

15. ЛЕЖИШТА ГЛИНА

15.1. ЕКСПЛОАТАЦИЈА ЛАПОРЦА И ГЛИНЕ КАО СИРОВИНЕ ЗА ЦЕМЕНТНУ ИНДУСТРИЈУ

Рељеф овог подручја има брдско – планински карактер и последице абразионо – ерозивних утицаја са тектонским обележјем. Карактеристично је и дејство флувиоденудационих процеса. Главни водотокови су формирали своја корита дуж већих раседа а њихове притоке кроз пукотине које су паралелне слојевитости.

Морфологија терена и дренажна мрежа су у директној зависности од геологије терена, стенских маса, кроз које су водени токови усецали своја корита. Због хетерогености геолошког састава терена, могу се запазити долине са блажим и стрмим странама са готово кањонасто усеченим коритима.

Дренажни систем на овом терену представља комбинацију паралелног и решеткастог типа. Површинских токова сталног карактера на лежишту нема као ни већих извора.

Конфигурација терена и сам геолошки састав су такви да се и приликом обилних атмосферских падавина вода не задржава на површини.

У ширем подручју тектонски склоп терена одликује се линеарним распоредом седимената и тектонских дислокација као и великим интензитетом убрзаности. Заступљени су пликативни и дисјуктивни структурни облици. Основну структурну црту терена даје синклинални положај кредних и миоценских творевина.

У инжењерско – геолошком смислу карактеристике овог подручја се базирају на основу опште познатих физичко – механичких одлика заступљених присутних лапораца, глина, пескова, кречњака и конгломерата, односно њихове тврдоће, чврстоће и других утврђених својстава, као и на стабилности присутних и околних стенских маса. Познавање инжењерско – геолошких услова у лежишту значајно је због безбедног извођења оперативних активности у току експлоатације. У геолошком погледу лежиште спада у карбонатна седиментна слојевита лежишта, неправилног облика многоугла. Лапорци који учествују у геолошкој грађи лежишта су слојевити и испресецани бројним пукотинама и прслинама, које су у приличној мери запуњене глиновитим материјалом и калцитом, што спречава циркулацију подземних вода.

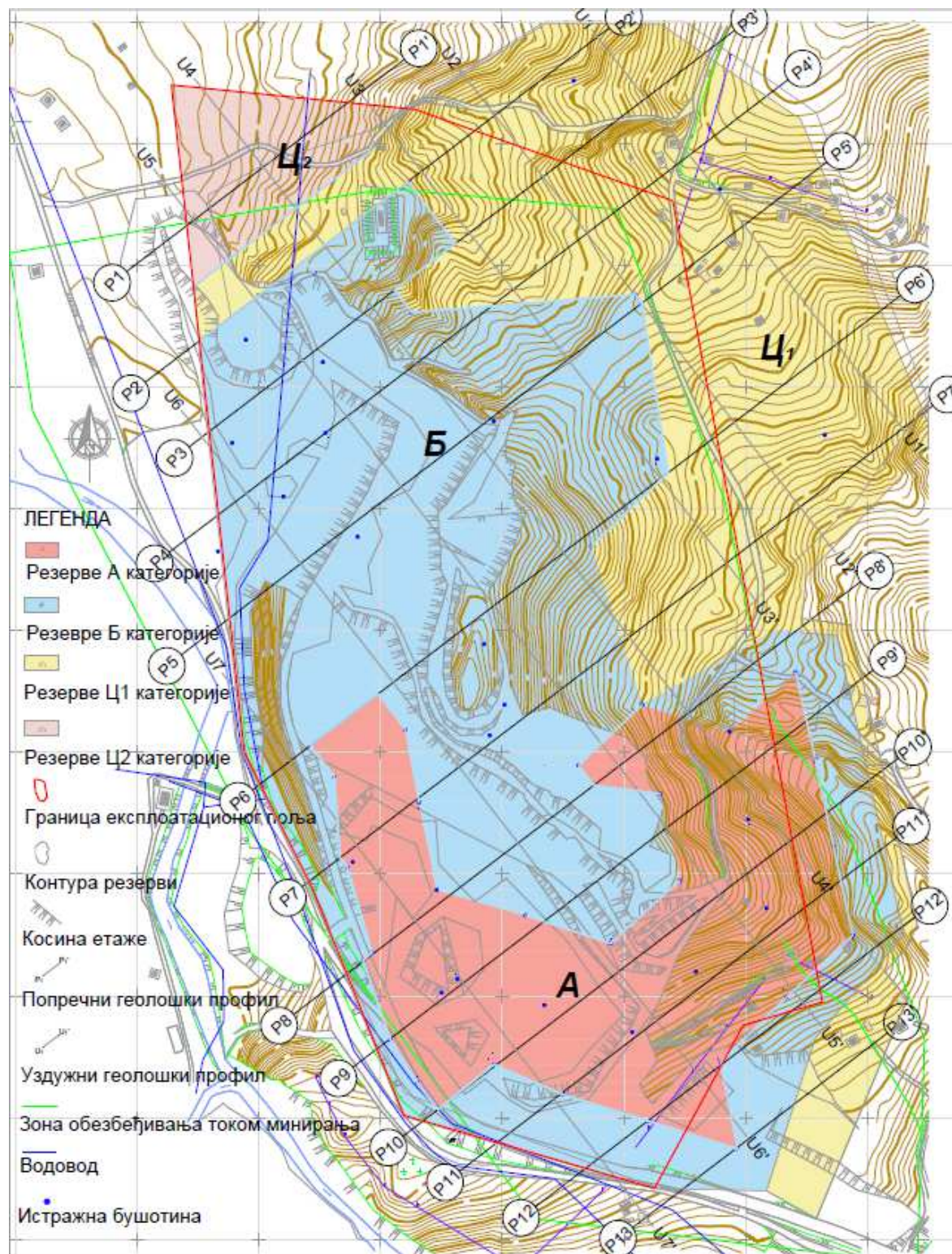
У хидрогеолошком смислу лапорци су хидрогеолошки изолатори са пукотинском порозношћу, али су због запуњености пукотина, слабопропусни. Поред лапораца на лежишту су заступљене и глине, које у хидрогеолошком смислу представљају хидрогеолошке изолаторе. По својим карактеристикама представљају водонепропусну средину.

Опробовање лапораца и глина у лежишту за потребе делимичних и комплетних хемијских испитивања, као и за испитивање минералско – петрографског састава, вршено је из језгра бушотина, док је за утврђивање физичко – механичких карактеристика извршено опробовањем узорака узетих са отворених профила, сходно важећој законској регулативи.

Опробовање је вршено ради утврђивања квалитета сировине у погледу коришћења лапораца и глина као сировине за цементну индустрију [49]. Извршена су испитивања хемијског састава, физичко – механичких карактеристика, минералско – петрографских карактеристика и технолошка испитивања сировине.

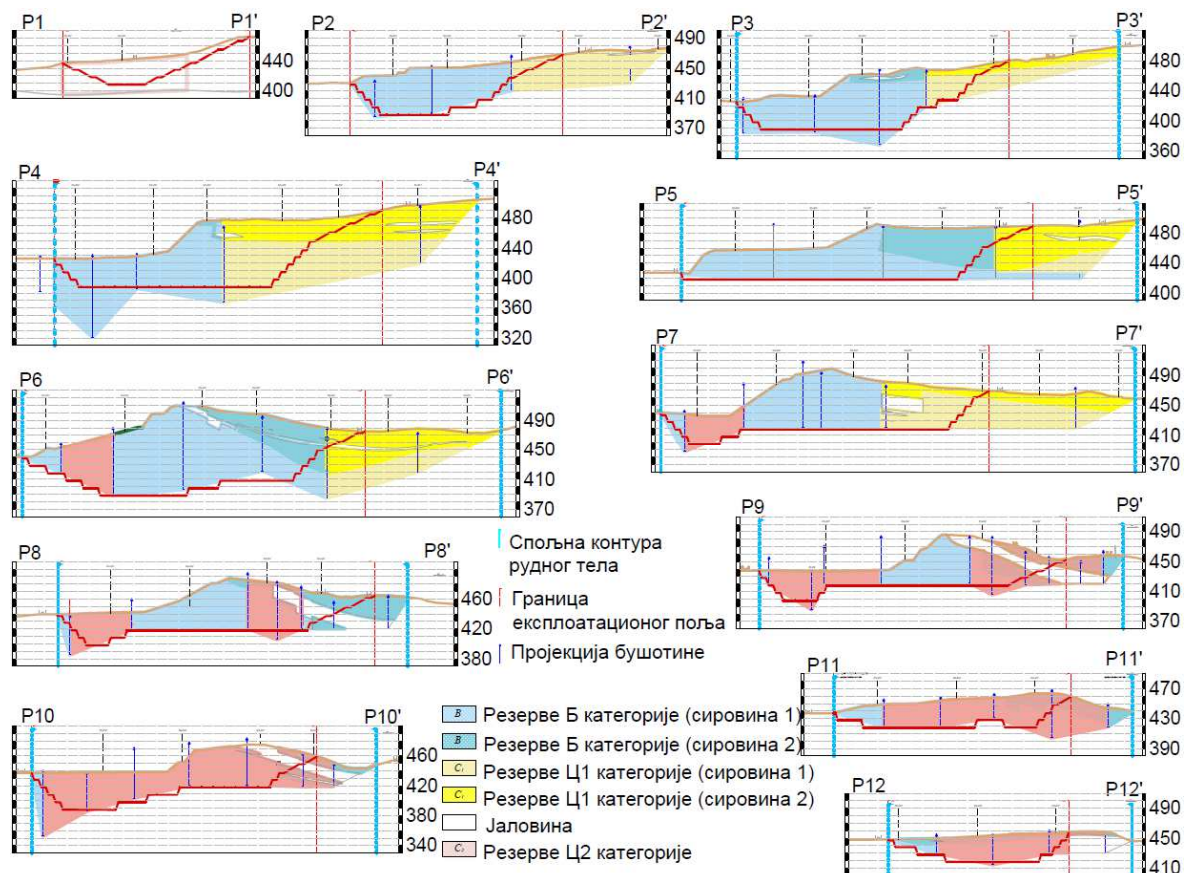
Један од најважнијих задатака, пре прорачуна резерви, представља оконтуривање лежишта. Основни задатак при детаљном истраживању лежишта минералних сировина јесте утврђивање границе рудног тела и јаловине. Наравно, овде се не тражи апсолутна тачност, већ се тежи да се у складу са типом минерализације нађе оптимално решење, обим радова и тачност прорачуна.

Основни принцип код прорачуна резерви минералних сировина у оконтуреном делу, слика 15.1.1., јесте трансформација рудних тела сложеног облика у једноставније геометријске облике, чије се површине и запремине могу лако израчунати применом једноставних математичких операција.



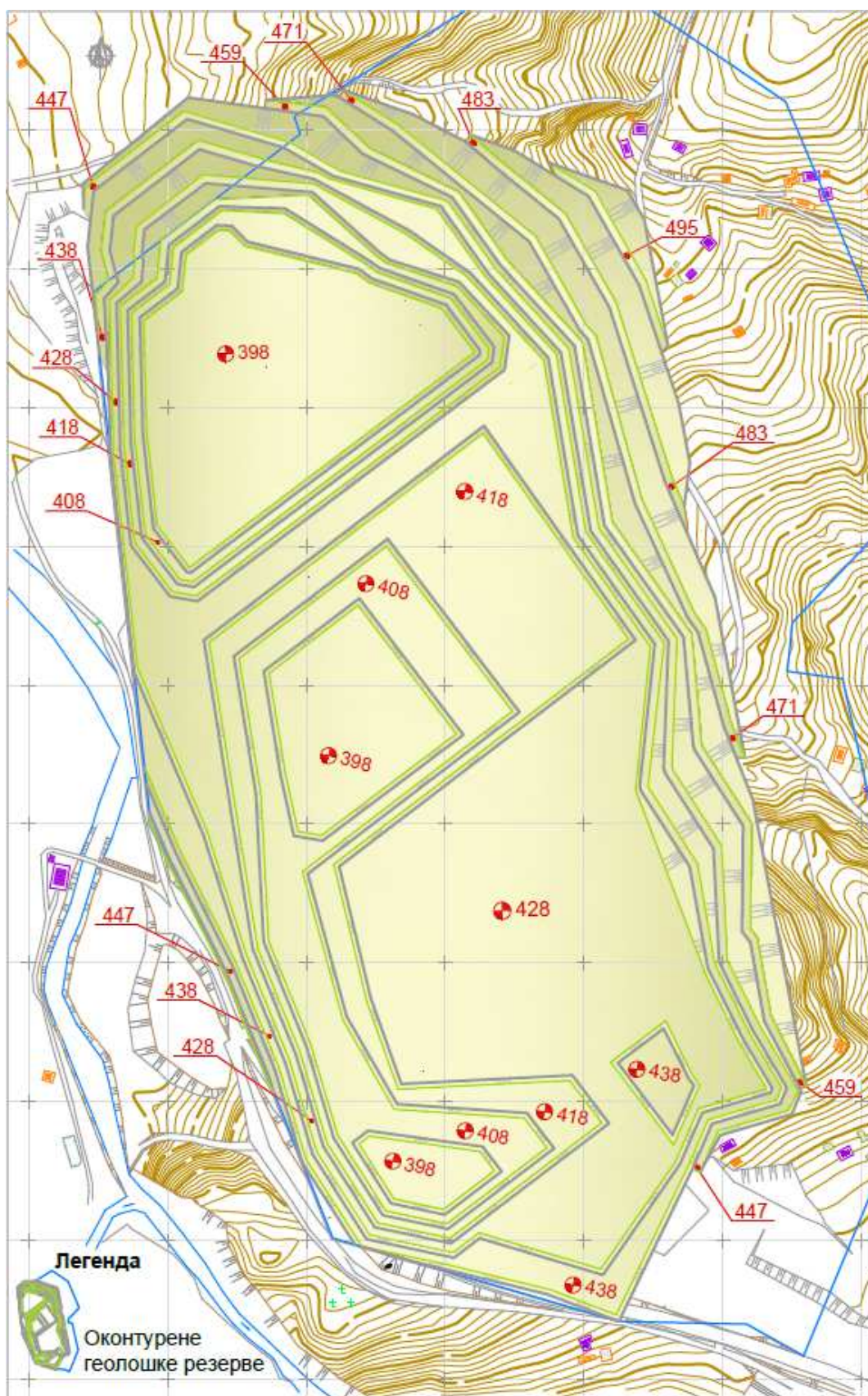
Слика 15.1.1. Карта резерви лежишта лапорца и глина [10]

Оконтуривање лежишта извршено је графичким путем у хоризонталном и вертикалном смислу. Унутрашња контура рудног тела је у овом случају условљена, техно – експлоатационим факторима. Спољна контура рудног тела добијена је методом неограничене екстраполације и то до 1/4 максималних растојања између истражних радова предвиђених за резерве Б категорије и до 1/3 максималних растојања за резерве Ц₁ категорије. За лежиште лапораца и глина, прорачун резерви је извршен методом профила, слика 15.1.2., као основном и методом геолошких блокова, као контролном. Елементарни параметри за прорачун резерви су: површина рудног тела, запреминска маса рудног тела, средња дебљина, а у неким случајевима влажност и др.



Слика 15.1.2. Обрачуни профили [10]

Пројектовање површинског копа представља конструисање основних објеката за обезбеђивање услова површинске експлоатације лежишта минералних сировина. Обухвата комплекс решења која се односе на детаљну анализу и дефинисање расположивих геолошких резерви, оконтуривање лежишта и дефинисање граница површинског копа, отварање и развој радова, избор основне и помоћне опреме, димензионисање и верификацију капацитета производње, дефинисање комплекса технологије површинске експлоатације, формирање спољашњег и унутрашњег одлагалишта откривке и јаловине, формирање депоније минералне сировине, дефинисање техничке заштите и заштите околине, затим решења рекултивације површинског копа и одлагалишта, просторно планирање и комплекс пратећих постројења и објеката инфраструктуре, који су у функцији површинског копа, као што су објекти за одржавање опреме, приступни путеви, станице за снабдевање погонском енергијом, објекти за снабдевање питком и индустријском водом, објекти и постројења за припрему минералних сировина, управне и погонске зграде и низ других објеката који су неопходни у зависности од конкретних услова. Идејним решењем завршног изгледа површинског копа извршено је оконтуривање билансних резерви, слика 15.1.3.



Слика 15.1.3. Идејно решење завршног изгледа површинског копа лапорца и глина [10]

Коришћене су вредности конструктивних параметара на бази утврђених испитивања, прорачуна и стеченог искуства током експлоатационих активности на површинском копу. Висине радних етажа су 8 m за глину, а 12 m за лапорац и кречњак. Ширина радног планума за двосмерни саобраћај, односно транспорт материјала износи 12 m. Нагиби радних етажа су 30° за глину и 70° за лапорац. Завршни углови стабилности површинског копа износе за глине 23°, лапорце 48° и кречњак 56°. Минимална ширина берме у завршној косини, према вредностима углова радних и завршних косина, износи 5 m за глине, затим 6,4 m за лапорце и 3,7 m за кречњаке.

Избор технолошког процеса експлоатације лапорца је дефинисан на основу физичко – механичких особина радне средине, положаја сировине у простору, потребног капацитета, досадашњег искуства и др.

Технологија експлоатације подразумева неколико фаза рада. Ископ и одлагање јаловине врши се булдозером, утовар утоваривачем а транспорт камионима. За бушење минских бушотина користе се бушилице. Минирање се обавља употребом одговарајућих експлозива према дефинисаној геометрији. Припрема одминираних материјала врши се булдозером а утовар утоваривачем. За транспорт сировине до постројења за прераду користе се камиони.

Технички капацитет булдозера на припреми материјала се може одредити по следећој методологији прорачуна:

$$Q_{th} = Q_t \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \text{ чм}^3/\text{h} \quad (9)$$

Q_t — теоретски капацитет булдозера (чм³/h)

k_1 — коеф. материјала

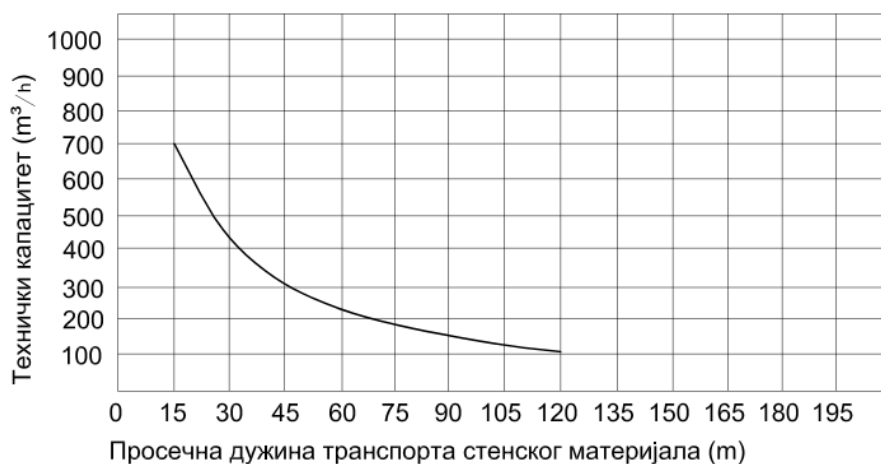
k_2 — нагиб трасе

k_3 — коеф. видљивости

k_4 — коеф. обучености руковаоца

k_5 — коеф. ефективности радног времена

k_6 — коеф. облика плуга



Слика 15.1.4. Дијаграм зависности капацитета од дужине транспорта [10]

Експлоатациони сменски капацитет булдозера

$$Q_{sm} = Q_{th} \cdot T_{sm}, \text{ чм}^3/\text{sm} \quad (3)$$

T_{sm} — ефективно време трајања смене (h)

Експлоатациони дневни капацитет булдозера

$$Q_{dn} = Q_{sm} \cdot N_{sm}, \text{ чм}^3/\text{см} \quad (3)$$

N_{sm} — број смена на дан

Експлоатациони годишњи капацитет булдозера

$$Q_g = Q_{dn} \cdot N_d, \text{ чм}^3/\text{см} \quad (3)$$

N_d — број радних дана на годишњем нивоу

Након минирања известан проценат материјала ће бити одбачен на основни плато за утовар, а остатак се припрема булдозерски, па је сходно томе на припреми потребно остварити следећи број ефективних часова:

$$Q_{ef} = \frac{Q_g \cdot k_r \cdot i_a}{Q_{th}}, \text{ h / годишње} \quad (10)$$

Q_g — усвојени, планирани годишњи капацитет (чм³/год)

k_r — коеф. растреситости

i_a — индекс ангажованости булдозера у припреми материјала

Узевши у обзир укупно време (T_{uk}) ангажовања булдозера на ископу и одлагању јаловине, припреми материјала за утовар, изградњу и одржавање приступних путева и остале активности, може се прорачунати коефицијент искоришћења булдозера:

$$k_{ib} = \frac{T_{uk}}{T_{sm} \cdot N_{sm} \cdot N_d \cdot k_e} \cdot 100, \% \quad (10)$$

на основу чега се усваја потребан број булдозера за обављање планираних активности.

15.2. ЛЕЖИШТЕ ОПЕКАРСКИХ ГЛИНА ПРЕДОДРЕЂЕНО ЗА НАСТАВАК ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ

Истражни простор у домену лежишта представља готово потпуно равну површину, где не постоје никакви објекти који би ограничавали површинску експлоатацију у било ком погледу.

У морфолошком погледу, истражни простор представља благо заталасану површину више лесног платоа и припада изразито равничарском типу терена. Заступљене су незнатне висинске разлике са благим нагибом.

Шире подручје лежишта одликују умерено – континенталне климатске карактеристике, са свим специфичностима овог подручја. Ово подручје према томе одликују топла лета и хладне зиме. Падавине у току године су недовољне и неравномерно распоређене у току године. Највише падавина има током пролећа и у току јесени.

На испитиваном терену бушењем је констатовано присуство подземне воде у подини продуктивног нивоа и то у неколико бушотина. У хидрогеолошком погледу од површине терена до нивоа пескова, подине, заступљени су хумусни покривач и лесоидне глине, односно литолошки чланови добре водопропустности. Хумусни покривач захваљујући својој структури обезбеђује добру водопропустност. Лесоидни ниво, који је испод хумусног покривача, поседује велику водопропустност.

У основи посматрано лежиште изграђују слабо и средње водопропустни седименти, уз констатацију да лесоидни седименти имају веће коефицијенте филтрације. Евидентно је да до осцилације нивоа подземне воде долази у току године. Прихрањивање издани врши се инфилтрацијом површинских вода. Ниво подземне воде се налази испод коте подине продуктивне серије, тако да подземна вода нема значајан утицај на експлоатацију у лежишту. У критичном периоду, када се бележе највеће падавине, очекивано је да ниво подземне воде кваси седименте продуктивног нивоа и може изазвати одређена клижења или шкољкасто цепање косина. О овој чињеници свакако треба водити рачуна и не прелазити максималне пројектоване нагибе радне и завршне косине.

Са инжењерско – геолошког аспекта лежиште опекарске глине изграђују полувезане и неvezане стене [15]. Болски седименти, таложени у сувој или барској средини и уз хумусни део представљају полувезане стене, које се одликују slabим везама минералних зрна, преко танких опни воде која обавија та зрна.

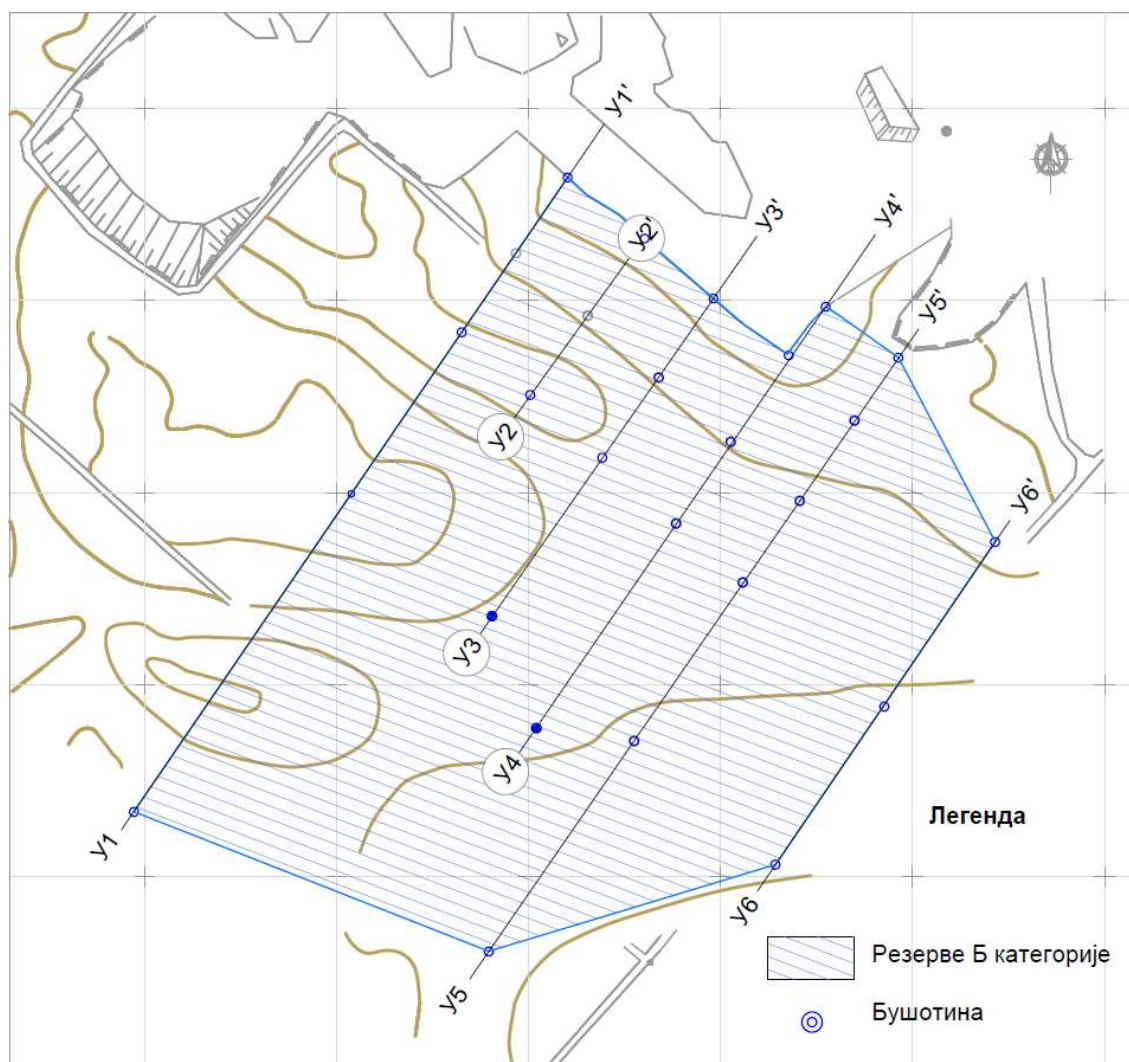
Да би се одредиле геомеханичке карактеристике корисне сировине у лежишту, из његовог централног и јужног дела узети су адекватни узорци за геомеханичка испитивања.

Геомеханичке карактеристике подразумевају низ физичко – механичких карактеристика лежишта и пратећих стена, од којих се могу издвојити гранулометријски састав, чврстоћа на притисак, чврстоћа на истезање, брзина простирања таласа, порозност, запреминска тежина, угао унутрашњег трења и кохезија, пластичност, модул еластичности, стишљивост, лепљивост, бубрење, растреситост и низ других карактеристика, које су по потреби везане за конкретно дефинисање стабилности косина и технологију експлоатације лежишта.

Један од најважнијих задатака истраживања представља оконтуривање лежишта, повлачење границе између минералне сировине и јаловине, слике 15.2.1. и 15.2.2.

Тачност израчунавња рудних тела резерви тесно је повезано са одређивањем контура рудних тела. Границе рудних површина повлаче се према различитим показатељима:

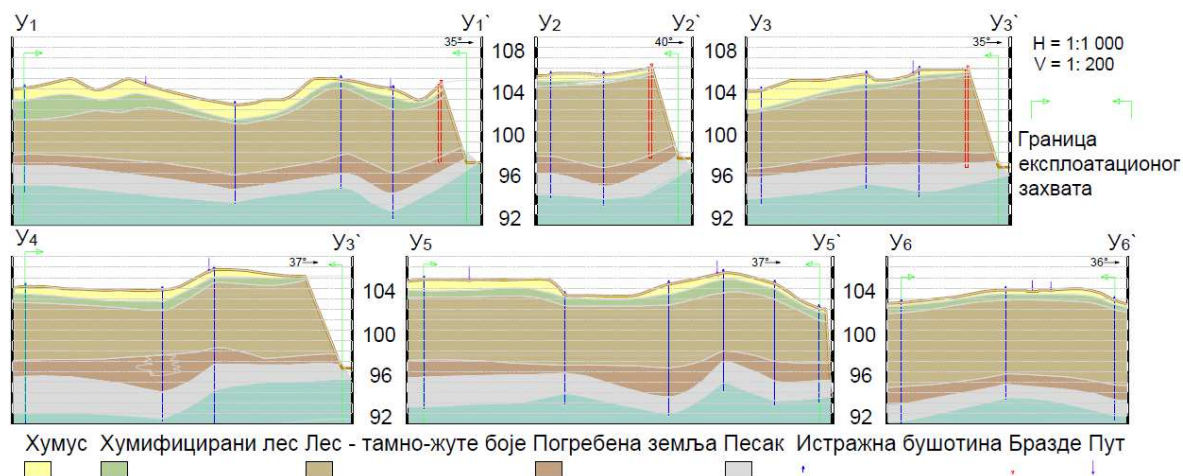
- према минималном средњем садржају корисне компоненте или минималном садржају откопавања, као основа за оконтуривање рудних тела може да служи и минимална дебљина;
- уколико у лежишту постоји више врста, типова руде, контуре се повлаче посебно за сваки тип, врсту;
- као граница рудног тела може се узети и нулта линија, нулта контура која се добија спајањем тачака рудног тела или садржаја корисне компоненте своди на нулу.



Слика 15.2.1. Карта резерви лежишта опекарских глина [10]

У зависности од облика и начина залегања рудног тела, оконтуривање рудних површина врши се на топографским картама, плановима и профилима. Код мање више изометриских рудних тела, оконтуривање се обично врши на плановима, где се извлаче и контуре рудних тела која благо залежу. При оконтуривању рудних површина извлаче се обично унутрашње контуре, која се добија спајањем низа тачака ободних рударских радова и бушотина, у којима је откривено рудно тело. При томе се узима да су промене квалитета и дебљине између појединих бушотина и рударских радова постепене, некоковите. Спољна контура рудних тела повлачи се изван крајњих рударских радова и бушотина при чему ово извлачење представља графичко одражавање схватања геолога о распрострањености рудних тела и у деловима лежишта који нису откривени рударским радовима. Оконтуривање рудног тела у конкретном лежишту вршено је на основу истражних радова, бушотина. Унутрашња контура лежишта добијена је спајањем познатих истражних радова, бушотина, који су покривени лабораторијским испитивањима, ради одређивања квалитета каолинисаног гранита.

Прорачун геолошких резерви лежишта опекарских глина извршен је методом геолошких блокова, као основном и паралелних профила као контролном методом. На основу физичко – механичких својстава радне средине усвојени су конструктивни параметри за израду идејног решења завршног изгледа површинског копа, слика 15.2.3. Висина радне етаже је 10 m, нагиб 50° и угао завршне косине 30°.



Слика 15.2.2. Обрачунски профили [10]

Транспортни услови на лежишту опекарске глине су веома повољни. Лежиште се налази непосредно поред објекта одлежавалишта и индустријског круга, коме површински коп испоручује целокупну годишњу производњу. Снабдевање површинског копа обезбеђено је према експлоатационим захтевима. У непосредној близини површинског копа налазе се објекти индустријског круга. Припадност овог подручја иницирала је становништво да се поред пољопривредне производње развију и капацитети прерађивачке индустрије. У највећем обиму то су индустријски капацитети везани за производњу хране, мада у одређеној мери постоје капацитети и металопрерађивачке, текстилне и грађевинске индустрије.

Опекарство заузима значајно место у привредном потенцијалу овог подручја и одликује се дугом традицијом. С обзиром на близину насеља и устаљене потребе копа, неопходна радна снага за експлоатацију и производњу опекарске сировине, обезбеђена је на задовољавајућем нивоу. Ову повољност поткрепљује и економска развијеност подручја, што се свакако одражава на добру перспективу површинског копа у будућности.

Основне карактеристике технолошког фактора у смислу значаја за геолошко – економску оцену, базиране су на подацима о могућности припреме и прераде, као и хемијско – минералшком саставу сировине и њеним технолошким карактеристикама, које су добијене извршеним испитивањима. Минерални, хемијски састав, физичке особине сировине у великој мери утичу на термичке процесе, од којих зависе особине финалног производа. Питање квалитета сировине, као једног од главних и опредељујућих фактора за добијање квалитетног и профитабилног производа, детаљно се анализира. У оквиру овог фактора на бази извршених испитивања дефинише се технолошки тип сировине.

Тржишним факторима вршена је анализа општих услова понуде и потражње готових опекарских производа, њихових цена као и могућности пласмана са прогнозом цена на тржишту. Код тржишних фактора оцене опекарских глина треба нагласити да оне имају ограничен дијапазон примене. Тржишна цена опекарских сировина формира се као домицилна цена, односно цена утврђена према интерним критеријумима и на бази понуде и потрошње.

Социјално – економски фактори имају позитиван утицај и представљају значајан потенцијал за даљи развој овог подручја. У овом погледу ту се пре свега подразумева запошљавање већег броја радника, као и изградња потребне инфраструктуре и др.

Минерална сировина за опекарску индустрију обезбеђује се из лежишта глине површинском експлоатацијом. Технолошки процес добијања сировине обухвата следеће фазе рада:

- откопавање, утовар и транспорт јаловине на унутрашње одлагалиште;
- откопавање, утовар и транспорт сировине до одлежавалишта.



Слика 15.2.3. Идејно решење завршног изгледа површинског копа опекарских глина [10]

Процес откопавања, утовара и транспорта сировине обавља се дисконтинуалним системом површинске експлоатације.

Прорачун часовног капацитета хидрауличног багера за ископ и утовар материјала може се прорачунати по ф – ли:

$$Q_{hbb} = \frac{3.600 \cdot V \cdot k_p}{t_c \cdot k_r} \cdot k_i, \text{ чм}^3/\text{h} \quad (3)$$

V — запремина кашике (m^3)

k_p — коеф. пуњења кашике

k_i — коеф. временског искоришћења

t_c — радни циклус (s)

k_r — коеф. растреситости

Дневни капацитет хидрауличног багера

$$Q_{dn} = T_{ef} \cdot Q_h, \text{ чм}^3/\text{дан} \quad (3)$$

Ефективно време рада хидрауличног багера

$$T_{efb} = T_{sm} \cdot N_{sm} \cdot k_e, h \quad (3)$$

T_{sm} — време трајања смене (h)

N_{sm} — број смена

k_e — коеф. ефективности

Годишњи капацитет хидрауличног багера

$$Q_g = Q_{dn} \cdot N_d, \text{ чм}^3/\text{год} \quad (3)$$

N_d — број радних дана на годишњем нивоу

Истраживање а посебно експлоатација минералних сировина, уз припрему и прераду, имају значајан и разноврстан утицај на стање човекове радне и животне средине. У току експлоатације сировине могућа су загађења ваздуха, земљишта и воде. Ова загађења могу бити проузрокована емитовањем прашине, присуством различитих врста отпадака, буком и сл. Описани утицаји регулишу се применом мера заштите сходно Правилнику о нормативима за површинску експлоатацију лежишта минералних сировина, Закону о рударству и геолошким истраживањима и осталим прописима и стандардима везаним за рад на површинским коповима.

Потребан број аутоцистерни за обарање прашине

$$N_a = \frac{1,25 \cdot L \cdot B \cdot q_v \cdot n}{1000 \cdot Q_c \cdot h \cdot k_e}, \text{ kom} \quad (10)$$

L — укупна дужина путева који се квасе (m)

B — средња ширина пута (m)

q_v — специф. потрошња воде (l/m^2)

n — број орошавања на дан

Q_c — капацитет цистерне (m^3/h)

h — време ангажовања цистерне (h/ дан)

k_e — коеф. искоришћења времена

Капацитет цистерне

$$N_a = \frac{V_c}{1,2 \cdot \left[\frac{V_c}{q_h} + \frac{V_c}{q_p} + L \cdot \left(\frac{1}{v_{pu}} + \frac{1}{v_{pr}} \right) \right]}, m^3/h \quad (10)$$

V_c — запремина цистерне (m^3)

q_h — капацитет пумпе (m^3/h)

q_p — капацитет пумпе на месту пуњења (m^3/h)

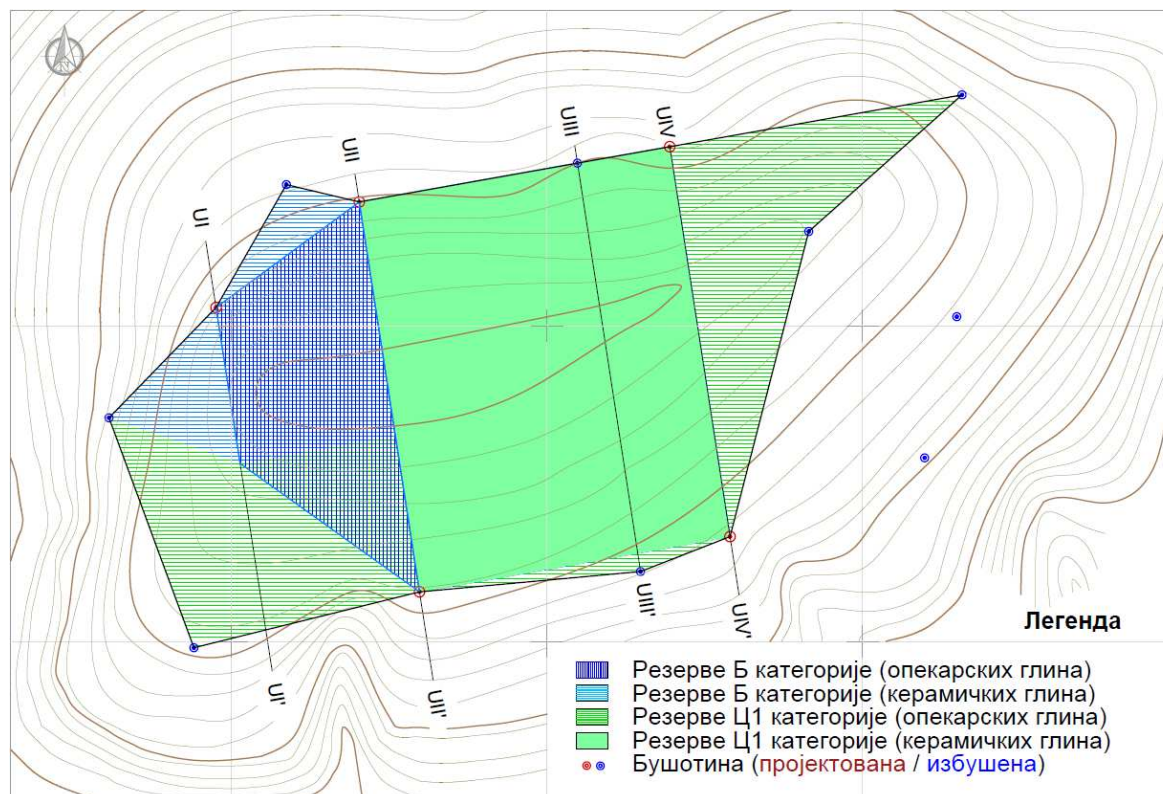
L — средња дужина пута од места пуњења до места почетка орошавања (km)

v_{pu} — средња брзина кретања пуне цистерне (km/h)

v_{pr} — средња брзина кретања празне цистерне (km/h)

15.3. ЛЕЖИШТЕ КЕРАМИЧКИХ И ОПЕКАРСКИХ ГЛИНА

Керамичке и опекарске глине, обзиром на начин појављивања, квалитет сировине, повољне комуникације и близину прерадних капацитета представљају економски тип примарног значаја за домаће услове [13]. Повољан просторни положај, начин појављивања рудног тела, земљиште ниске економске вредности, минимална откривка и друге погодности омогућавају да се за планирани годишњи капацитет оствари повољан финансијски резултат. Минералне сировине из овог лежишта у потпуности одговарају основном индустријском типу јер су генетски везане за продуктивне седименте. За разлику од осталих глиновитих сировина, глине са оваквим својствима погодне су за добијање квалитетних керамичких и опекарских производа [12]. Према својим физичко – механичким карактеристикама, минералшком и хемијском саставу, на шта указују лабораторијске и индустријске пробе ради о се квалитетној керамичкој глини која има широку примену у хемијској индустрији, производњи керамичких подних и зидних плочица, фасадне опеке, док опекарске глине имају примену у производњи грубе керамике (цигла и цреп). Лежиште је једноставне геолошке грађе, где су заступљене тамно мрке „опекарске“, керамичке масне глине и заглињени кварцни пескови, који представљају потенцијалну керамичку сировину [14]. Положај рудног тела, правац његовог пружања, дубина залегања, својства пратећих стена, тектонска кретања, поред осталог су специфичности које утичу на избор експлоатационих активности. У морфолошком погледу истражни простор представља падину, обронак брдовитог масива, слика 15.3.1. Климатски услови, као и шира околина истраживаног подручја има типичну умерену континенталну климу са два карактеристична климатска периода и то: продужени кишно – снежни и сушни – топли период.

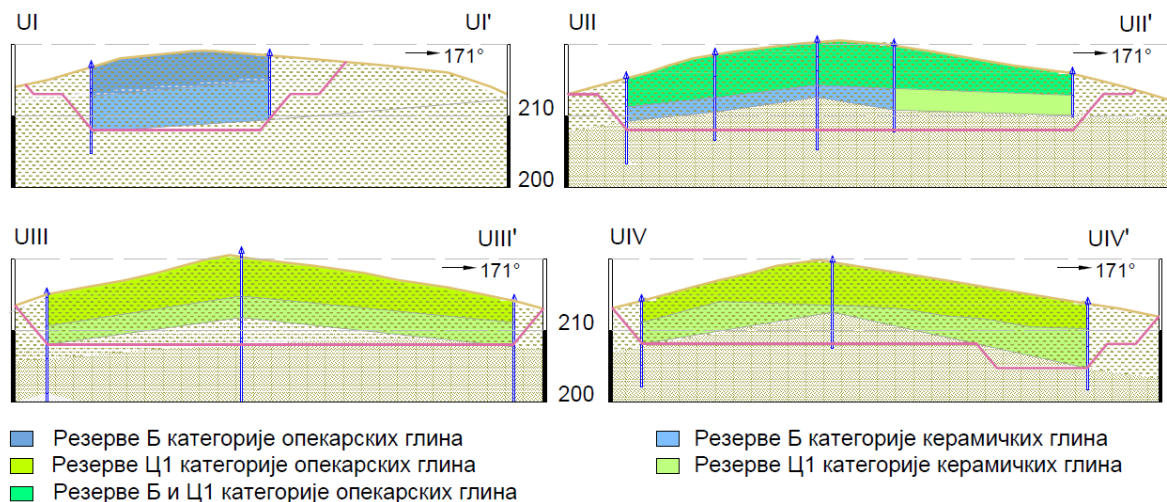


Слика 15.3.1. Карта резеви лежишта керамичких и опекарских глина [10]

Лежиште керамичких глина по својим геолошким карактеристикама и квалитету припада седиментним лежиштима сочивастиог типа, које има два продуктивна слоја и то продуктиван слој опекарских и продуктивни слој керамичких глина.

Са становишта извођења рударских радова, битно је одсуство влаге и енормно високих и ниских температура ваздуха. За снабдевање површинског копа водом и енергијом користиће се постојећа инфраструктура. Вода за пиће допрема се пластичним канистерима, док се гориво и уља за механизацију транспортују у металним бурадима камионом на лице места.

Прорачун резерви вршен је независно за керамичке у односу на опекарске глине. На основу распореда истражних радова за керамичке глине као основна коришћена је метода троуглова, а контролна средњег аритметичког садржаја. За опекарске глине примењена је као основна метода паралелних профила, слика 15.3.2., а за контролну метода троуглова.



Слика 15.3.2. Обрачунски профили [10]

Код методе троуглова површина рудног тела на плану се расчлањује на низ троуглова, на тај начин што се суседни истражни радови спајају правим линијама. Посматрано у простору, рудно тело се код ове методе замењује низом тространих косих призми, чије ивице чине одговарајући истражни радови. Дужина појединих ивица призми једнака је дебљинама рудног тела у одговарајућим радовима. У међуконтурном појасу троуглови се добијају тако што се са средина дужи које спајају суседне истражне радове на унутрашњој контури, подижу нормале које се повлаче све до пресека са спољашњом контуром. Запремине косих призми, резерве минералне сировине, израчунавају се тако што одреди средња дебљина из свих истражних радова, која је у односу са површином троугла (односно базе косе призме).

Спајањем истражних радова формирани су троуглови, призме, чија је запремина добијена по следећем обрасцу:

$$V = s \cdot \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}, m^3 \quad (9)$$

V — запремина тростране призме (m^3)

s — површина троугла (m^2)

d_1, d_2, d_3 — дебљине руде у истражним радовима (теменима троугла)

За приказ количина изражених у тонама, користи се следећи израз:

$$Q = V \cdot \gamma, t \quad (9)$$

γ — запреминска маса у kg / m^3

Запремине дефинисаних тела добијене су методом коначних елемената. Суштина ове методе је у подели континуума на велики број елемената једноставног облика, чиме се проблем своди на решавање површинских интеграла:

$$\iint_{D_k} f(x,y) dx dy = \int_0^1 \left\{ \int_0^{1-\eta} g(\xi, \eta, \zeta) d\xi \right\} d\eta \quad (10)$$

При обрачуна резерви у контурама површинског копа коришћени су следећи обрасци:

$$V = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_i + P_{i+1}}{2} \cdot h, \text{ m}^3 \quad (10)$$

V — запремина одређене категорије резерви или јаловине (m³)

P_i — површина дела етаже (m²), срачуната преко Симпсоновог обрасца:

$$P_i = \frac{x}{2} (2y_1 + 2y_2 + \dots + 2y_m) = \frac{x}{2} \sum_{j=1}^{j=m} y_j, \text{ m}^2 \quad (10)$$

y — ордината на помоћном профилу у m

x — констатно растојање подеока у m

h — висина етаже (m)

Век експлоатације за лежиште керамичких и опекарских глина, узимајући у обзир експлоатационе резерве може се израчунати на основу следеће формуле:

$$N = \frac{R \cdot K_i}{Q_{\text{god}} \cdot (1 - K_r)}, \text{ god} \quad (10)$$

R — билансне резерве у лежишту (m³)

K_i — коеф. искоришћења у лежишту

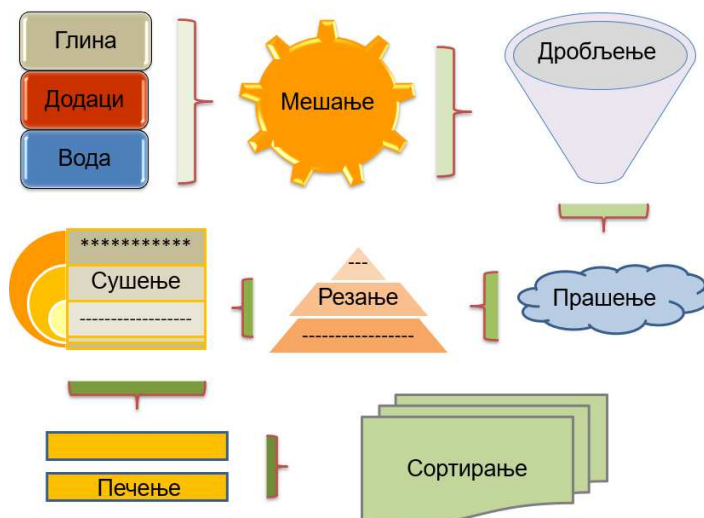
Q_{god} — годишњи капацитет (m³)

K_r — коеф. разблажења

Геомеханички услови проистичу из инжењерско – геолошких карактеристика сировине и околних, пратећих стена. Према овим карактеристикама разликују се следеће врсте стена: хумусни слој, прашинасто – песковите глине (опекарске глине), каолинитска глина (керамичка глина) и заглињени песак.

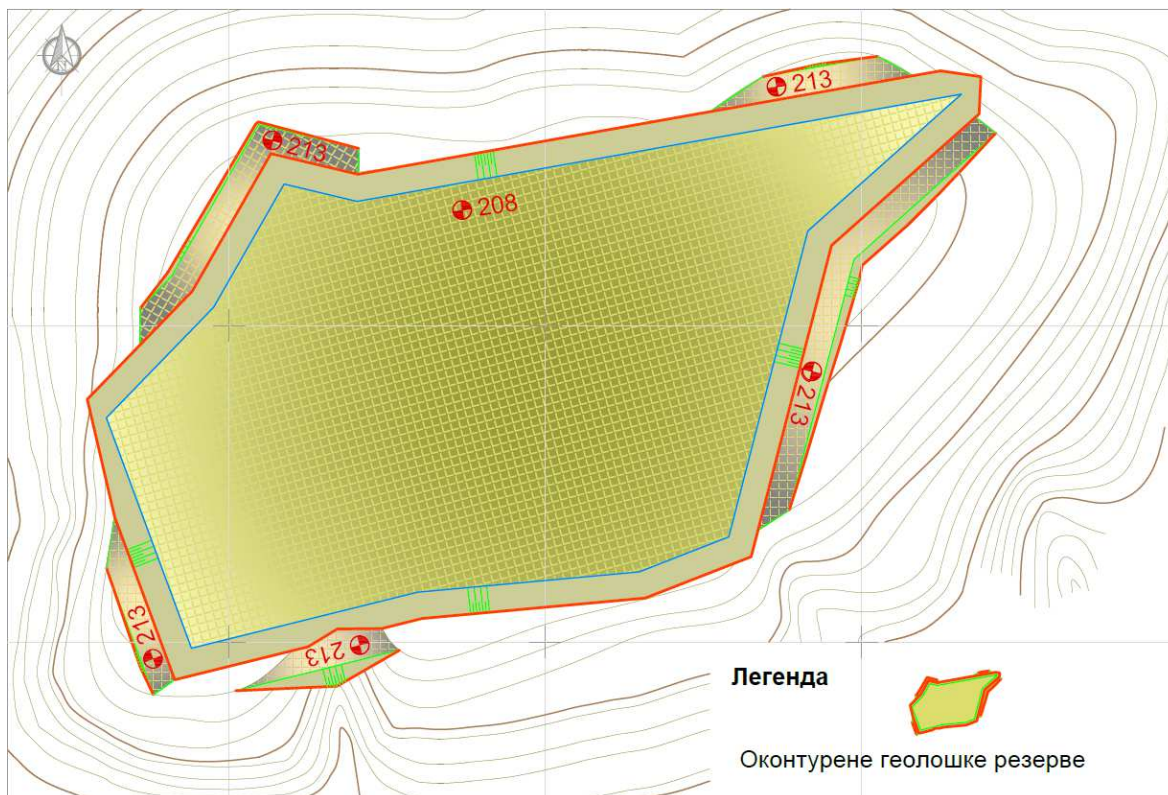
Каолинитска (керамичка) глина лежишта припада групи меких стена насталих каолинизацијом фелдспата у миоплиоценским водама [17]. Захваљујући начину постанка и физичко – механичким својствима сировина налази примену у производњи подних и зидних керамичких плочица намењених за облагање просторија у којима се јављају агресивне течности органског и неорганског порекла. Опекарске глине такође припадају групи меких стена чија је примена у производњи грубе керамике (цигла и цреп) [16], чији је производни процес приказан на слици 15.3.3.

На основу расположивих хидрогеолошких информација не очекују се појаве подземних вода, тако да се вода на површинском копу може очекивати само након атмосферских падавина. У кишном периоду вода ће се гравитацијски каналима спроводити до дна површинског копа. На најнижој коти изградиће се водосабирник из кога ће се према потреби вода пумпати изван граница површинског копа.



Слика 15.3.3. Технолошка шема производње цигларских производа

Ради сваке евентуалности око површинског копа потребно је израдити ободни канал којим се атмосферске воде при обилним кишама на лак и безбедан начин могу спровести у оближни поток. Важну околност за површинску експлоатацију лежишта представља то што је рудно тело скоро целом површином доста уједначене дебљине. Поред тога, начин залегања и повољан просторни положај утицали су на израду идејног решења оконтуривања геолошких резерви и конструисање површинског копа на основу усвојених параметара, слика 15.3.4. У конструктивном смислу пројектоване су радне етаже висине 5 m, нагиба 20° и угла завршне косине 13° . Усвојене вредности дефинишу минималну ширину берме у завршној косини од 8 m.



Слика 15.3.4. Идејно решење завршног изгледа површ. копа керамичких и опекарских глина [10]

Технолошки систем експлоатације лежишта је дисконтинуалан уз примену механизације којом рудник располаже: хидраулични багер, камиони, булдозер. Технологија откопавања је по систему одозго на доле почев од вршине етаже. Поред помоћних послова булдозери се користе за скидање и одлагање површинског хумуса и за копање и пригуривање, припрему за утовар минералне сировине. Прорачун капацитета булдозера за описане активности се може извршити и по следећој методологији:

$$Q_{hb} = \frac{3.600 \cdot V_g \cdot k_v}{T_c}, m^3 \text{ чм} / h \quad (3)$$

K_v — коефицијент временског искоришћења

Запремина материјала који се гура

$$V_g = \frac{b \cdot h \cdot a \cdot G}{2 \cdot k_r}, m^3 \text{ чм} \quad (3)$$

b — ширина ножа (m)

h — висина плуга по тетиви (m)

a — дужина гомиле материјала испред ножа (m)

k_r — коеф. растреситости

Коефицијент губитка материјала у функцији дужине транспорта

$$G = 1 - 0,005 \cdot L_p \quad (3)$$

L_p — дужина пута транспорта (m)

Време трајања циклуса

$$T_c = \frac{L_r}{V_r} + \frac{L_p}{V_p} + L + \frac{L_p}{V_x} + 2 \cdot (t_p + t_d), s \quad (3)$$

L_r — дужина пута резања (m)

V_r — брзина кретања при резању (m/s)

V_p — брзина кретања при транспортовању (m/s)

V_x — брзина празног хода (m/s)

t_p — време заокретања булдозера (s)

t_d — време додатних операц., пром. брзине, дизање, спуштање ножа (s)

За транспорт глине од површинског копа до фабрике опеке користе се камиони. После откопавања, глина се превози до одлежавалишта, погона за прераду. Опекарске глине биће до финалног производа третиране у оквиру овог погона, док ће керамичке глине након одлежавања бити превожене до фабрике керамичких плочица, где ће се вршити њихова даља прерада.

За одржавање опреме и постројења предвиђена је сервисна служба продавца опреме, која обезбеђује сервис у гарантном и вангарантном року и оригиналне резервне делове произвођача. На копу ће бити постављена приручна радионица за ситније интервенције и магацин за резервне делове.

Посматрано са аспекта заштите животне средине, ископавањем сировине узрокују се релативно блага еколошка оштећења, пошто у лежишту нема опасних контаминатора, какви се срећу приликом експлоатације металичних и енергетских минералних сировина.

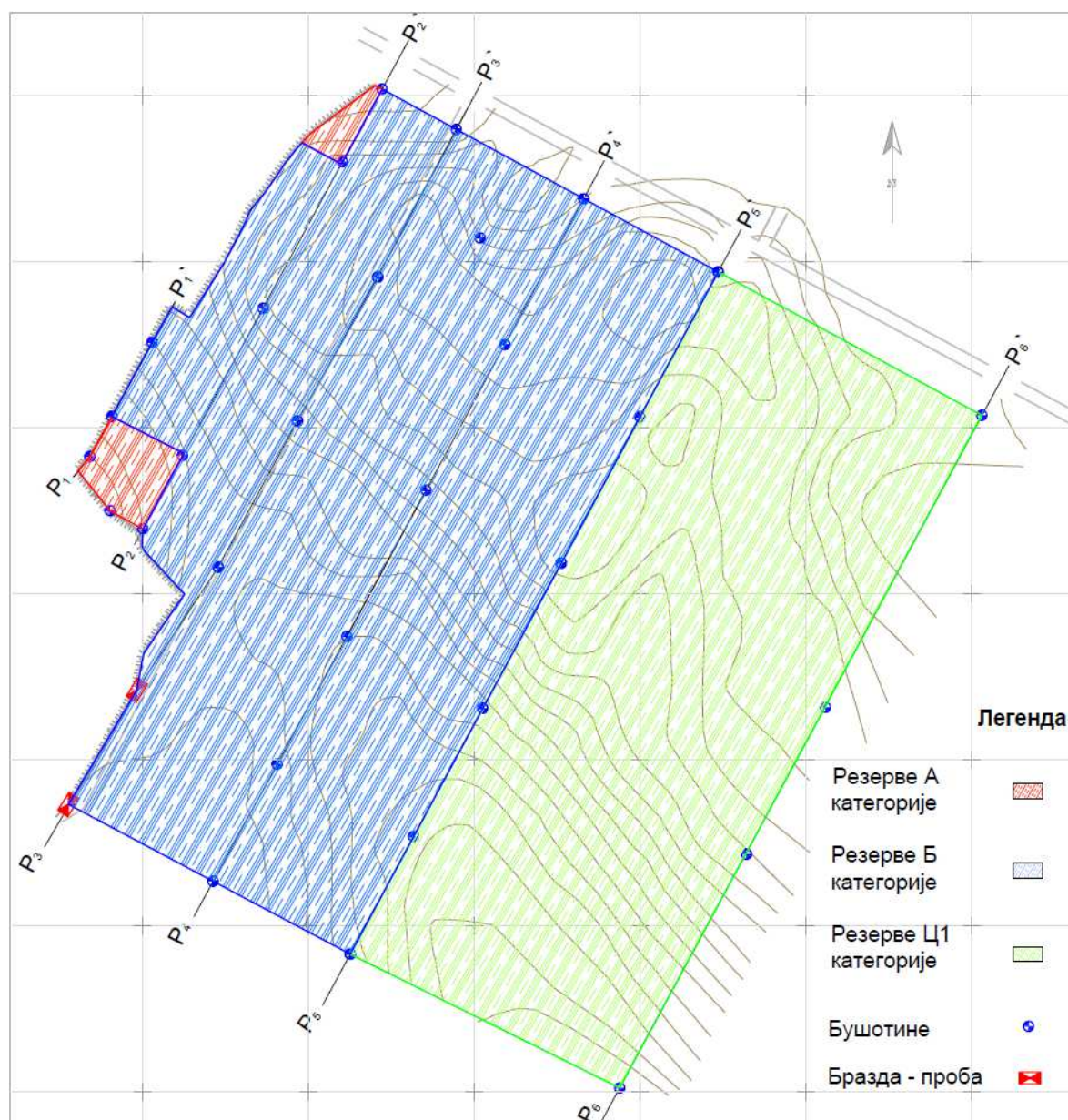
15.4. ЕКСПЛОАТАЦИЈА ГЛИНЕ КАО СИРОВИНЕ ЗА ОПЕКАРСКУ ИНДУСТРИЈУ

Ради се о слојевитом рудном телу које је везано за први лесни хоризонт и за погребену земљу. Пружање и залегање је хоризонтално или субхоризонтално. Лесне творевине су се стварале током целог горњег плеистоцена, када су настала и два лесна хоризонта на овом подручју, међусобно раздвојена погребеном земљом. Лес лежи преко речно – барских пескова и песковитих глина. Погребена земља лежи субхоризонтално и хоризонтално и конкордантна је са лесним хоризонтом, према којима има и континуиран прелаз. Боја јој је мрко – браон.

Основну сировину у лежишту чине седиментне лесне наслаге и лесоидне творевине седиментног порекла, које су еолским путем наталожене у периоду квартара, односно крајем плеистоцена. Економски значај ове сировине огледа се пре свега у њеном квалитету и могућности свисходне прераде за добијање различитих производа. Ради се о лежишту неметаличних минералних сировина, као огромној сировинској бази за сталне потребе опекарске индустрије, слика 15.4.1. Највећи део неогених седимената прекривен је дебелим континенталним наслагама флувијалног и еолског порекла. Са аспекта геолошке грађе и минерогеније овог дела басена, обзиром на утврђену бројност и економски значај неметаличних минералних сировина (песковито – прашинасто – глиновитих седимената), повољност представља огромна сировинска база за производњу свих врста опекарских производа и других грађевинских материјала.

Откопавање опекарске сировине врши се у стенском масиву кога чине наслаге леса и погребене земље. Ове стене припадају групи везаних, али имају међусобно различита физичко – механичка својства. Лес је слабије везана стена, трошна, да се и под прстима може дробити. Међутим и поред оваквих дијагенетских карактеристика, представља сигурно тло на коме се може градити и које подноси велика оптерећења, захваљујући његовој цевастој грађи. Кохезионе карактеристике леса су добре и у провлаженом стању. Засеци су стабилни, поготову уз обезбеђење брзе оцедљивости. На већим дубинама, где не постоји потребна оцедљивост, који су под утицајем подземних вода, долази до стварања терасастих профила, вертикалног цепања и одроњавања засека. По својим инжењерско – геолошким карактеристикама и физичко – механичким својствима у питању је сув и природно влажни лес. Лесне наслаге, уколико нису испуцале, имају релативно високу носивост. Са променом влажности мења се и носивост леса, односно мењају му се физичко – механичка својства. Погребена земља, са различитим физичко – механичким својствима, у односу на лес, може послужити као зона изнад које се могу створити издани подземних вода, мале издашности, али ипак довољне да квашењем изазивају стварање одрона или клизишта, која могу настати и услед обилних падавина [34]. Природни водотокови у ширем подручју не постоје. У геолошкој грађи овог подручја највеће учешће имају лесне наслаге. Због своје цевасте грађе и постојања низа вертикалних шупљина лесне наслаге се одликују високом порозношћу. Због тих особина лес лако пропушта све површинске воде. Са постојећим начином експлоатације глиништа (закључно са погребеном земљом) са аспекта хидрогеологије не постоје разлози за увођење посебних мера заштите, обзиром да се ерозиони ниво воде налази испод другог лесног хоризонта (у домену барских пескова), који се не експлоатишу.

Техничко решење заштите површинског копа од површинских вода своди се на решавање прихвата и евакуацију воде која директно падне у саму контуру копа. Концепцијско решење се заснива на контролисаном одвођењу воде гравитацијом према централном реципијенту за подручје копа, а одатле према сталном водосабирнику у околини који обезбеђује одлив воде у природне водотокове. Зависно од конфигурације, вода ће се контролисано прикупљати дуж откопне етаже у водосабирни канал чија је функција да спречи неконтролисано разливање воде по етажи и ометање кретања возила, механизације и људи. Водосабирни канал завршава водосабирником и пумпном станицом која се састоји из две пумпе (једна у раду, друга у резерви) и цевовода за сваку пумпу посебно. Вода се препумпава из водосабирника у сабирни канал поред пута и даље према каналу.



Слика 15.4.1. Карта резерви лежишта опекарских глина [10]

Запремина водосабирника

$$V_s = 60 \cdot \Psi_o \cdot i_p \cdot P_{sl} \cdot t, \text{ m}^3 \quad (2)$$

i_p — интензитет кише ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)

P_{sl} — површина слива (km^2)

t — трајање кише (min)

Просечан коефицијент отицаја

$$\Psi_o = \frac{P_{s11} \cdot \Psi_{01} + P_{s12} \cdot \Psi_{02} + \dots + P_{s1n} \cdot \Psi_{0n}}{P_{s11} + P_{s12} + \dots + P_{s1n}} \quad (2)$$

По правилу водосабирник треба димензионисати у складу са пумпним постројењем, тако да се запремина из водосабирника испумпа за мање од 24 часа. Капацитет пумпи са 100 % – ном резервом треба димензионисати по следећем обрасцу:

$$Q_p = \frac{V_s}{60 \cdot t_h}, \text{ m}^3/\text{min} \quad (2)$$

t_h — време за које треба испумпати водосабирник (h)

Потребна теоретска снага пумпе

$$N_{th} = 0,163 \cdot Q_o \cdot h_{geo}, \text{ kW} \quad (2)$$

Ова величина представља снагу коју треба остварити код дизања воде са запреминском масом од 1 t/m³ на геодетску висину h_{geo} у m.

Стварна снага мотора

$$N_m = \frac{N_{th}}{\eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_L}, \text{ kW} \quad (2)$$

η_p — коеф. преноса пумпи

η_m — коеф. искоришћења мотора

Коефицијент искоришћења цевовода

$$\eta_L = \frac{h_{geo}}{h_{man}} \quad (2)$$

h_{geo} — геодетска висина (m)

Манометарска висина дизања воде

$$h_{man} = h_{geo} + h_w, \text{ m} \quad (2)$$

h_{geo} — геодетска висина (m)

h_w — висина услед отпора у цевоводу (m)

$$h_w = 0,00123 \cdot L_c \cdot \frac{V_h^2}{d_c^5}, \text{ m} \quad (2)$$

L_c — рачунска дужина усисног и потисног цевовода (m)

V_h — брзина протока воде (m/s)

d_c — пречник цевовода (m)

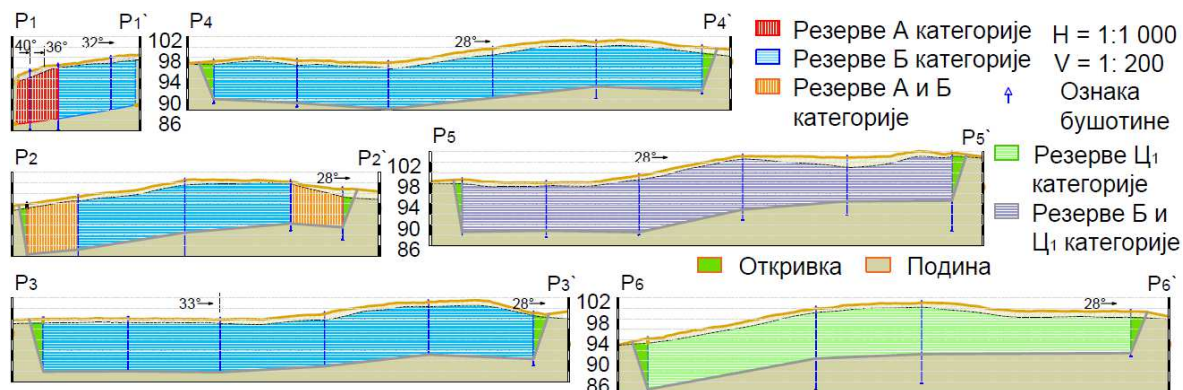
Пречник цевовода се може одредити из потребног капацитета пумпи Q_p (m³/min) и брзине протока воде V_h (m/s) по следећем обрасцу:

$$Q_p = \frac{d_c^2 \cdot \pi}{4} \cdot V_h, \text{ m}^3/\text{min}, \text{ односно } d_c = 0,15 \cdot \sqrt{\frac{Q_p}{V_h}}, \text{ m} \quad (2)$$

Геомеханичким испитивањима на репрезентним узорцима одређивана су неопходна физичко – механичка својства и то: влажност (w), запреминска маса (γ), запреминска маса у сувом стању (γ_d), специфична маса (γ_s), порозност (n), коефицијент порозности (e), гранулометријски састав, „Atterbergove” границе конзистенције, параметри чврстоће на смицање (угао унутрашњег трења – ϕ и кохезија – c).

Ограничење експлоатационог поља површинског копа извршено је у оквиру резерви, слика 15.4.2. Обзиром на једноставне рударско – геолошке услове за одређивање контуре експлоатационог поља од искључивог значаја био је степен истражености лежишта [18].

У оквиру рударског пројекта експлоатације, анализа стабилности косина површинског копа, урађена је за услове који се очекују у подручју експлоатације (висина радне етаже 10 m, нагиб 70°-80° и угао завршне косине 36°). Приликом израде идејног решења завршног изгледа површинског копа усвојена је висина радне етаже од 10 m, нагиб 70° и угао завршне косине 36°. Минимална ширина берме је 11 m (прорачуната вредност износи 10,2 m).



Слика 15.4.2. Обрачунски профили [10]

На основу извршених геомеханичких испитивања, утврђене влажности у лежишту и чињенице да се ерозиони ниво воде у лежишту налази испод експлоатационог нивоа, као и опште познатих инжењерско – геолошких карактеристика, у лежишту се не очекују потешкоће приликом експлоатационих активности.

Опекарска производња у погонима траје дужи низ година. Поред инфраструктурних објеката на дуг век експлоатације глине и производњу цигле упућује откопани простор, који се простире између циглане и експлоатационе границе копа. Дно површинског копа је приближно равно. На њему се налази одложена јаловина (хумусни покривач). Равнањем хумуса, техничком рекултивацијом, добиће се површина на којој се може спровести биолошка рекултивација. На избор култура за рекултивацију одлучујући значај са становишта природних услова имају клима, рељеф и едафон [28]. Избором оптималне смеше трава и врсте садница извршиће се санација деградираних површина.

Израдом идејног решења завршног изгледа површинског копа, слика 15.4.3. у обзир је узет развој радова, који је дефинисан на основу пружања откопног фронта од северне до јужне границе лежишта, паралелно попречним вертикалним геолошким профилима и правцем његовог напредовања, који иде према југоистоку, у правцу уздужних вертикалних геолошких профила. Овакав развој површинског копа, од западне границе даље према истоку, односно југоистоку, изабран је зато, јер би то био наставак тренутног положаја фронта откопавања и што се на тај начин омогућава ископ опекарске сировине према пројектним захтевима.

Прецизна селекција сировине, омогућена је израдом технолошких профила. Распоред сировине и развој откопног фронта омогућава несметан приступ, зависно од услова тражње. Фронт захвата по дубини целокупну дебљину лесног хоризонта и погребену земљу и то тако што је етажа висине 10 m подељена у две подетаже од 5 m, слика 15.4.4. Развој унутрашњег одлагалишта прати фронт откопавања. Одлагање хумуса на унутрашње одлагалиште обавља се помоћу булдозера. Ископ минералне сировине обавља се багером ведричарем.



Слика 15.4.3. Идејно решење завршног изгледа површ. копа опекарских глина [10]

Теоретски капацитет багера ведричара

$$Q_t = \frac{3.600 \cdot V_v \cdot v_1}{L_v}, \text{ чм}^3 / \text{h} \quad (7)$$

V_v — запремина ведрице (m^3)

v_1 — брзина кретања ведрице (m/s)

L_v — растојање између ведрица (m)

Ефективни капацитет багера

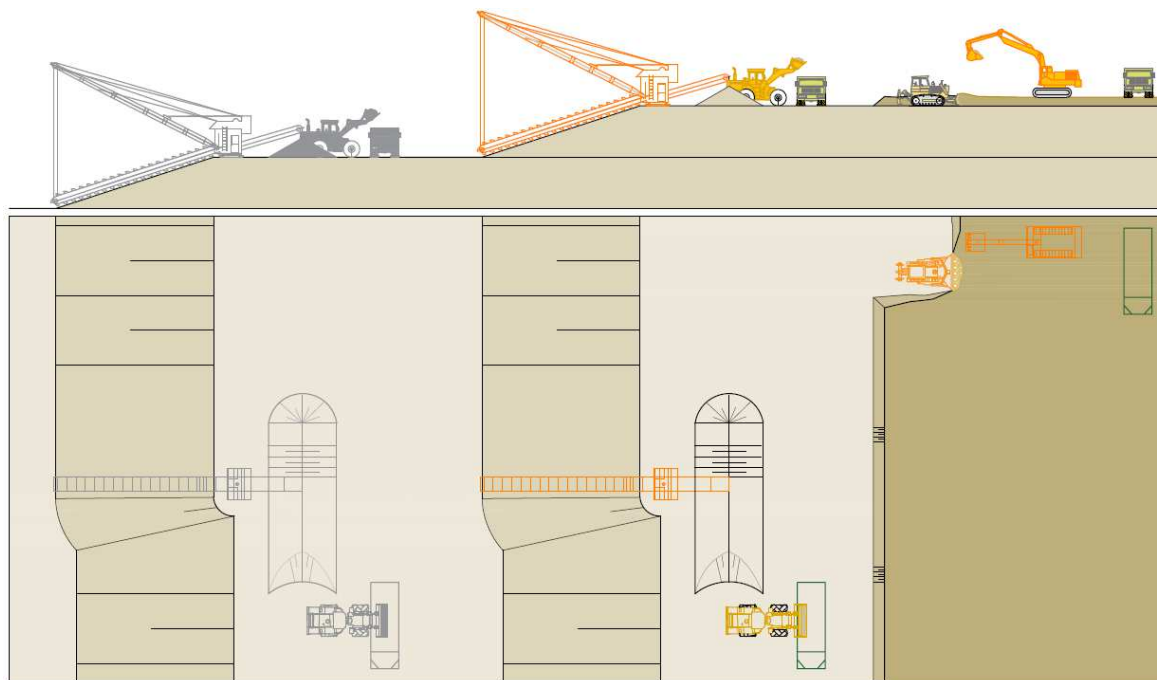
$$Q_{\text{efb}} = \frac{Q_t \cdot \rho \cdot k_e \cdot k_p}{k_r}, \text{ t / h} \quad (7)$$

- ρ — густина (t/m^3)
 k_e — коеф. ефективности радног времена
 k_p — коеф. пуњења запремине ведрнице
 k_r — коеф. растреситости

Ефективни часовни капацитет транспортера са гуменом траком

$$Q_{\text{eff}} = K \cdot k \cdot v \cdot C \cdot \rho_n \cdot (0,9 \cdot B - 0,05)^2, t/h \quad (7)$$

- Q_h — часовни капацитет (t/h)
 K — коеф. смањења теор. капац. због угла нагиба транспортера
 k — коеф. смањ. теор. капац. траке због неравномерног насипања
 v — брзина кретања траке (m/s)
 C — коеф. облика траке
 ρ_n — насипна тежина материјала (t/m^3)
 B — ширина траке (m)



Слика 15.4.4. Шематски приказ експлоатације на површинском копу глине