање нивоа подземне воде.



Слика 7.2.2. Обрачунски профили [10]

Процедура избора меродавних параметара, односно при изради канала разликују се следеће фазе рада:

- прорачун и одређивање сливних површина,
- мерење воденог талогa и одређивање висине падавина,
- прорачун количине воде по сливним површинама и правци њиховог кретања,
- одређивање трасе ободних канала,
- избор попречног пресека канала и утврђивање коефицијента сигурности.

Радови на припреми терена за почетак експлоатације на површинском копу обухватају технолошки поступак откопавања хумуса и површинске јаловине, утовара, транспорта и одлагања на предвиђену локацију, како би се на крају експлоатације користили у процесу рекултивације. Након израде приступних путева, рампи и формирања радне етаже стварају се услови за почетак експлоатационих активности. Откопавање се може вршити директно или са претходном фрагментацијом материјала који се откопава. Ако се врши откопавање са претходном фрагментацијом, тада се у оквиру радне операције откопавања врши бушење минских бушотина и минирање.

У зависности од физичко – механичких својстава сировине и предвиђене технологије рада, бушење минских рупа се изводи према условима који су дефинисани геометријом, мрежом пројектованих бушотина, пречником и дужином бушотине.

Потребан број бушилица за израду минских бушотина се може срачунати по обрасцу:

$$N = \frac{k \cdot Q}{n \cdot P \cdot M}, \text{ ком} \quad (6)$$

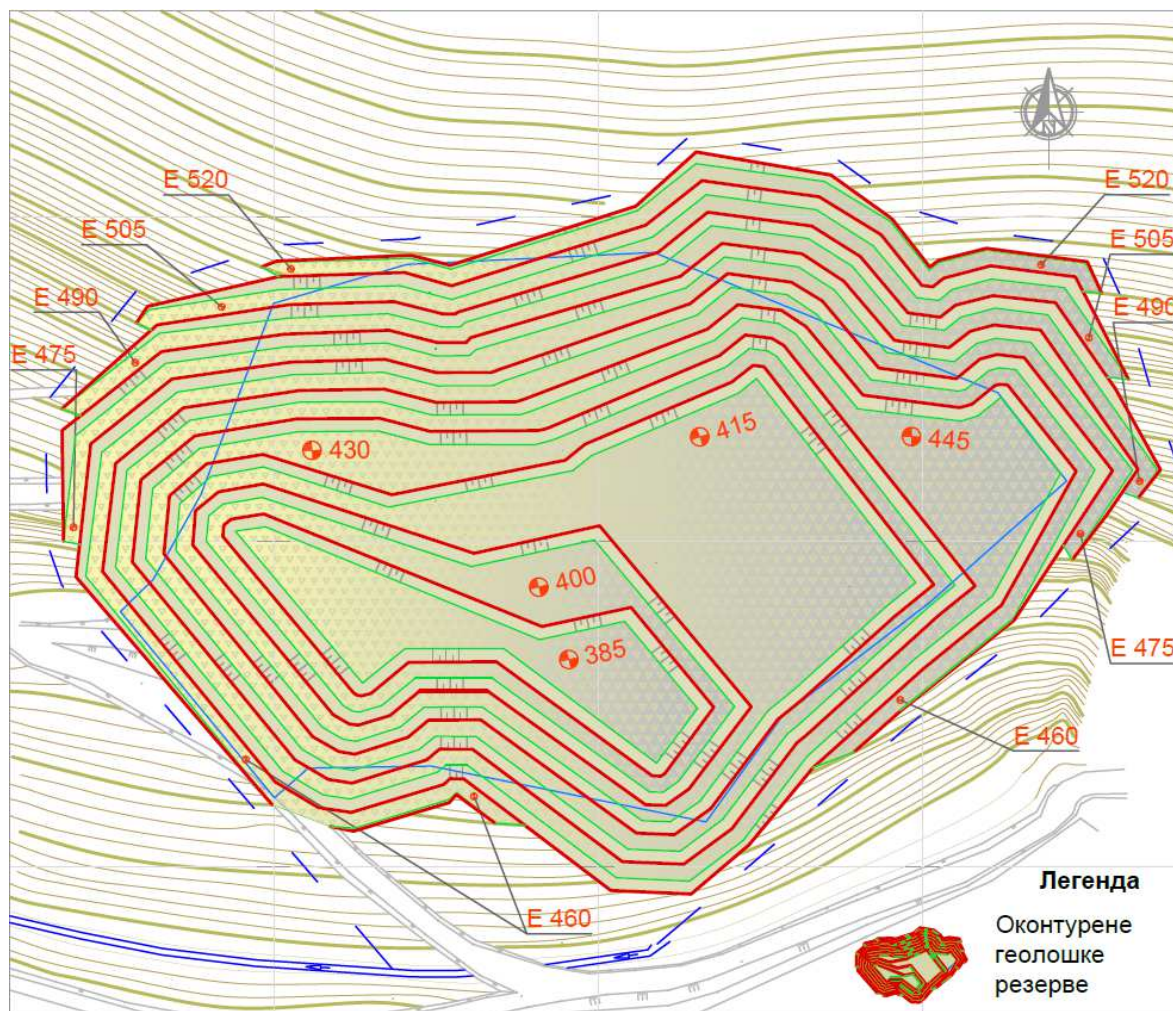
- Q — дневни капацитет секције, блока или целог копа (m³)
k — коеф. који узима у обзир неопходну резерву бушилица
n — број радних смена у току дана
P — сменски капацитет бушилице (m')
M — количине материјала по m' бушотине (m³) (m')

Пречник минске бушотине је параметар, који је од битног утицаја на степен уситњавања стенске масе од чега зависи и ефикасност утоварно – транспортне механизације. Усвојени пречник бушења треба да је у оквиру параметара расположиве опреме.

Технолошки поступак минирања на површинском копу обухвата примарно и секундарно минирање као и заштиту околине при минирању. Примарно минирање подразумева стандардни поступак етажног минирања у циљу добијања миниране масе на копу, ради њеног даљег третмана у технологији откопавања и прераде. Након примарног минирања, у изминираној маси, заостају комади стенске масе који се морају накнадно уситњавати. Један од поступака, поред механичког, термичког, електрофизичког и комбинованог је секундарно минирање.

Након минирања део материјала се одбацује на основни плато, а остало се припрема за утовар. За ову врсту посла углавном се користи булдозер. Након минирања или ископа врши се утовар у транспортна средства или директан утовар у дробилично постројење. Ископ се врши хидрауличним багерима, док се за утовар користе утоваривачи.

Помоћне операције на копу обухватају радове на припреми терена за почетак експлоатације. Састоје се од израде приступних путева, уклањања растиња, чишћења терена за израду минских бушотина, ископа хумуса или откривке, припреме одминираног материјала за утовар, одржавања приступних путева и др.

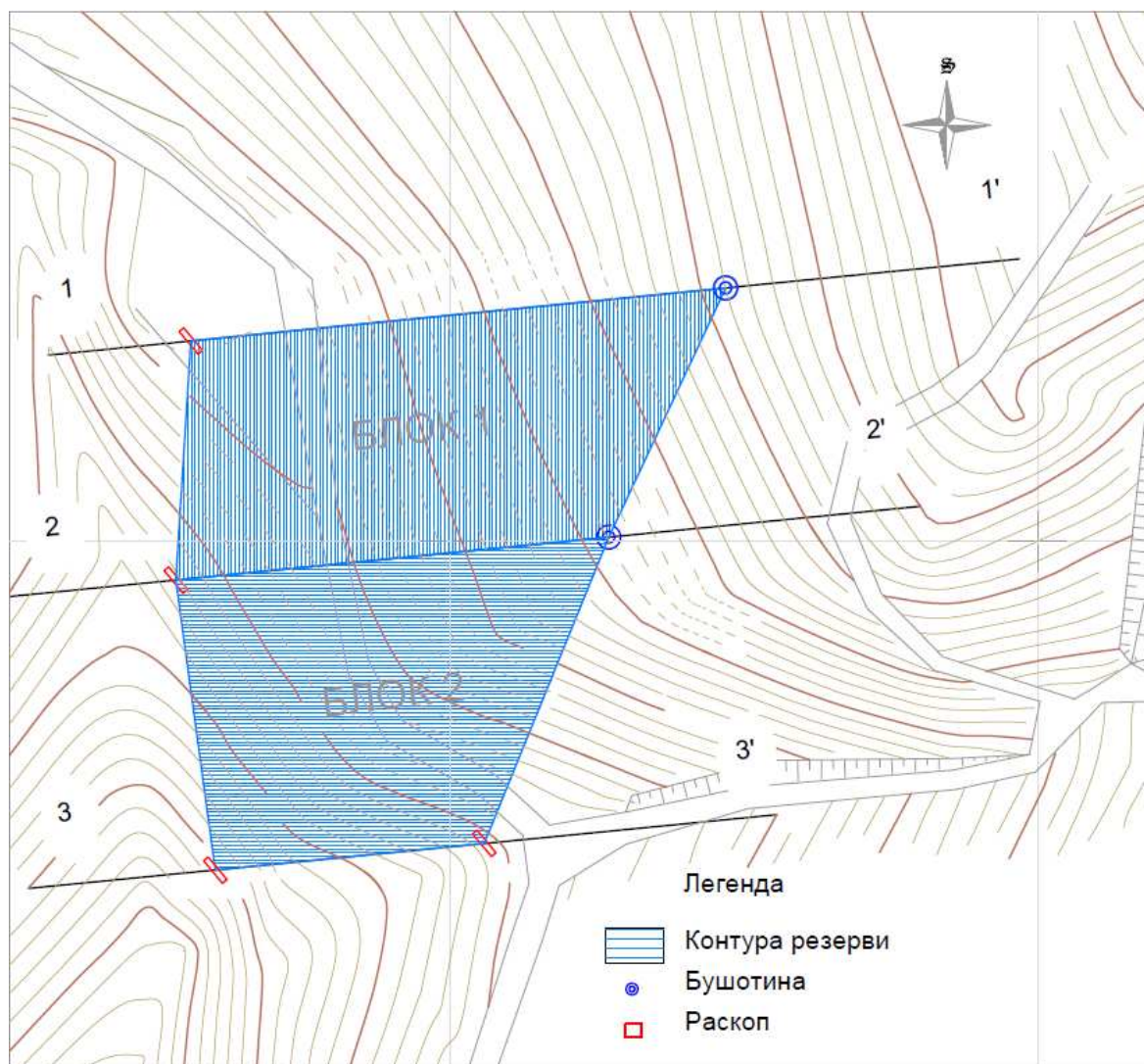


Слика 7.2.3. Идејно решење завршног изгледа површинског копа мермера [10]

7.3. ЛЕЖИШТЕ МЕРМЕРА КАО КАЛЦИЈУМ – КАРБОНАТНА СИРОВИНА

Истраживано подручје одликује се стрмијим и блажим падинама. Нарочито су стрме источне падине које се нагло спуштају у један благо заталасан део, слика 7.3.1. Истраживани простор је сиромашан воденим токовима. Током целе године само један поток има извесну количину воде која знатно осцилира. Већи део терена је покривен растреситим слојем чија дебљина варира.

Геолошка грађа и тектонски склоп истражног подручја и шире околине су сложени. Терен је изграђен од палеозојских стена, кредних, терцијарних и квартарних творевина. Генерално посматрано, међу стенама палеозојске старости издвајају се два комплекса: шкриљави и карбонатни. И поред сложене геолошке грађе ширег подручја лежиште је релативно једноставно. Са различитим учешћем у геолошкој грађи на терену истраживаног простора је констатовано присуство палеозојских кварцитско – серицитских шкриљаца, шкриљавих мермерисаних кречњака и мермера. На целом простору мермерна маса је покривена наслагама хумуса са фрагментима карбонатног састава. Лежиште мермера представља само мањи део мермерне масе констатоване на овом делу. Што се покривености лежишта тиче, може се рећи да је оно практично целом својом површином откривено. То значи да ће при отварању површинског копа, за уклањање откривке, бити потребан минимум времена и средстава.

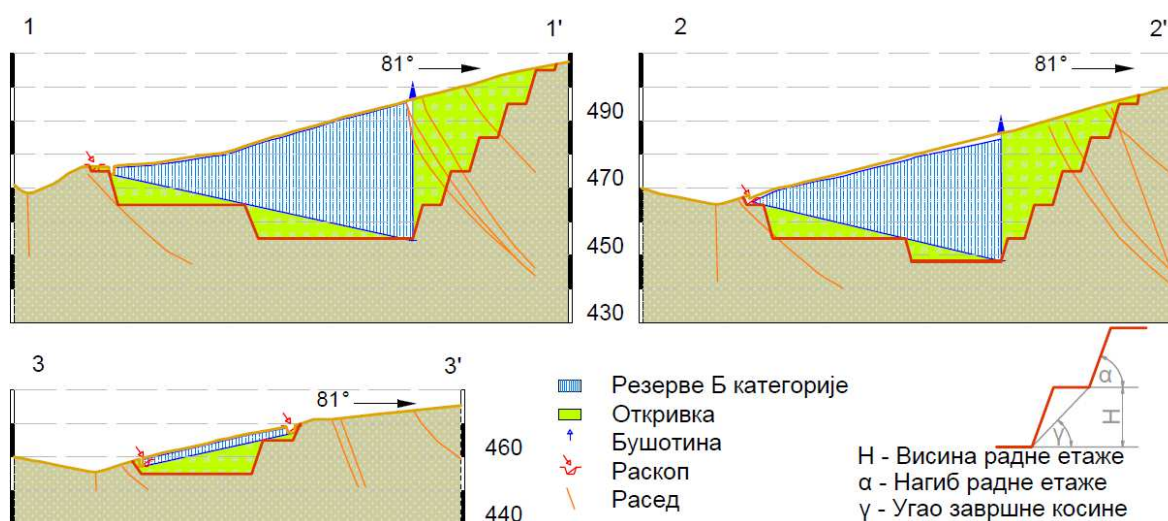


Слика 7.3.1. Карта резерви лежишта мермера [10]

Иначе, квалитет сировине у целом истраживаном делу лежишта је уједначен и што се тиче хемијског састава и белине. Подина мермерног сочива је изграђена од шкриљаца ниског степена метаморфизма.

Тектоника ширег подручја истраживаног простора је сложена и на основу досадашњих сазнања карактеришу је три структурна спрата: палеозојски шкриљци, мезозојски седименти обода и терцијарни и квартарни седименти. Раседна тектоника је значајан фактор у коначном формирању склопа овог подручја. Она се јавља у свим деловима терена и јасно је изражена, а дислокације правцима пружања одговарају системима пукотина.

Утврђено је присуство фолијације као примарног планарног склопа у метаморфитима (мермерима) и раседа и пукотина као секундарног елемента склопа. Фолијација је развијена паралелно површима примарне слојевитости. На истражном делу лежишта постоје индицирана три раседа који не утичу битније на квалитет мермера у лежишту. Пукотине и отворене каверне су релативно честе и запуњене црвеницом, слика 7.3.2. И поред тога, пажљивим праћењем режима бушења добијен је изванредно висок проценат језгра у бушотинама.



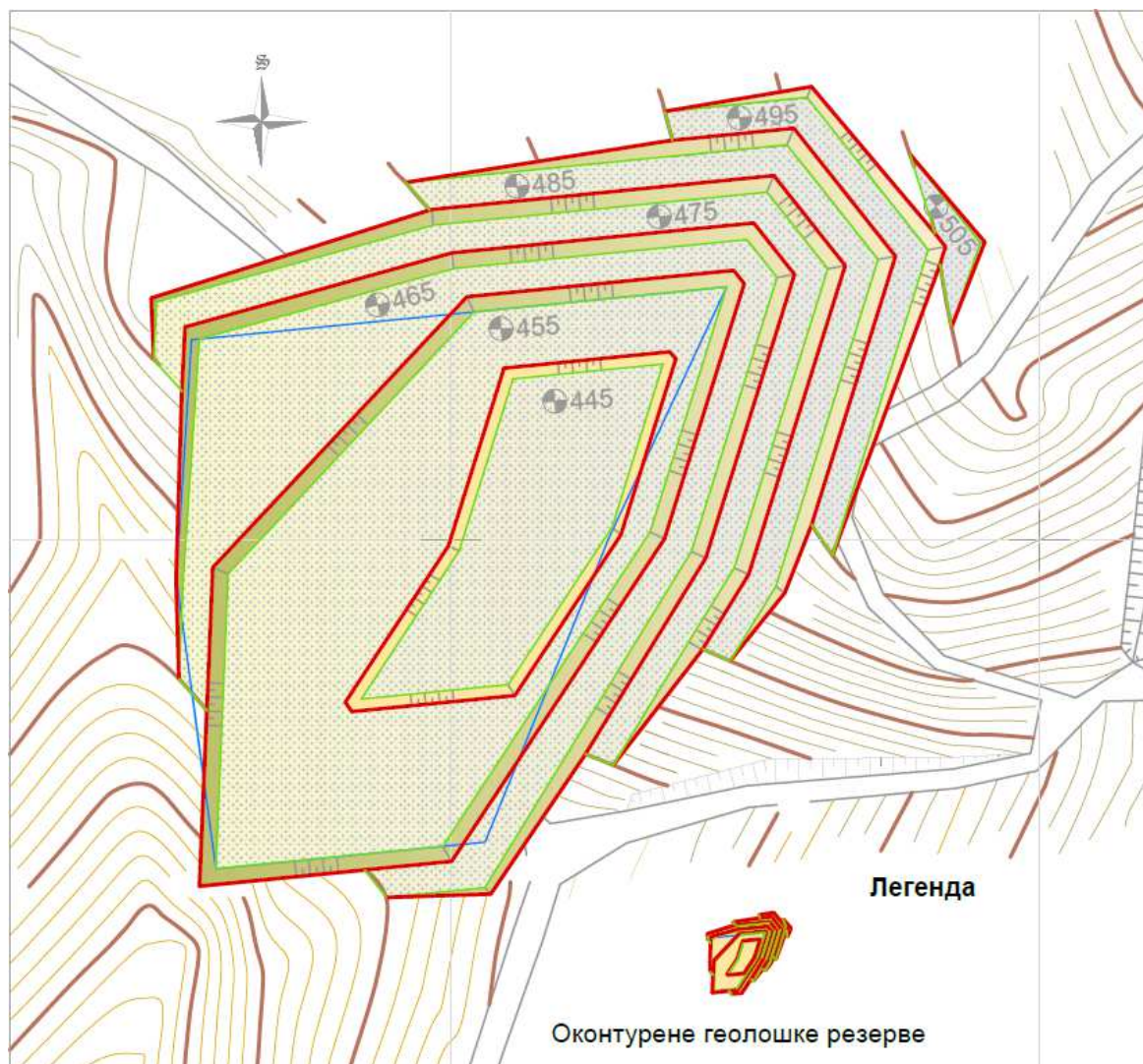
Слика 7.3.2. Обрачунски профили [10]

Хидрогеолошке карактеристике лежишта су једноставне. Условљене су његовом петролошком грађом, склопом и морфологијом терена. Дуж западне границе лежишта налази се јаруга. Услед повољне конфигурације терена све површинске воде сливају се у безводну јаругу и даље у поток који протиче са западне стране лежишта. Обзиром да истражним бушотинама на лежишту до нивоа будуће експлоатације, нису констатоване подземне воде, то је ограничило извођење посебних хидрогеолошких истраживања.

Инжењерско – геолошке карактеристике лежишта нису посебно проучаване. Мермери су чврсте и компактне стене и могу се сврстати у групу стенских маса у којима не постоје услови стварања инжењерско – геолошких процеса који доводе до нестабилности терена. Испуцалост масе је слабо изражена, а пукотински склоп, обзиром на начин експлоатације и отварања копа, не може бити од већег утицаја на стабилност косина. Основни показатељи квалитета било које карбонатне сировине су: средњи садржај корисних компоненти, средњи степен белине и средњи садржај штетних компоненти. До наведених средњих вредности параметара који детерминишу квалитет ове сировине се дошло статистичком обрадом резултата одговарајућих анализа. Оцена могућности употребе сировине утврђеног квалитета је вршена на основу тога у којој мери и којим својствима квалитета сировина задовољава или не задовољава прописане стандарде или неке интерне захтеве појединих прерађивача. Према хемијском саставу, а и макроскопски, у лежишту мермера може се издвојити једна корисна сировина и то калцитски мермери као калцијум карбонатна сировина.

За прорачун резерви на лежишту мермера коришћене су: метода паралелних вертикалних пресека као основна и метода блокова као контролна. На карти резерви лежишта приказане су трасе попречних паралелних профила. Обрачунски профили постављени су преко истражних бушотина и раскопа и уједно представљају вертикалне пресеке рудног тела. На профилима је издвојено рудно тело, односно означене су границе продуктивног дела. На основу нумеричке вредности површине рудног тела ради се прорачун. Код прорачуна рудних резерви методом блокова мерене су површине полигона. Средња дебљина рудног тела у блоковима добијена је као средња аритметичка вредност дебљине у истражним бушотинама и раскопима.

На основу искуствених података за идејно решење завршног изгледа површинског копа усвојени су конструктивни параметри на основу којих је извршено балансирање геолошких резерви, слика 7.3.3. Висина радне етаже је 10 m, нагиб 75°, угао завршне косине 52°. Верификацијом прорачуна утврђена је минимална ширина сигурносне берме од 5,2 m.



Слика 7.3.3. Идејно решење завршног изгледа површинског копа мермера [10]

Техничко – експлоатациони фактори анализирани су ради сагледавања општих услова будуће експлоатације, хидрогеолошких и инжењерско – геолошких услова, односно физичко – механичке карактеристике радне средине.

Ова анализа је извршена у циљу добијања одговора на питање да ли је технички могуће и економски оправдано експлоатисати оцењивано лежиште, уз оптималну комбинацију економије минералне сировине и економије новчаних средстава.

Прорачун основних конструктивних параметара радилишта

Ширина блока код утовара материјала добијеног са два реда бушотина износи:

$$A = H \cdot n (1 + m) = W \cdot (1 + m), m \quad (6)$$

Очекивана ширина при кратко успореном вишередном минирању

$$B = A \cdot k_o + (n - 1) \cdot b, m \quad (6)$$

A — ширина блока (m)

k_o — коеф. одбацивања материјала приликом минирања у зависности од времена успорења

n — број редова у бушотини

t_u — време успорења (m / s)

Ширина блока после минирања, тј. ширина од доње ивице косине блока према откопаном простору до доње ивице обрушене масе од минирања чврстих стена, зависи од својства стене и начина минирања а може се оријентационо срачунати по ϕ – ли:

$$x = 2 \cdot B \cdot (k_r \cdot (\frac{H}{H'}) - 1), m \quad (6)$$

H — висина етаже пре минирања (m)

H' — висина етаже после минирања (m)

k_r — коеф. растреситости

Ширина берме сигурности одређена је у ϕ – ији могућег обрушења и износи:

$$Z = H \cdot (\operatorname{ctg} \gamma - \operatorname{ctg} \alpha), m \quad (6)$$

γ — стабилан угао етаже (°)

α — угао нагиба радне етаже (°)

Минимална ширина блока једнака је ширини кашике (b_b) и најмањој удаљености између утоваривача и доње ивице етаже или обрушења (C_i).

$$S_{\min} = b_b + C_i, m \quad (6)$$

Код рада утоваривача у минираном материјалу по обезбеђењу услова ширине за маневрисање машина, усваја се максимална ширина блока.

При раду утоваривача као утоварно – транспортне машине, минимална ширина радне површине на етажи зависи од шеме прилаза утоваривача откопу и конструкцији фронта радова.

Код прилаза утоваривача откопу минимална ширина радне површине је:

$$\check{S} = x + C + b_k + Z, m \quad (6)$$

x — ширина обрушења (m)

C — сигурносно растојање од обрушења до транспортне трасе (m)

b_k — габаритна ширина камиона (m)

Z — сигурносна берма (m)

Основни услови добијања производа сведени су на основне карактеристике дисконтинуалног система експлоатације и постројења за дробљење и класирање и састоје се из следећих технолошких фаза рада: уклањање јаловине, бушење, минирање, утовар и транспорт изминераног материјала до дробиличног постројења, дробљење и класирање, тј. добијање финалних и утовар производа.

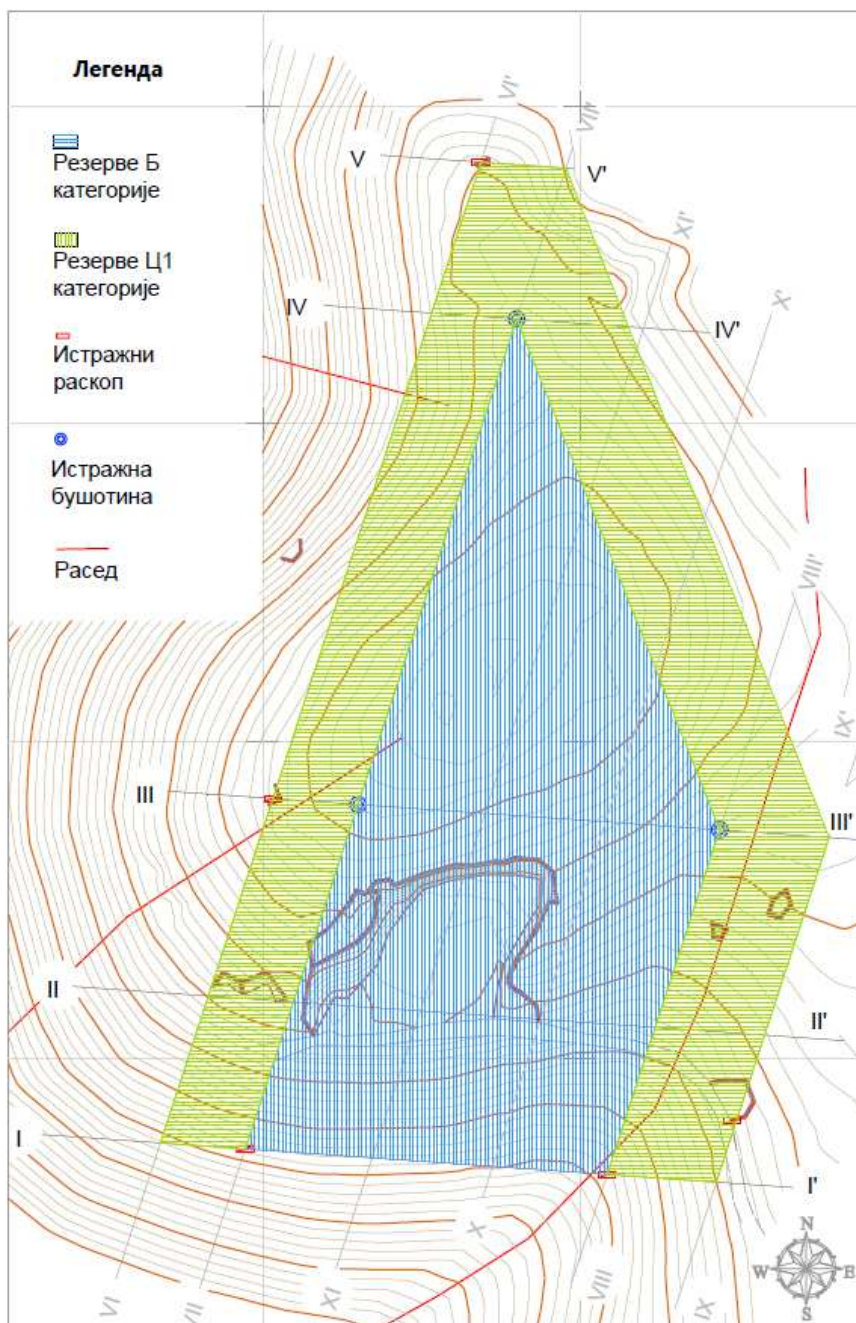
Калцитски мермер из лежишта са својим утврђеним квалитетом (присуством корисних и штетних компоненти и утврђеним степеном белине) у односу на испуњење захтева одговарајућих стандарда, може се употребити као карбонатна сировина:

- у металургији, за све класе квалитета;
- у ливарству, за све класе квалитета;
- у индустрији боја и лакова за све класе квалитета;
- у индустрији шећера, за II класу квалитета;
- у индустрији сточне креде;
- у индустрији минералних ђубрива.

7.4. МЕРМЕР ПРЕДВИЂЕН ЗА ПРОИЗВОДЊУ ТЕХНИЧКО – ГРАЂЕВИНСКОГ КАМЕНА

Истражени део лежишта мермера налази се у габро – мермерној асоцијацији која по распрострањењу превазилази унутрашњу контуру лежишта. Јаловина на оконтуреној површини, где су утврђене резерве, представљена је делувијалном неvezаном заглињеном мермерном дробином.

Потенцијалност ширег подручја лежишта је велика са аспекта мермера као сировине за техничко – грађевински камен. Истражени део лежишта мермера, слика 7.4.1., није ограничен ни латерално ни по дубини па се може претпоставити да је значајна потенцијалност простора у непосредној близини лежишта. Границе представљају само контуре билансних геолошких резерви добијене на основу изведених истражних радова (истражног бушења, истражне етаже и и истражног усека).



Слика 7.4.1. Карта резерви лежишта мермера [10]

Лежиште се налази изнад ерозионог базиса у такозваној хидролошкој зони са вертикалним подземним водама. Ниво подземне воде у директној је зависности од режима атмосферских вода. Површинске воде које се инфилтрирају у габро – мермерни масив, дуж пукотинских и раседних зона дренирају се гравитационо и не задржавају се у стенама које изграђују масив. Периоди хидролошког максимума који подижу ниво издани подземних вода не могу имати никакав утицај на шире подручје лежишта.

Карактеристичан начин појављивања рудног тела, повољан просторни положај, минимална откривка, земљиште ниске економске вредности и друге повољности омогућавају да се на основу планираног годишњег капацитета експлоатације мермера оствари повољан финансијски резултат.

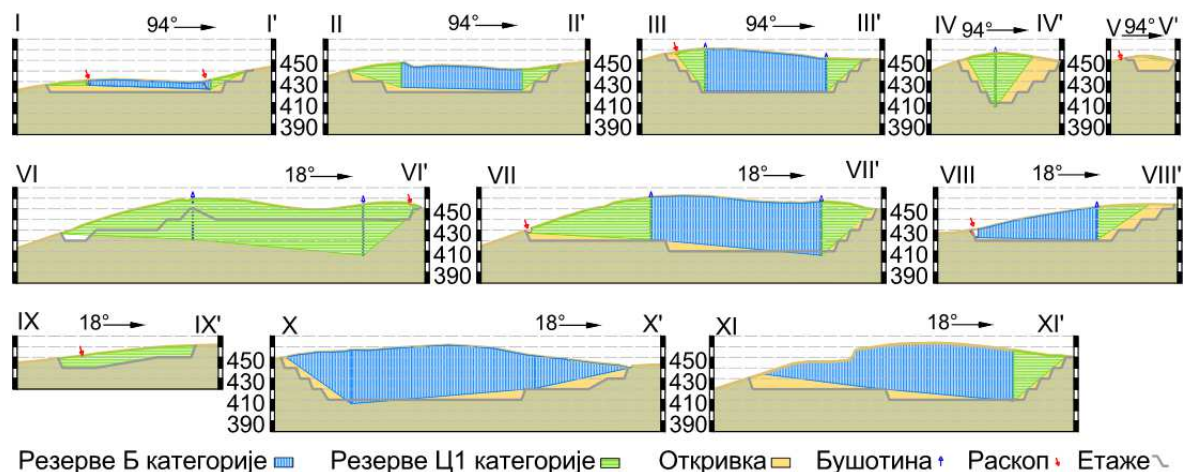
Мермери из лежишта, обзиром на начин појављивања, квалитет сировине, повољне комуникације и близину прерадних капацитета представља економски тип примарног значаја за домаће услове.

Према својим физичко – механичким карактеристикама, минералошком и хемијском саставу, ради о се квалитетној сировини која има примену у путоградњи и грађевинарству. Такође се из добијених резултата хемијских испитивања може закључити да истраживани мермери представљају квалитетну и изузетно потенцијалну сировину за петрургију.

Према извршеним лабораторијским испитивањима, мермер из овог лежишта може се употребити за производњу камене ситнежи за справљање цемент – бетонских и асфалт – бетонских мешавина у путоградњи и за израду заштитног – тампонског слоја трупa железничких пруга.

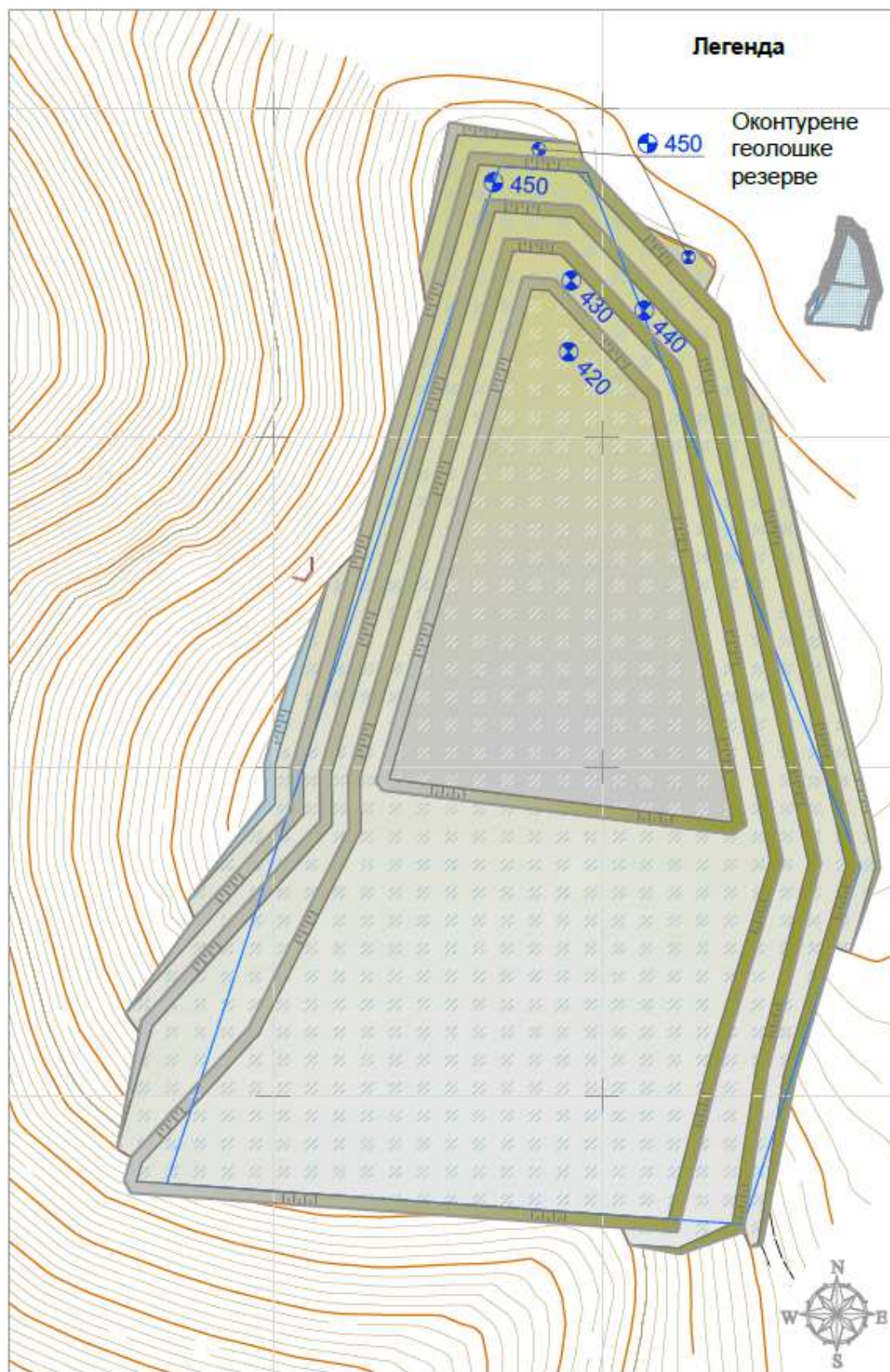
Прорачуном резерви у лежишту мермера, методом паралелних вертикалних профила, утврђене су билансне геолошке резерве, као сировине за техничко – грађевински камен.

Положај рудног тела у литосфери, његова оријантација, дубина залегања, специфичности пратећих стена, тектонска кретања су битни фактори који предодређују начин експлоатације лежишта. За идејно решење завршног изгледа површинског копа, коришћена су досадашња искуства на површинским коповима у мермерима и усвојени су следећи конструктивни параметри: висина радне етаже 10 m, нагиб 70°, угао завршне косине 49° и ширина берме 5,1 m, слика 7.4.2.



Слика 7.4.2. Обрачунски профили [10]

Експлоатација техничко – грађевинског камена вршиће се површинским копом висинског типа, са добром концентрацијом сировине по квадратном метру. Са рударског аспекта лежиште је приступачно за отварање и развој обзиром да у непосредној близини лежишта пролази магистрални пут и железничка станица. Идејним решењем конструисања завршног изгледа површинског копа извршено је оконтуривање геолошких резерви лежишта, слика 7.4.3.



Слика 7.4.3. Идејно решење завршног изгледа површинског копа мермера [10]

На основу резултата добијених у току истраживања и лабораторијских испитивања мермера лежишта спадају у средње тврде и умерено абразивне стене. Лако се дробе и класирају стандардном технологијом и опремом.

Технолошки процес добијања минералне сировине из лежишта вршиће се површинским начином који обухвата следеће фазе:

- чишћење терена од биљног покривача, откопавање транспорт и одлагање јаловине,
- бушење, минирање, утовар, транспорт и припрема мермера.

Експлоатација минералне сировине вршиће се формирањем етажа одозго на доле.

Под помоћним операцијама на површинском копу подразумева се припрема одминираних материјала за утовар, као и рад на изради приступних путева, рампи и извођење осталих радова, који захтевају ангажовање булдозера.

Теоретски капацитет булдозера

$$Q_{th} = V_N \cdot n_{pr}, \text{ m}^3 \text{ чм} / \text{ h} \quad (1)$$

Запремина материјала испред плуга булдозера у m^3

$$V_N = 0,5 \cdot h_n^2 \cdot b_n, \text{ m}^3 \quad (1)$$

h_n — висина плуга (m)

b_n — ширина плуга (m)

n_{pr} — број пражњења материјала испред плуга на час

Број пражњења зависи од времена потребног за један циклус и износи:

$$n_{pr} = \frac{60}{t_c}, \text{ h}^{-1} \quad (1)$$

Време циклуса

$$t_c = t_f + \left(\frac{l_{pu}}{16,7 \cdot v_{pu}} \right) + \left(\frac{l_{pr}}{16,7 \cdot v_{pr}} \right), \text{ min} \quad (1)$$

t_f — фиксно време (s)

l_{pu} — дужина вожње пуног булдозера (m)

v_{pu} — максимална брзина вожње пуног булдозера (km/h)

l_{pr} — дужина вожње празног булдозера (m)

v_{pr} — максимална брзина вожње празног булдозера (km/h)

Теоретски капацитет рипера

$$Q_{th} = h_r \cdot a_r \cdot v_k \cdot \gamma \cdot 1000, \text{ t} / \text{ h} \quad (1)$$

h_r — дубина риперовања (m)

a_r — ширина риперовања (m)

v_k — брзина кретања (km/h)

γ — запреминска тежина стене (t/m^3)

Ефективни капацитет булдозера

$$Q_e = Q_{th} \cdot \frac{\eta_p \cdot k_{ij} \cdot k_N}{f_r}, \text{ m}^3 \text{ чврсте масе/ h} \quad (1)$$

η_p — коеф. пуњења испред плуга булдозера

k_{ij} — људски фактор

k_N — коеф. искоришћења рада дизел мотора у зависности од надморске висине

f_r — коеф. растреситости откопаног материјала испред плуга булдозера

Ефективни капацитет булдозера код гурања

$$Q_e = \frac{30 \cdot h_n^2 \cdot \check{s}_n \cdot \eta_p \cdot k_{ij} \cdot k_N}{(t_f + (\frac{L_{pu}}{16,7 \cdot v_{pu}}) + (\frac{L_{pr}}{16,7 \cdot v_{pr}}) \cdot f_r)}, \text{ m}^3 \text{ чврсте масе/h} \quad (1)$$

$\check{s}_n$ — ширина планирања (m)

Ефективни капацитет булдозера код планирања

$$Q_e = \frac{60 \cdot L_{pl} \cdot (\check{s}_n - a_p) \cdot k_{ij} \cdot k_N}{\eta_{pl} \cdot (\frac{L_{pl}}{16,7 \cdot v_{pu}}) + t_{ok}}, \text{ m}^3 \text{ чврсте масе/ h} \quad (1)$$

L_{pl} — дужина планирања (m)

a_p — ширина прекривања код планирања (m)

η_{pl} — број пролаза на истом месту код планирања

v_{pl} — просечна брузина булдозера (km/h)

t_{ok} — време окретања булдозера (min)

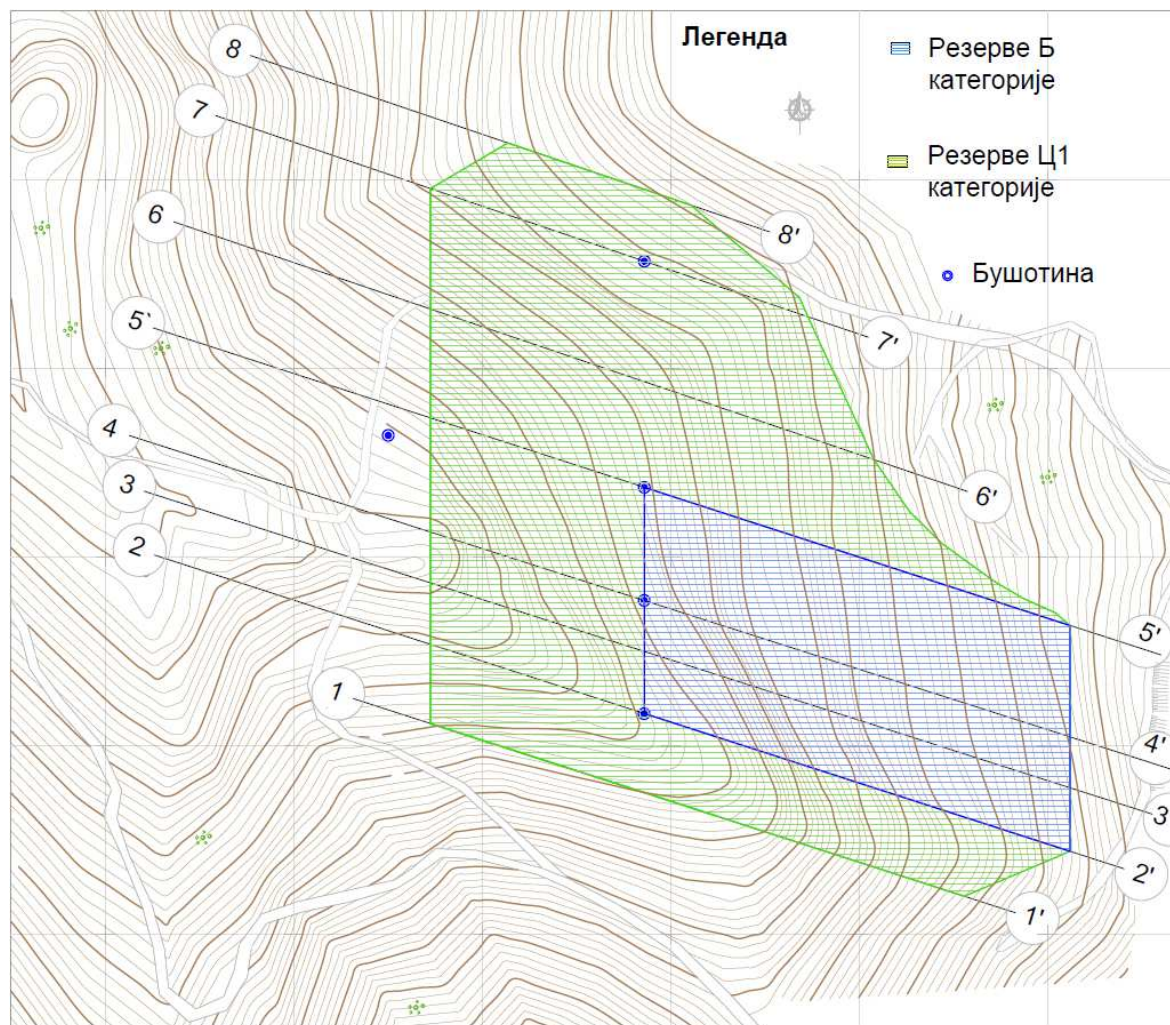
Ефективни капацитет булдозера код риперовања

$$Q_e = Q_{th} \cdot k_{ij} \cdot k_n, \text{ t/ h односно } Q_e = \frac{h_r \cdot a_r \cdot L_r \cdot \gamma \cdot 60}{t_f + (\frac{L_r}{16,7 \cdot v_k}) + (\frac{L_{pr}}{16,7 \cdot v_{pr}})}, \text{ t/ h} \quad (1)$$

L_r — дужина риперовања (m)

7.5. ЛЕЖИШТЕ МЕРМЕРА КАО РЕСУРС ЗА ИНДУСТРИЈСКИ КАРБОНАТ

Геолошку грађу ширег подручја чине палеозојски комплекс метаморфита (мермери, серицитски и филитски шкриљци, метаморфисани пешчари), серпентинити, комплекс мезозојских седимената и магматских стена (дијабаз – рожначка формација, горњејурски седименти, гранодиорити), терцијарне творевине и квартарни седименти. Мермери овом простору су заступљени у виду сочива, слојева и великих маса. Беле су или сиве боје. Састављени су од калцитских зрна са малим примесама лимонита. На местима где је мермер шкриљаве текстуре запажен је извесан проценат лискуна што указује на постепени прелаз према околним лискунским шкриљцима. Мермери у лежишту се јављају у виду веће масе у серицитским и филитским шкриљцима. У хидрогеолошком погледу овај део терена изграђује комплекс водопрпусних стена, којем припадају индустријске стене ове области и комплекс водонепропусних стена, којем припадају кристаласти шкриљци и неогене глине. Непосредно у оквиру лежишта терен је обрастао ниским растињем. Хидрогеолошким рекогносцирањем ужег подручја лежишта мермера нису уочене хидрогеолошке појаве, извори, замочваривања и др. Може се закључити да су мермери практично без подземне воде осим у најнижим деловима при контакту са подинским шкриљцима, где се могу очекивати подземне воде. Посматрано у плану, слика 7.5.1., и профилу, слика 7.5.2., у ужем подручју лежишта мермера најшире распрострањење имају шкриљци. Појаве извора мале издашности на подручју шкриљаца указују да су у њима формиране издани мале издашности.



Слика 7.5.1. Карта резеви лежишта мермера [10]

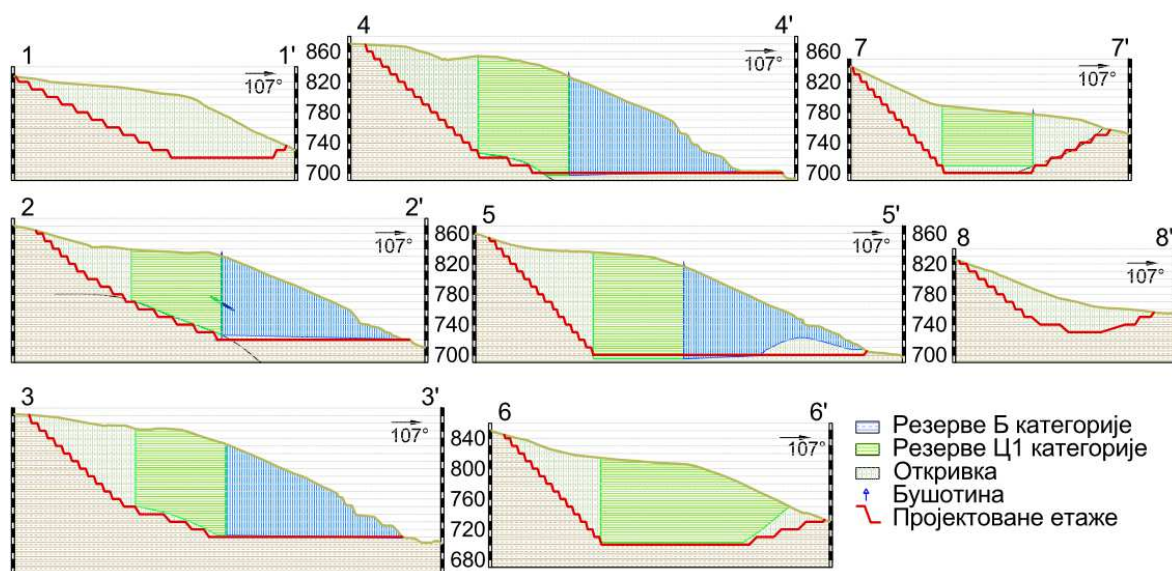
Највећи део терена одликује се великом лабилношћу. Овој зони припада серија, која је значајно поремећена, посебно на контакту са прелазном зоном. Састављена је од различитих шкриљаца, мермера, кварцита и у целини претставља велику синклиналу у чијем се језгру налазе филитични и серицитски шкриљци и мермери. Средишњи део, између ове две моноклинали, деформисан је низом раседа меридијанског правца и запуњен је мезозојским седиментима и магматским стенама. Дисјунктивне структуре на овом подручју имају значај за тектонску грађу. Рудно тело у погледу индустријског типа припада метаморфогеним лежиштима. Овакав тип је чест, посебно у теренима захваћеним регионалним и ређе контактним метаморфизмом. Претходе кречњаци који су у условима регионалног метаморфизма прекристалисали у мермере.

Прорачун резерви вршен је методом паралелних и непаралелних вертикалних профила (табела 7.5.1.).

Табела 7.5.1. Прорачун резерви [10]

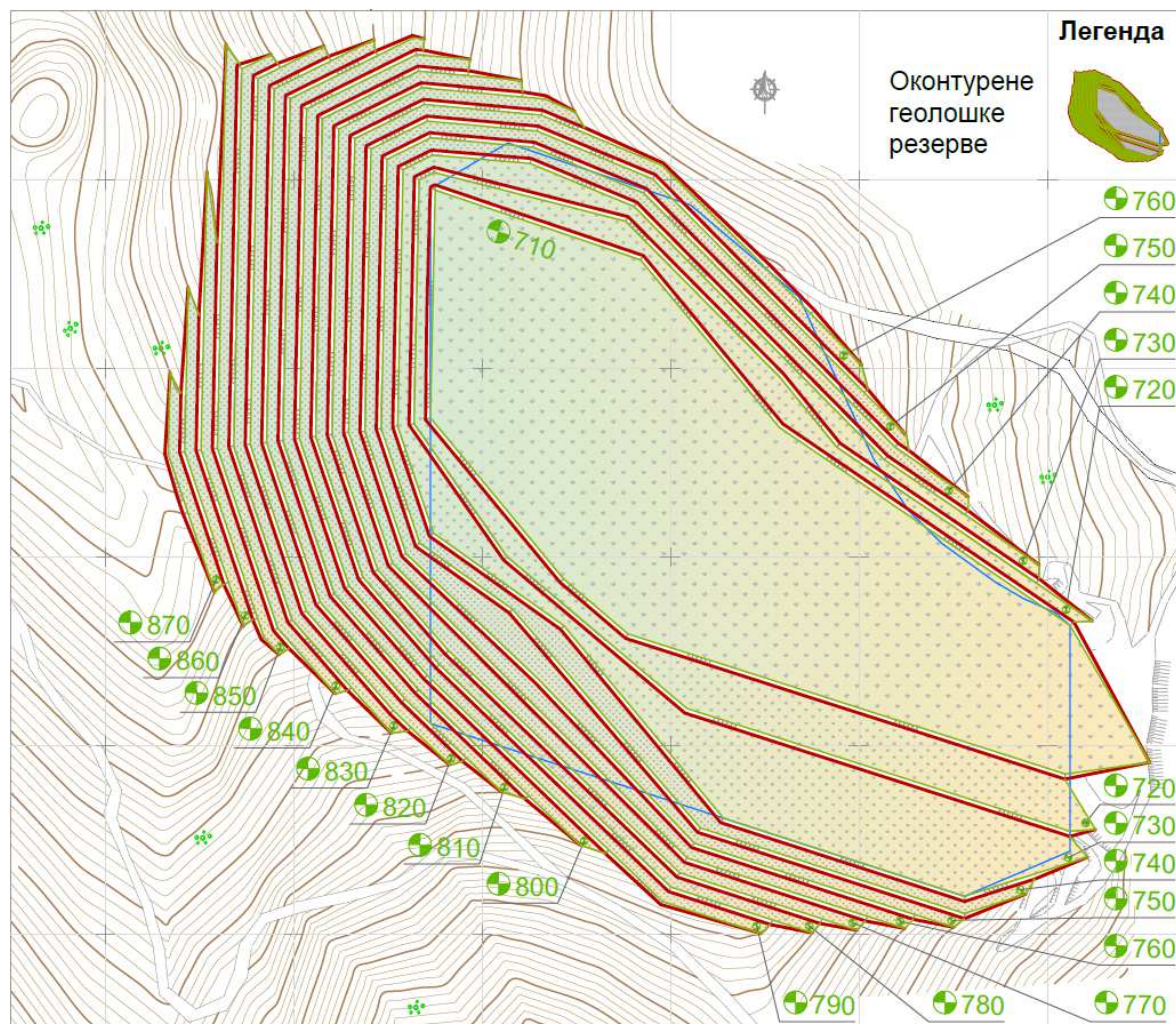
А	Б	Ц	Д	Е	Ф	Г	Х
Паралелни профили							
n-n'							
m-m'							
Непаралелни профили							
А	Б	И	Д	Е	Ф	Г	Х
n-n'							
m-m'							
Периферни блок							
А	S_n	L_n	d_{min}	S_p	d_n	Ф	Х
1							
2							

А – Ознака профила, n-m; Б – Површина профила, $S_{i-1} - S_i$ (m²); Ц – Растојање између профила (m); Д – Средња дебљина (m); Е – Средња вредност површине профила, $\frac{S_{i-1}+S_i}{2}$ (m²); Ф – Запреминска маса (t / m³); Г – Запремина V_{nm} (m³); Х – Резерве сировине (t); n-n', m-m' – Ознака профила; И – Угао између профила (°); S_n – Површина крајњег пресека (m²); L_n – Дужина крејњег пресека, (m); d_{min} – Минимална дебљина минералне сировине, (m); М – Површина периферног блока (m²); Средња дебљина минералне сировине (S_n/L_n); 1 – Периферни Блок n; 2 – Периферни Блок m;



Слика 7.5.2. Обрачунски профили [10]

На основу извештаја о резултатима испитивања физичко – механичких својстава мермера са анализом стабилности косина, као карбонатне сировине, усвојени су конструктивни параметри за израду идејног решења завршног изгледа површинског копа, слика 7.5.3. Висина радне етаже је 10 m, нагиб 75° и угао завршне косине 49°. Прорачуната мнимална ширина сигурносне берме износи 6,1 m.



Слика 7.5.3. Идејно решење завршног изгледа површинског копа мермера [10]

Површинска јаловина је заступљена у занемарљивим количинама изнад лежишта. Својим обликом и општим условима залегања ово лежиште је практично предодређено за површинску експлоатацију.

Идејним решењем технолошког процеса експлоатације предвиђа се откопавање откривке и транспорт до спољашњег одлагалишта, док се не створе услови за формирање унутрашњег, затим минирање, утовар и транспорт сировине до дробиличног постројења.

Технолошки процес добијања и прераде мермера вршиће се стандардним методама, које се највише примењују у савременим условима добијања карбонатних сировина [25]. Бушењем дубоких минских бушотина према утврђеном распореду, а затим масовним минирањем, једновремено се обара минерална сировина, при чему се правилним постављањем и прилагођавањем распореда бушења и експлозивног пуњења настоји да добије што боља фрагментација, уз што мање накнадно разбијање негабарита.

Бушење минских рупа обављаће се бушилицама са погоном на компримирани ваздух. Минирани материјал, ломљени камен биће утоварен утоварном лопатом и транспортован камионима. Дробљење и класирање мермера ће се обављати на већ изграђеном дробиличном постројењу, а након тога одвозити камионима до фабрике креча.

У функцији површинске експлоатације, која се изводи на површинским коповима, потребно је предвидети низ објеката као и спецификацију опреме, чиме би се обезбедио технолошки процес производње, табела 7.5.2. Избор објекта и опреме може бити различит у зависности од конкретне локације, окружења површинског копа као и услова који утичу на избор истих. У наредној табели приказана је спецификација опреме, потребна за пројектовани капацитет производње на површинском копу где се уносе набавне вредности са обрачунатом стопом амортизације.

Амортизација основних средстава мора бити у складу са веком трајања површинског копа па капацитет производње у многоне зависи од расположивих експлоатационих резерви. При дефинисању годишњег капацитета производње треба тежити да век експлоатације обезбеди довољно дуг период за амортизацију опреме и основних средстава, тако да амортизација мање оптерећује трошкове производње.

Табела 7.5.2. Насловни списак опреме и потребних радова [10]

Опис	Јед. мере	Кол.	Набавна цена (РСД)	Износ (РСД)	Амортизација	
					Стопа (%)	Износ (РСД)
Оснивачка улагања						
Откуп земљишта	ha					
Грађевински објекти	ком.					
Изградња приступних путева	m'					
Регулација потока – речног тока	m'					
Рударска опрема и радови						
Бушилица	ком.					
Компресор	ком.					
Гатер	ком.					
Дизалица	ком.					
Булдозер	ком.					
Утоваривач	ком.					
Хидраулични багер	ком.					
Камион	ком.					
Дробилично постројење	ком.					
Постројење за прераду	ком.					
Теренско возило	ком.					
Цистерна за воду	ком.					
Цистерна за гориво	ком.					
Објекти-опрема за одводњавање	ком.					
Неспецифицирана опрема и радови	-					
Укупно						