

Техничка и биолошка рекултивација као технолошки процес рада у површинској експлоатацији на примеру површинског копа "Поље Е" рударског басена Колубара

Милош Глигоријевић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Техничка и биолошка рекултивација као технолошки процес рада у површинској експлоатацији на примеру површинског копа "Поље Е" рударског басена Колубара | Милош Глигоријевић | | 2023 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007556>

Универзитет у Београду
Рударско-геолошки факултет



Завршни рад

Мастер академске студије

Техничка и биолошка рекултивација као технолошки процес рада у површинској експлоатацији на примеру површинског копа "Поље Е" рударског басена Колубара

Студент:

Милош Глигоријевић Р550/22

Ментор:

Проф. др Бојан Димитријевић

Београд, 2023.

Комисија:

1. Проф. др Бојан Димитријевић, дипл. инж. рударства, ванредни професор,
ментор

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

2. Проф. др Томислав Шубарановић, дипл. инж. рударства, ванредни професор,
члан комисије

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

3. Доц. др Иван Јанковић, доцент,
члан комисије

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Датум одбране: _____

Резиме

Рударство као привредна грана, мора да се прилагођава новим стандардима и регулативама у оквиру одговорног и одрживог развоја минерално сировинског комплекса и заштите животне средине и експлоатације лежишта минералних сировина. Оно укључује интегрисано планирање и испитивање геолошких ресурса и резерви корисних минералних сировина и управљање техничко-технолошким процесима откопавања и припреми у функцији интердисциплинарних аспеката екологије, организације и економике.

Рекултивација површинских копова и одлагалишта је саставни део укупних процеса и периода у експлоатацији минералних сировина. Рекултивацију чине техничка и биолошка рекултивација у које су мултидисциплинарно укључене различите инжењерске дисциплине, као педологија, агрономија, пољопривреда, шумарство, хидротехника, геотехника, просторно планирање, пејзажна архитектура и др. Све је тако дизајнирано да се нарушено земљиште биодиверзитета и екосистема врати у ново антропогено географско стање, прихватљиво и каткад боље од пређашњег по свим карактеристикама. То подразумева и побољшање квалитета депосола и потенцијално продуктивног слоја са аспекта физичко-механичког, геохемијског, хидрогеолошког и биолошког квалитета новоформираног земљишта.

Овим Мастер радом је описано пројектно решење техничке и биолошке рекултивације које ће се извести на нарушеним и деградираним просторима насталим рударским радовима, експлоатацијом угља и откопавањем и одлагањем отквивке и међуслојне јаловине на унутрашње одлагалиште бившег "Поља Д" са актуелног површинског копа "Поље Е" у рударском басену Колубара.

Кључне речи: површински коп, одлагалиште, експлоатација, техничка рекултивација, биолошка рекултивација

Садржај:

1. УВОД.....	1
2. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ ЛЕЖИШТА “ПОЉЕ Е”	2
3. ГЕОЛОШКА ИСТРАЖИВАЊА.....	4
3.1. Геолошке резерве лежишта	5
3.2. Квалитет угља.....	9
3.3. Оконтурење лежишта површинског копа “Поље Е”	9
3.4. Просторно ограничење лежишта	10
3.5. Експлоатационе резерве угља	12
3.6. Годишњи капацитет и радни век рудника	15
4. ТЕХНОЛОГИЈА РАДА БТО СИСТЕМА	16
4.1.ПРЕТХОДНА ИСКУСТВА У РЕКУЛТИВАЦИЈИ ПОВРШИНСКИХ КОПОВА РУДАРСКОГ БАСЕНА КОЛУБАРА	19
5. ТЕХНИЧКА РЕКУЛТИВАЦИЈА.....	21
5.1. Локација пројектног подручја и дефинисање површина за техничку рекултивацију.....	24
5.2. Опште технолошке шеме техничке рекултивације.....	27
5.3. Избор опреме	30
5.4. Техничке и технолошке карактеристике опреме која ради на припреми техничке рекултивације	33
5.5. Технологија одлагања у функцији техничке рекултивације.....	35
5.6. Откопавање хумуса и његово одлагање.....	37
5.7. Трошкови утовара и транспорта хумуса за период 2032-2049. године	37
5.8 Трошкови техничке рекултивације за период од 2032-2049. године	38
5.8. Рад булдозера на техничкој рекултивацији	38

5.9. Рад утоварача на техничкој рекултивацији	42
5.10. Рад одлагача на припреми за техничку рекултивацију	43
6. БИОЛОШКА РЕКУЛТИВАЦИЈА.....	46
6.1. Избор култура за биолошку рекултивацију	47
6.1.1. Прва фаза пољопривредне биолошке рекултивације	48
6.1.2. Друга фаза пољопривредне биолошке	52
6.2. Технички опис биолошке рекултивације пошумљавањем	56
6.3. Рекапитулација трошкова биолошке рекултивације на одлагалиштима површинског копа "Поља Е" – 2042. године.....	59
6.4. Збирна рекапитулација предмера трошкова техничке и биолошке рекултивације.....	59
6.5. Очекивани ефекти биолошке рекултивације површинског копа "Поље Е"	59
6.6. Механизација која ће се користити за извођење радова на биолошкој рекултивацији на површинском копу "Поље Е"	60
7. ЗАКЉУЧАК	62
8. ЛИТЕРАТУРА	63

Списак слика:

Слика 1. 1 - Прегледна географска карта дела Србије са Колубарским угљоносним басеном.....	2
Слика 1. 2 - Приказ географског положаја површинског копа "Поље Е" (google maps).....	2
Слика 1. 3 - Прегледна карта Колубарског угљеносног басена са истражно-експлоатационим пољима, (приказ површинског копа "Поље Е" у југоисточном ободном делу)	3
Слика 1. 4 - Оекиване категорије рудних резерви након завршетка истраживања по Пројекту из 2006. године	4
Слика 1. 5 - Приказ избушених истражних бушотина на "Поље Е" од 1936. године до краја 2017. године са коментаром.....	5
Слика 1. 6 - Прегледна карта Колубарског угљоносног басена.....	6
Слика 1. 7 - Прегледна слика хоризонталне дистрибуције квалитета угља ДТЕ кЈ/кг главног угљеног слоја на лежишту и површинском копу "Поље Е"	9
Слика 1. 8 - Просторни положај "Поље Е"	12
Слика 1. 9 - Односно преостале количине од око 117 Mil.t угља налазе се у крајњем западном делу лежишта "Поље Е" ка лежишту "Поље Ф"	14
Слика 1. 10 - Односно преостале количине од око 117 Mil.t угља налазе се у крајњем западном делу лежишта "Поље Е" ка лежишту "Поље Ф"	15
Слика 1. 11 - Предложена и разматрана локација спољашњег одлагалишта – Бистрица	18
Слика 1. 12 - Роторни багер у БТО систему.....	18
Слика 1. 13 - Прегледна карта рекултивисаних површина рударског басена Колубара	20
Слика 1. 15 - Приказана је контура одлагалишта "Поља Ц", са површинама предвиђеним за рекултивацију	25
Слика 1. 16 - Површине предвиђене за рекултивацију на "Пољу Д"	25
Слика 1. 17 - Технолошки ток обједињеног селективног откопавања, транспорт аи одлагања плодног земљишта и јаловине машинама БТО система булдозером.....	27

<i>Слика 1. 18 - Технолошки ток селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта машинама комбајн, дампера, булдозер</i>	<i>28</i>
<i>Слика 1. 19 - Технолошки ток селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта машинама комбајн, траке, одлагача и булдозер.....</i>	<i>28</i>
<i>Слика 1. 20 - Технолошки ток селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта машинама булдозер са рипером, утоварач, дампера, булдозер</i>	<i>29</i>
<i>Слика 1. 21 - Развој радова на експлоатацији и рекултивацији.....</i>	<i>35</i>
<i>Слика 1. 22 - Принцип рада булдозера.....</i>	<i>40</i>
<i>Слика 1. 23 - Рад булдозера у “тандему”</i>	<i>41</i>
<i>Слика 1. 24 - Приказ булдозера у раду (слика узета са површинског копа "Поље Е")</i>	<i>42</i>
<i>Слика 1. 25 - Шема рада утоварача.....</i>	<i>43</i>
<i>Слика 1. 26 - Приказ рада утоварача(слика узета са површинског копа “Поље Е”)</i>	<i>43</i>
<i>Слика 1. 27 - Одлагач са траком</i>	<i>45</i>
<i>Слика 1. 28 - Приказ одлагача на "Пољу Е".....</i>	<i>45</i>
<i>Слика 1. 29 - Грахорица</i>	<i>49</i>
<i>Слика 1. 30 - Луцерка</i>	<i>52</i>
<i>Слика 1. 31 - Кукуруз</i>	<i>52</i>
<i>Слика 1. 32 - Пшеница</i>	<i>54</i>
<i>Слика 1. 33 - Соја.....</i>	<i>55</i>
<i>Слика 1. 34 - Јечам.....</i>	<i>55</i>
<i>Слика 1. 35 - Црни бор.....</i>	<i>58</i>
<i>Слика 1. 36 - Рашељка.....</i>	<i>58</i>
<i>Слика 1. 37 - Дивља трешња</i>	<i>58</i>
<i>Слика 1. 38 - Црни орах.....</i>	<i>58</i>
<i>Слика 1. 39 - Бреза.....</i>	<i>58</i>
<i>Слика 1. 40 - Пољопривредна механизација.....</i>	<i>61</i>

Списак табела:

<i>Табела 1. - Пројектована динамика откопавања првог угља 2022. године до краја експлоатације, првог и другог угљеног слоја</i>	<i>14</i>
<i>Табела 2. - Теоријски капацитет одлагача.....</i>	<i>16</i>
<i>Табела 3. - Приказана је помоћна механизација ангажована на површинском копу "Поље Д" која ће бити коришћена на површинском копу "Поље Е"</i>	<i>31</i>
<i>Табела 4. - Планирана набавка помоћне механизације</i>	<i>32</i>
<i>Табела 5. - Приказ помоћне механизације</i>	<i>33</i>
<i>Табела 6. - Површина за грубо равнање.....</i>	<i>42</i>
<i>Табела 7. - Подела култура у процесу рекултивације.....</i>	<i>47</i>
<i>Табела 8. - Изабране врсте дрвећа за биолошку рекултивацију на површинском копу "Поље Е"</i>	<i>57</i>
<i>Табела 9. - Збирна рекапитулација предмера трошкова биолошке рекултивације пољопривредна и шумска рекултивација.</i>	<i>59</i>
<i>Табела 10. - Рекапитулација трошкова извођења радова за техничку и биолошку рекултивацију</i>	<i>59</i>

1. УВОД

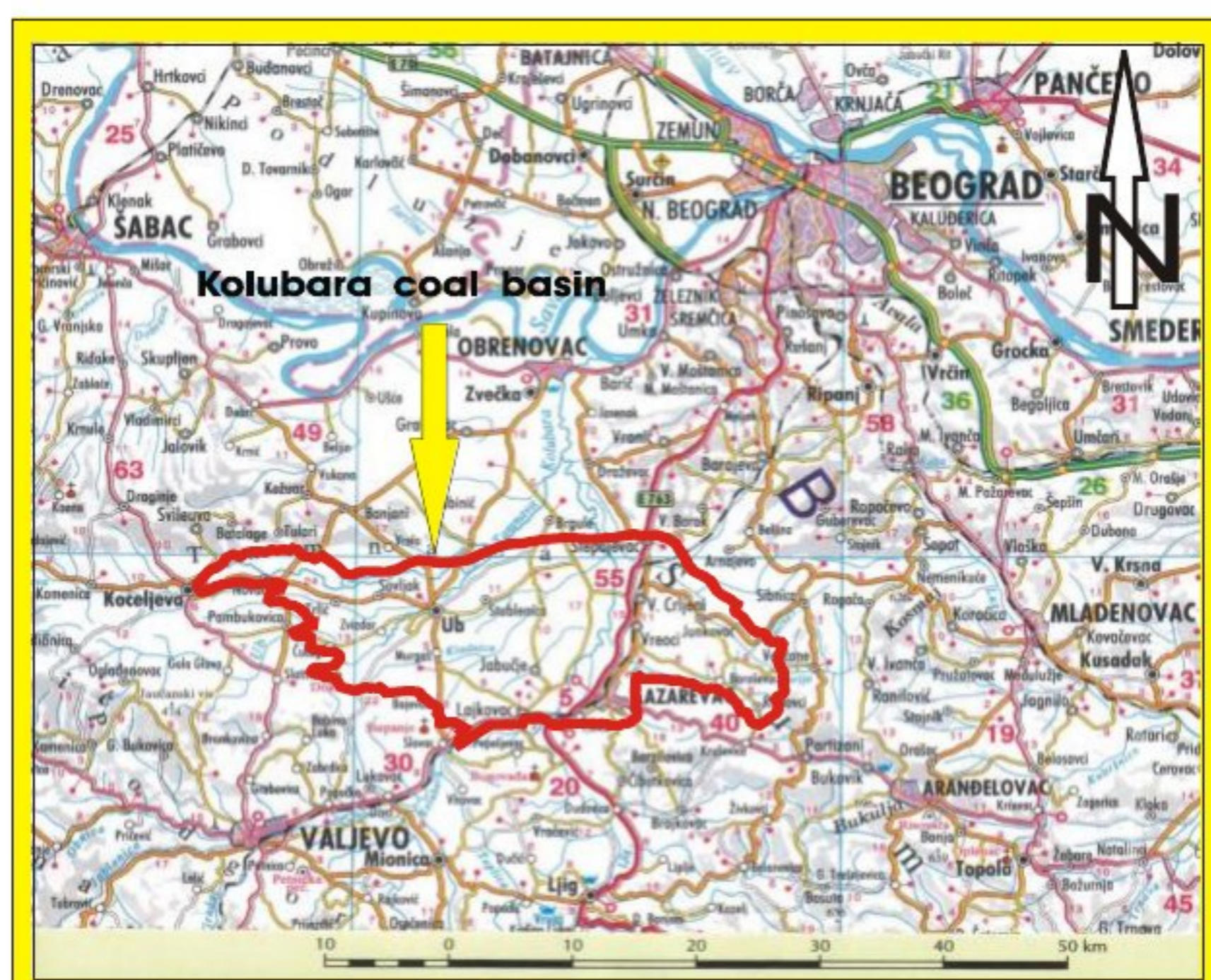
Земљиште које се нарушава или деградира у техничко-технолошком процесу површинске експлоатације угља, после завршетка свих инжењерских радова, практично није могуће вратити у првобитно стање. Међутим, савременим методама ревитализације, рехабилитације и рекултивације земљишта могуће је за извесно време просторе нарушене рударским радовима и експлоатацијом лежишта минералних сировина, као новонастале измењене антропогене природне просторе претворити чак и у боље амбијенталне целине са еколошког аспекта, побољшањем животне средине и њеног природног и репродуктивног потенцијала.

Због тога се на нашим површинским коповима придаје све већи значај рекултивацији нарушеног земљишта, а све у циљу да се:

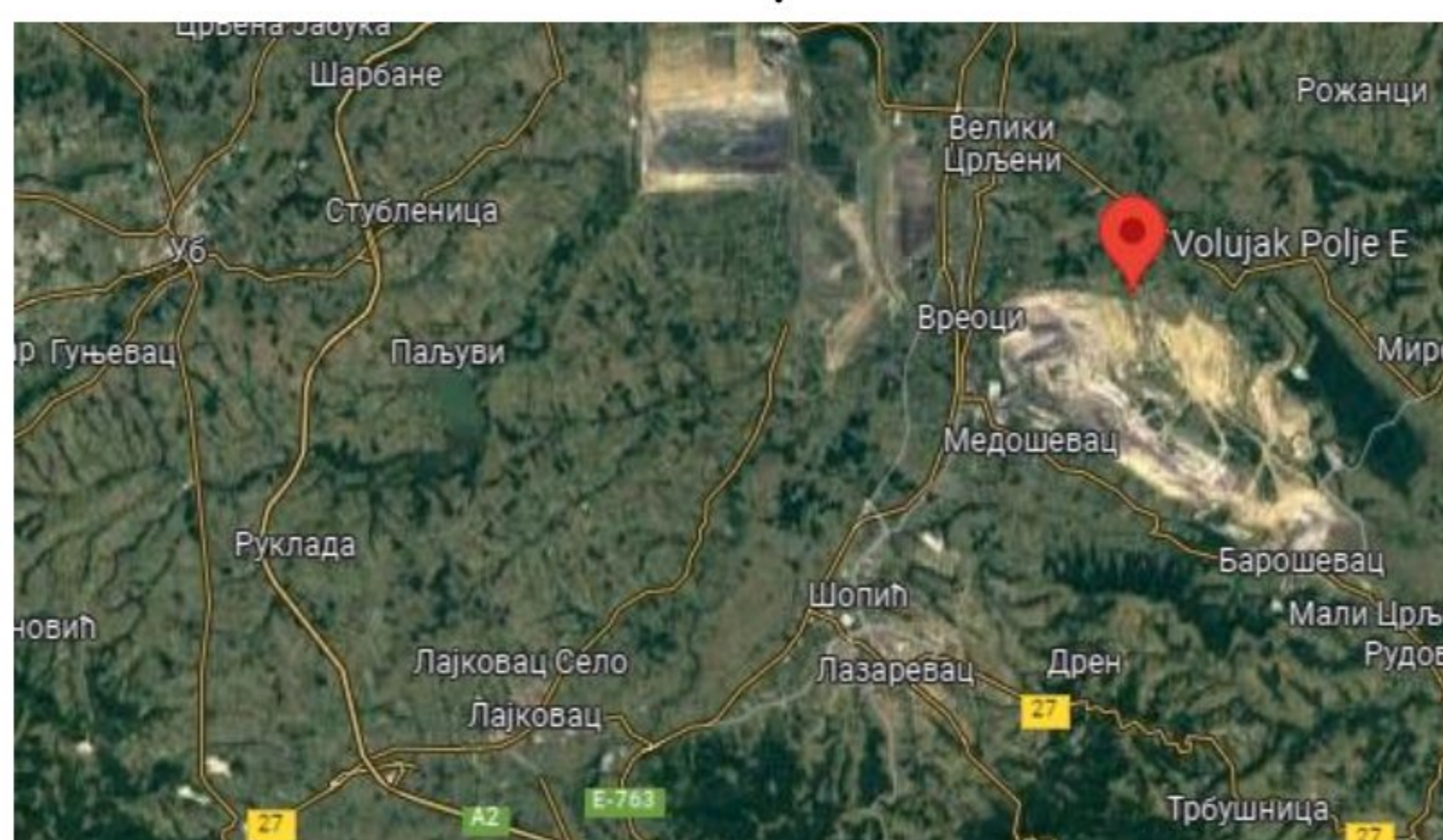
- земљиште врати пољопривреди и/или шумарству,
- смањи загађивање околине штетним састојцима које носи ветар (прашина, сагоревање заосталог угља у одлагалиштима),
- заостале косине рекултивишу и тако смањи опасност од потенцијалних клизишта одложених маса,
- обезбеди водоснабдевање у / и ван зоне површинског копа,
- обликовањем и уређењем нарушеног/деградираног земљишта не наруши у већем обиму постојећи рељеф већ створи могућност и за формирање спортско- рекреативних комплекса и туристичких центара.

2. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ ЛЕЖИШТА “ПОЉЕ Е”

Колубарски лигнитски басен је настао таложењем и карбонизацијом биљне масе у мочварама и језерима терцијера. Лоциран је на 50 km југозападно од Београда (од 19° 53' до 20° 30' источно од Гринича и 44° 39' до 44° 45' северне географске дужине), (Слика бр. 1). Заузима делове територија општине Лазаревац, Лајковац, Уб и Коцељева, као и мање делове територија општина Аранђеловац, Барајево и Обреновац, укупне површине око 600 km² од чега површинама под угљем, односно просторима са истраженим геолошким резервама угља припада само 167 km².

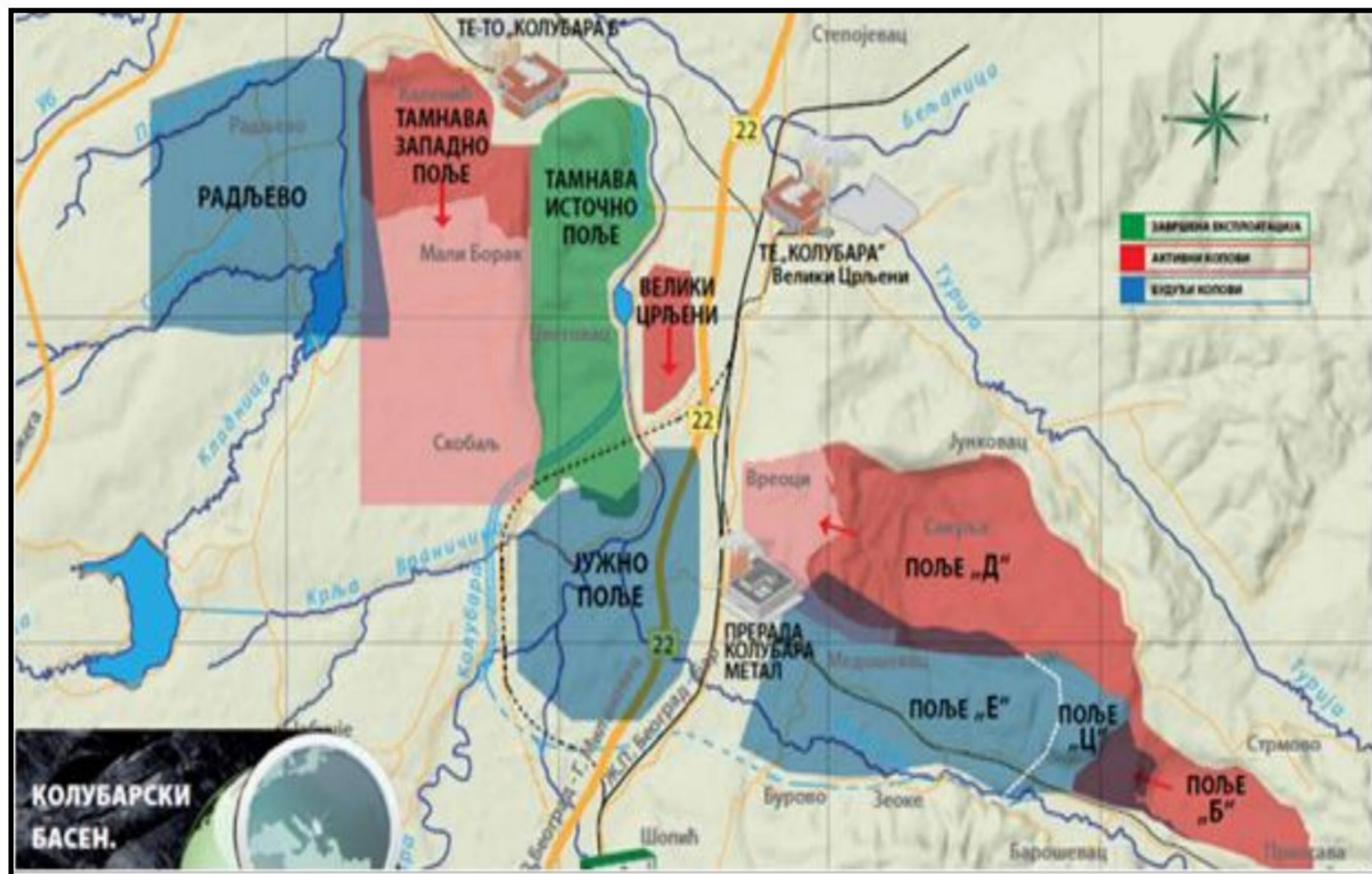


Слика 1. 1. - Прегледна географска карта дела Србије са Колубарским угљоносним басеном



Слика 1. 2. - Приказ географског положаја површинског копа "Поље Е" (google maps)

Лежиште се налази у крајњем југоисточном ободном делу угљоносног басена, површине је око 12.9 km². Са северне стране граничи се са лежиштем и површинским копом "Поље Д"; са источне је лежиште "Поље Ц"; на западу су лежишта "Поље Ф" и "Шопић- Лазаревац"; у крајњем северозападном делу додирује се са лежиштем "Поље Г". Једино је са јужне стране оконтурено границом природног исклињења угљених слојева.



Слика 1. 3. - Прегледна карта Колубарског угљоносног басена са истражно-експлоатационим пољима, (приказ површинског копа "Поље Е" у југоисточном ободном делу)

3. ГЕОЛОШКА ИСТРАЖИВАЊА

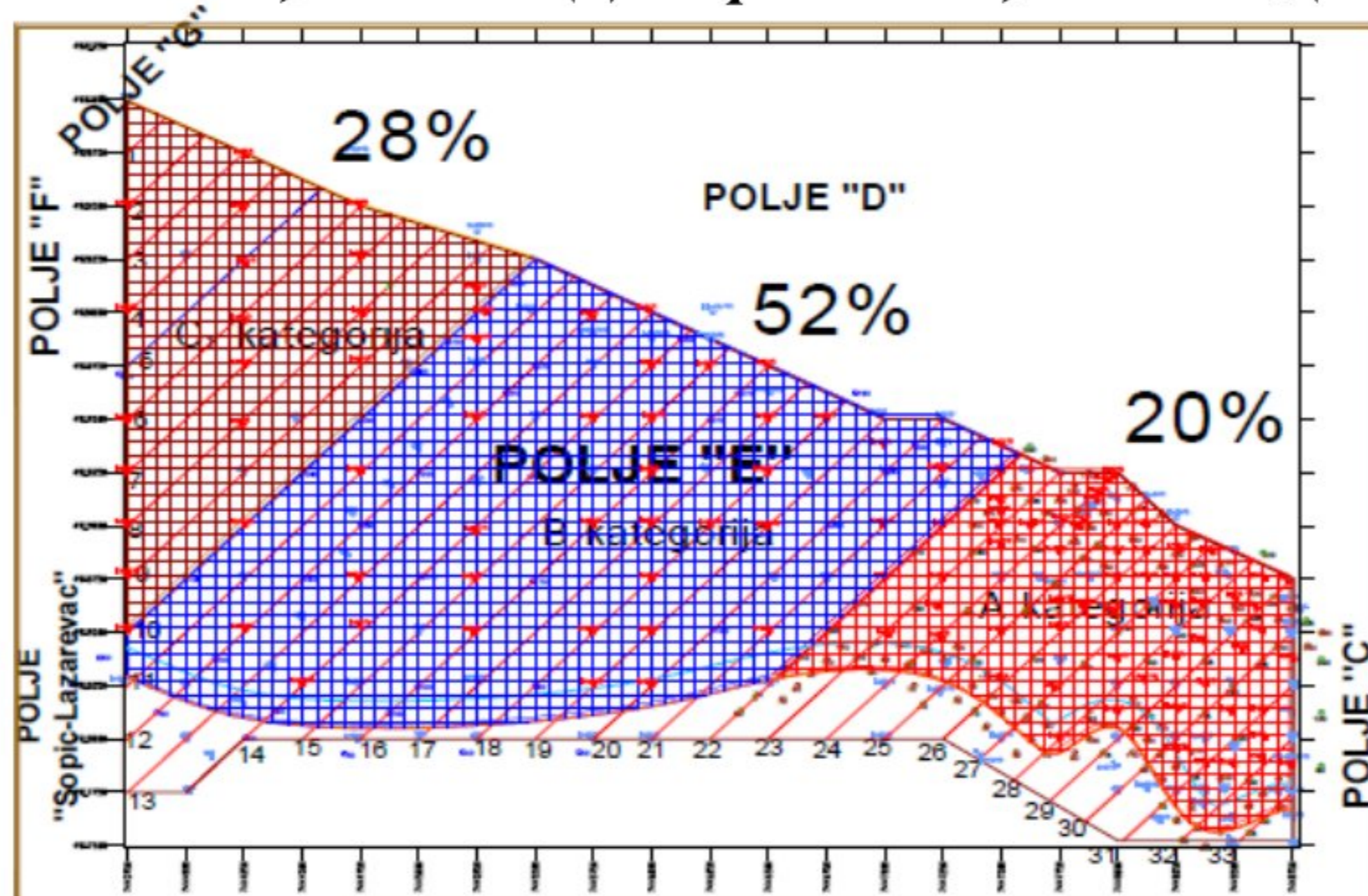
Геолошка истраживања су била основна и детаљна. Основна су започета у ширем простору Колубарског угљоносног басена, наставила су се детаљним истраживањима појединих истражних поља, а затим и експлоатационим истраживањима на површинским коповима који су у раду.

Основна геолошка истраживања на "Пољу Е" датирају још од 1936. године реализацијом неколико плитких истражних бушотина. Подаци из ових бушотина послужили су за даља истраживања. До данашњих дана, све такве бушотине су поновљене и користе се подаци новијих истраживања. На основу истраживања дошло се до закључка да је "Поље Е" сложеније геолошке грађе и да припада I подгрупи II групе лежишта угља.

Циљ пројектованих бушотина је био да детаљно истражи и дефинише недовољно истражене деловележишта како и се дефинисала прекатегоризација рудних резерви из постојећег стања (В+С₁ категорија) у ново стање (А+В+С₁). Овим истраживањима долазимо до прецизнијих дубина залегања и дебљина угљених слојева као и њихове раслојености и повијања.

Наведеним пројектованим истражним радовима у комбинацији са постојећим, постигла се оптимална структура рудних резерви по категоријама и по масама:

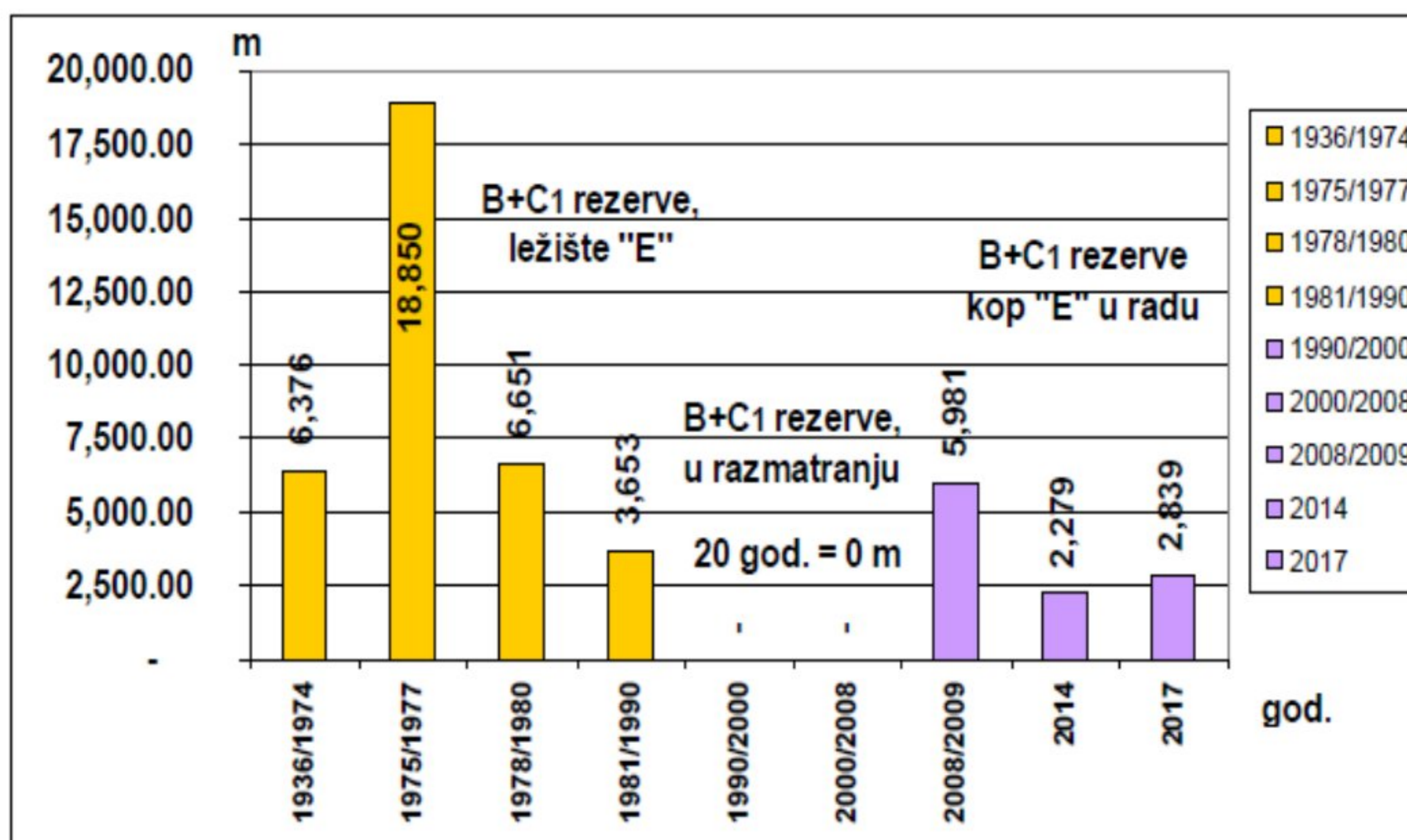
20% А (источни део) → 52% В (централни део) → 28% С₁ (западни део)



Слика 1. 4. - Очекиване категорије рудних резерви након завршетка истраживања по Пројекту из 2006. године

Основна метода истраживања била је истражним вертикалним паралелним пресецима по мрежи, односно истражно бушење. На самом лежишту избушене су 232 бушотине, поред истражног бушења реализована су бројна лабораторијска испитивања. Истражне бушотине су имале вишенаменску функцију, поред истраживања угља, коришћене су и за геотехничка и хидрогеолошка истраживања. Такође, у већи број бушотина су постављени пијезометри у циљу осматрања нивоа подземних вода у три издани (кровинска, међуслојна и подинска) са укупно 58 пијезометра у период од 1936/1985. године.

У највећој мери реализоване бушотине лоциране су у источном делу лежишта "Поља Е", заправо у зони контакта са "Пољем Ц"



Слика 1. 5. - Приказ избушених истражних бушотина на "Поље Е" од 1936. године до краја 2017. године са коментаром

Коментар: Године празног хода су од 1990. до 2008. којом приликом "Поље Е" није било у фокусу рударских и геолошких сагледавања.

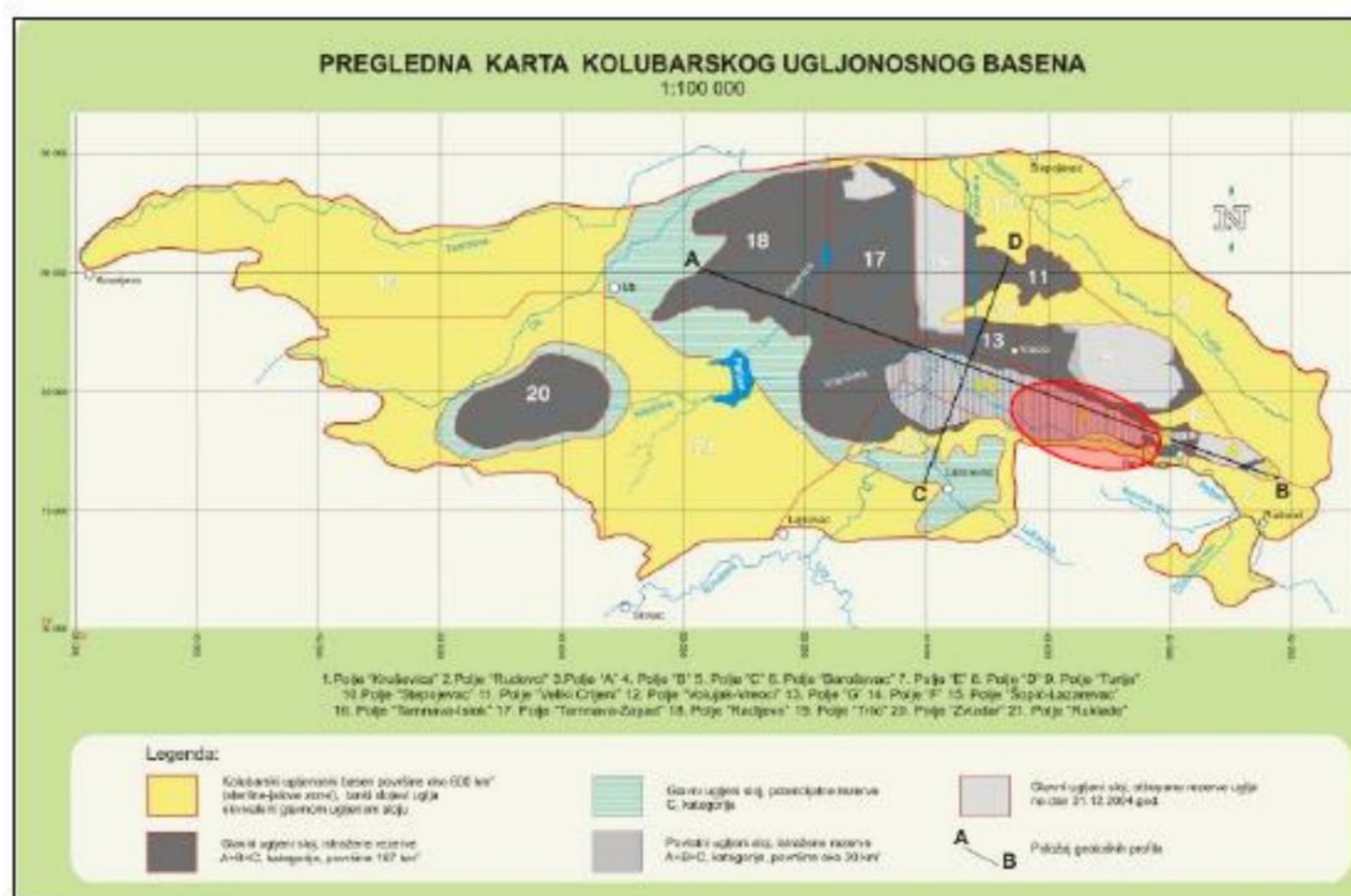
3.1. Геолошке резерве лежишта

По својим битним геолошким карактеристикама, као и на основу структурног склопа, може се закључити да се лежиште одликује присуством

два угљена слоја и сложеном геолошком грађом. На простору лежишта региструју се два засебна угљена слоја и то:

- Повлатни угљени слој и
- Подински угљени слој.

Угљени слојеви простиру се у континуитету на простору "Поља Е". Представљају део јединствених угљених слојева Колубарског угљеносног басена, просторно се налазе у његовом крајњем југоисточном ободном делу. Продуктивни део "Поља Е" оконтурен је на основу утврђених граница распрострањења подинског (главног) угљеног слоја, те из тог разлога подински (главни) угљени слој има површински коефицијент рудоносности 1.



Слика 1. 6. - Прегледна карта Колубарског угљеносног басена

Са (Слике 1.6) сивом бојом је назначено најпродуктивније подручје са аспекта количина и дебљина угља док је "Поље Е" назначено црвеном шрафуром.

Угаљ је главна корисна минерална сировина на лежишту, представљен је рудним резервама и одређује економску вредност лежишта. У оба случаја реч

је о нискокалоричном меком мрком угљу – лигниту. Лигнит је представљен рудним резервама у лежишту.

Осим угља, појављују се и неметаличне минералне сировине шљунак, песак, кварцни песак и разне врсте глина у виду ресурса, које нису детаљно истраживане

ШЉУНАК

На највећем делу лежишта "Поље Е" заступљена је природна мешавина песка и шљунка. Јасно је уочљива и по својим визуелним карактеристикама издваја се од осталих присутних типова седиментних стена. О њој се на нивоу ресурса може израчунати да у лежишту угља "Поље Е" имамо око 65.000.000 m³ шљунка неуједначене дебљине и неутврђеног квалитета. Највећи део геолошких количина шљунка налази се у оквиру граница пројектованог површинског копа. Као такав, шљунак поседује значајан економски потенцијал. Неопходна су обимна и систематска геолошка истраживања да би се ресурси шљунка превели у рудне резерве шљунка.

ПЕСАК

Пескови су обилато заступљени на целом простору лежишта. Локално су чисти и крупнозрни, у највећој мери представљени су мешавином пескова различитих гранулација и разних типова глина. То им значајно умањује потенцијал за искоришћење и технолошку прераду. На песковима нису вршена никаква лабораторијска или технолошка испитивања, те се о њима може говорити само као о минералном ресурсу са потпуно непознатим карактеристикама. Због огромних маса које ће бити захваћене рударским радовима на површинском копу од око 643 Mil.m³, заслужују пажњу и неопходно их је детаљно геолошки истраживати.

ГЛИНЕ

Глине су такође врло заступљене на целом простору лежишта. Постоје слојеви чистих глина, али су најзаступљенији прелази глина ка алевритима и песковима, што им умањује технолошки потенцијал. Нису геолошки ни технолошки истраживане. Због историјата експлоатације и индустријске

примене/прераде разних врста глина у колубарском басену, исте геолошке грађе и услова, као и великих маса глина у оквиру пројектованог површинског копа "Поље Е", поседују значајан потенцијал. Због огромних маса које ће бити захваћене рударским радовима на површинском копу од око 296 Mil.m³, заслужују пажњу и неопходно их је детаљно геолошки истраживати.

Глине (све врсте) се стратиграфски могу поделити на:

- Глине у кровини повлатног угљеног слоја,
- Глине у међуслојној јаловини између повлатног и главног угљеног слоја,
- Глине у подини главног угљеног слоја.

Односно, прерачунате количине глина у захвату пројектованог површинског копа износе:

- Глине у кровини 60 Mil.m³,
- Глине у међуслојној јаловини 117 Mil.m³,
- Глине у подини 119 Mil.m³.

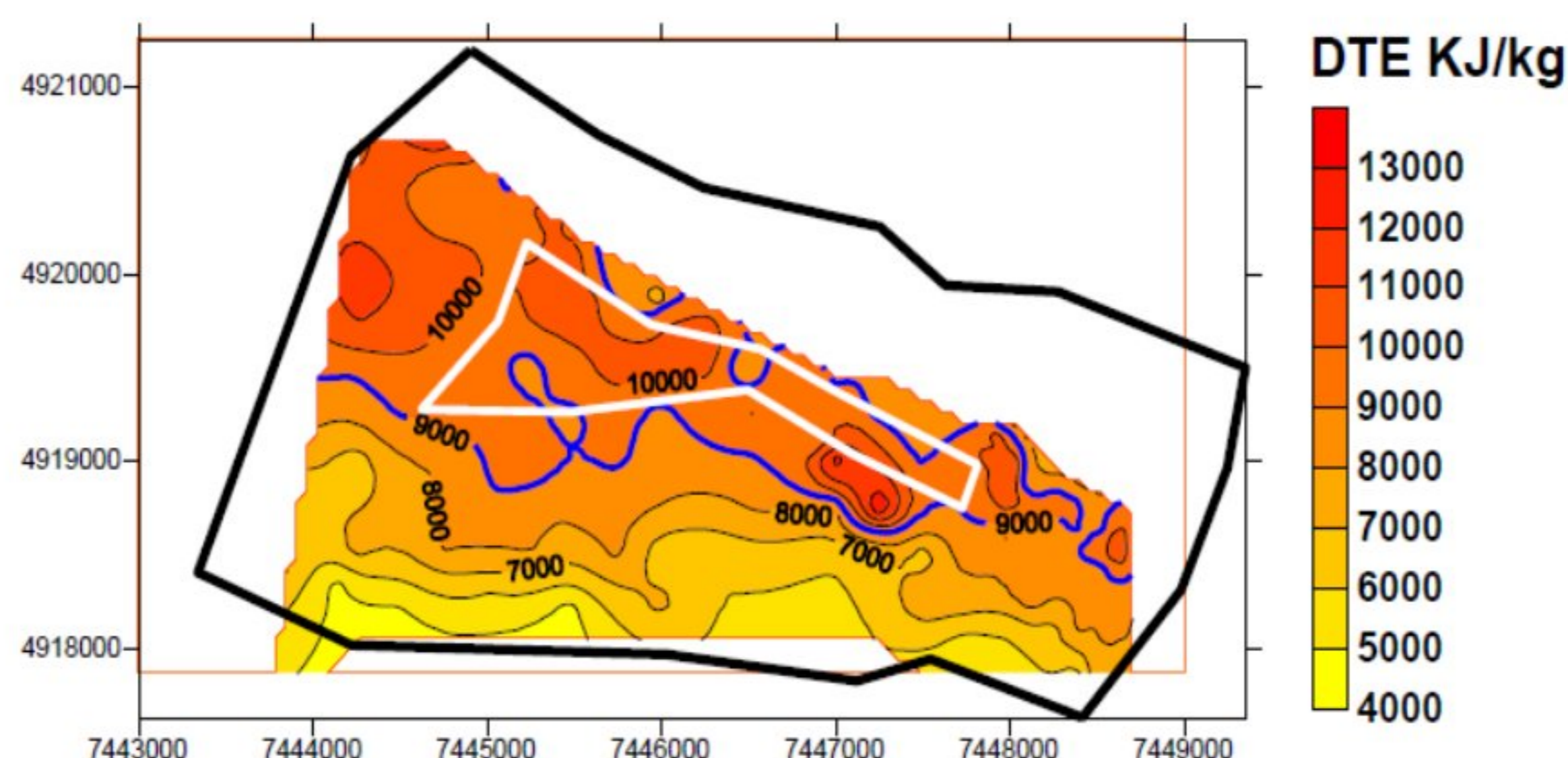
Укупне срачунате количине НМС ресурса од око 1 Mrd.m³, које се тренутно воде као јаловина, делимично могу бити преведене у рудне резерве као пратеће корисне неметаличне минералне сировине у оквиру површинског копа. Ово је могуће једино уз примену комплетних и комплексних геолошких истраживања, као и пратећих техничко-технолошких испитивања, у наредном реалном временском периоду. Пропуштених 80 година рада (прва истраживања започела су 1936. године) не могу се надокнадити у кратком року.

Ипак, пројектовани крај рада површинског копа до 2049. године, даје нам могућност да у наредних 30 година геолошки истражимо угаљ и НМС, те да у значајној мери повећамо рентабилност рударске производње. Неопходно је израдити Пројекат примењених детаљних геолошких истраживања угља и пратећих корисних НМС на лежишту и под хитно започети са геолошким и осталим видовима истраживања. Први позитивни резултати ових истраживања се могу очекивати тек за 5-10 наредних година.

3.2. Квалитет угља

Квалитет угља утврђен је на основу реализованих геолошких истраживања/испитивања до краја 2017. године, различитих по врсти и по обиму. Квалиативне карактеристике оба угљена слоја дате су на графичким прилозима (Слика 1.7).

Просечне вредности квалитета геолошких резерви главног угљеног слоја износе: $W_{sr} = 43,26\%$, $R_{sr} = 14,17\%$, $DTE_{sr} = 9.269 \text{ KJ/kg}$.



Слика 1. 7 - Прегледна слика хоризонталне дистрибуције квалитета угља ДТЕ кЈ/кг главног угљеног слоја на лежишту и површинском копу "Поље Е"

Са (Слике 1.7) видимо да су дебљом плавом линијом означене средње вредности квалитета главног угљеног слоја од 9 MJ/kg, у оквиру граница пројектованог површинског копа. Црном линијом означена је фигура пројектованог површинског копа "Поље Е" на површини терена, а белом линијом дно пројектованог копа. У оквиру тога, уочава се повећање квалитета угља у делу ка лежишту/површинском копу "Поље Д" у северном делу Сlike. У јужном делу лежишта угаљ је знатно лошијег квалитета.

3.3. Оконтурење лежишта површинског копа "Поље Е"

Лежиште је оконтурено на основу вертикалне пројекције контуре главног угљеног слоја на површини терена. Као такво, лежиште је неправилног издуженог облика са дужом осом од 6 км у правцу ЈИ-СЗ. Краћа оса је дужине 2 км.

Површина контуре истражног "Поља Е" је 10.130.000 m². Највећи део овог истражног поља је под угљем. Контура главног угљеног слоја у оквиру истражног поља износи 9.070.000 m², што је у ствари битно и одређује економску вредност лежишта.

3.4. Просторно ограничење лежишта

Лежиште угља "Поље Е" представља део Колубарског угљоносног басена, односно припада његовом источном делу, па се не може сматрати лежиштем у правом смислу, већ као истражно експлоатационо поље у оквиру тог великог лежишта лигнита. Његова источна граница (према "Пољу Ц") је профилска линија (y=7448750). Западну границу (према "Пољу Ф") представља профилска линија (y=7443750). На северу границу лежишта представља јужна завршна косина активног Површинског копа "Поље Д" који улази у завршну фазу експлоатације. Јужна граница лежишта је представљена исклињењем угљоносног слоја и пружа се по ободу долине реке Пештан. "Поље Е" јужним делом лежи у алувијалној равни реке Пештан, а северним у благо заталасаном залеђу ове долине, са надморским висинама од око 100-140 m.

По правцу исток-запад пружа се регионални пут Вреоци-Аранђеловац Рудовци која непосредно уз јужну границу лежишта пролази пут Лазаревац-Бурово-Зеоке-Барошевац. На простору лежишта "Поље Е", односно експлоатационог подручја будућег површинског копа, на његовом крајњем истоку, лоциран је део инфраструктурних објеката површинског копа "Поље Д" (контејнерско насеље "Јужно крило" нови монтажни плац "Зеоке" са пратећим магацинским простором, далеководи KV-Рудник IVа и IVб, ТС "Зеоке" III 35/6 KV, управна зграда "Помоћне механизације" са припадајућим радионичким простором, складиштем за гориво и магацинским простором за уља и масти). Непосредно уз пут Вреоци-Аранђеловац смештена је бензинска станица Зеоке. На експлоатационом простору будућег површинског копа смештена су мања спољашња одлагалишта "Јаруга" "Пештан" формирана приликом отварања површинског копа "Поље Д".

У средишњем делу будућег површинског копа, налази се постројење за прераду воде "Медошевац" капацитета 22 l/s+10 l/s, (10 l/s мобилно постројење), са припадајућим бунарима, које служи за снабдевање индустријских објеката површинских копова "Поље Б" и "Поље Д", "Помоћне механизације" и насељених места Медошевац, Зеоке, Бурово, Барошевац, Рудовци и Мали Црљенци. На крајњем западу смештен је део инфраструктурних објеката површинског копа "Поље Д", „односно "контејнерско насеље Медошевац".

Непосредно уз западну границу лежишта налазе се: Стакленик (површине 20 ha), индустријска постројења "Колубара-Прерада", "Колубара-Метал" и "YUONG" (YUONG), као и пруга Београд-Бар и пут Лазаревац-Вреоци-Степојевац.

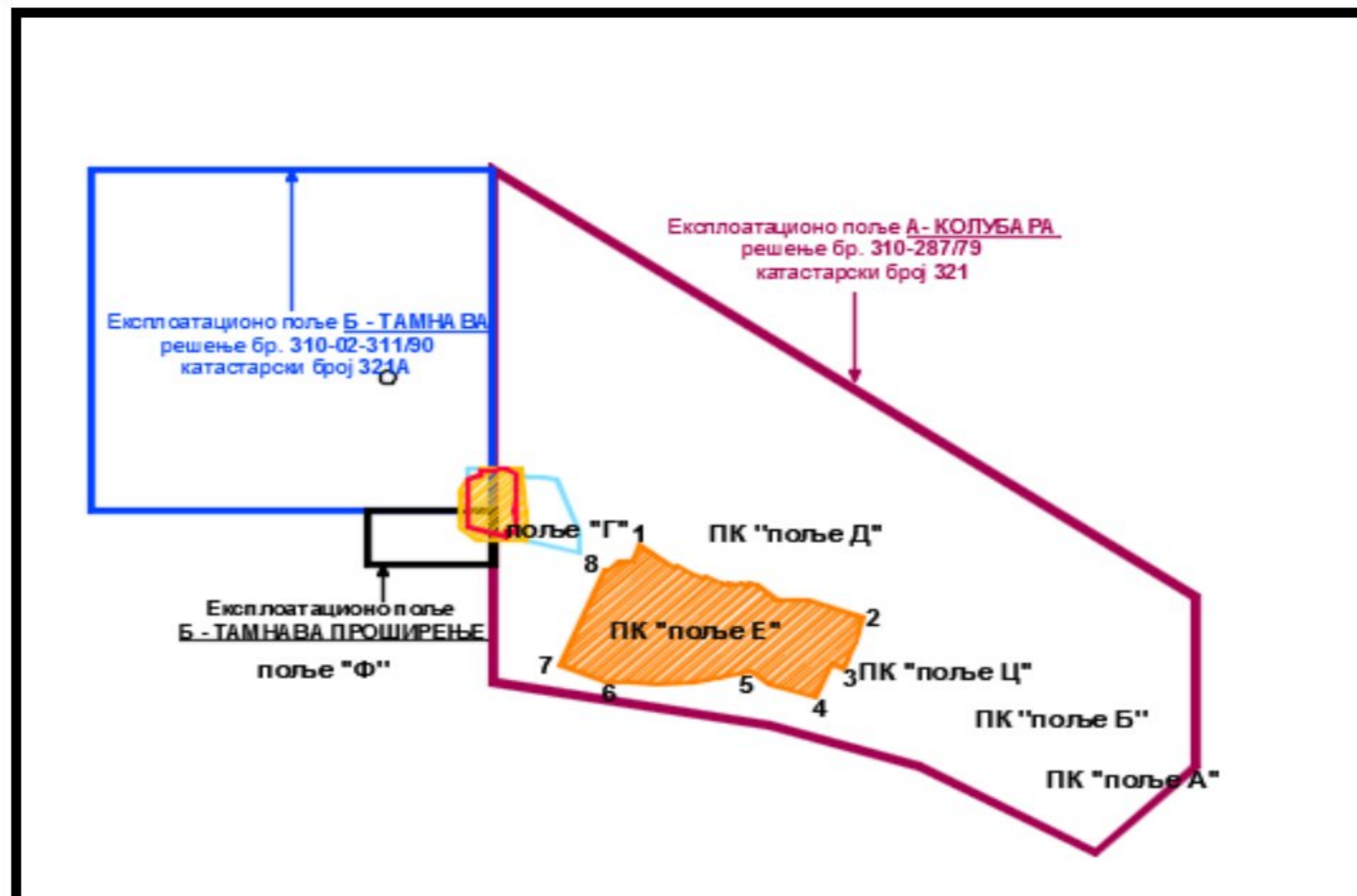
На простору лежишта налазе се делови насељених места Зеоке, Медошевац, Бурово, Вреоци и Шопић. Имајући у виду положај значајних инфраструктурних објеката, количине угља захваћене будућим површинским копом и положај пратећих објеката изагрђених приликом отварања и изградње површински коп "Поље Д".

Ограничење површинског копа извршено је на следећи начин:

- источна граница је дефинисана положајем према "Пољу Ц" профилском линијом $y=7448750$;
- западна граница површинског копа постављена је тако да се рударским радовима не захвати простор "Колубара-Прераде" и "Колубаре-Метал". Овако дефинисаном границом неће бити угрожен.

- северна граница површинског копа дефинисана је тако да се откопава сав преостали угаљ према површинском копу "Поље Д". Граница је делом постављена по подини угљеног слоја, а делом (на крајњем истоку) по унутрашњем одлагалишту "Поља Д", што подразумева откопавање дела унутрашњег одлагалишта, обзиром на веома стрмо залегање угљеног слоја.

- јужна граница површинског копа постављена је тако да се откопа угаљ до исклињења. Она је смештена делом уз јужну границу алувијона реке Пештан, а делом у усеку који ће бити формиран за измештање реке.



Слика 1. 8 - Просторни положај "Поље Е"

3.5. Експлоатационе резерве угља

Имајући у виду геолошке карактеристике лежишта, примењени систем истраживања (врста, распоред и густина истражних радова), као и систем будуће експлоатације, за прорачун резерви угља примењена је метода паралелних вертикалних профила.

Као обрачунски профили коришћени су профили север-југ од 48750 до 43750 на међусобном растојању од 250 m. Запремина између два суседна профила добијена је као производ полузбира површина на суседним профилима и хоризонталног растојања између њих.

Количине угља су рачунате одвојено за кровински и за главни угљени слој. Запреминска маса минералне сировине-лигнита, израчуната је као аритметичка средина појединачних вредности добијених лабораторијским путем.

Добијене вредности запреминске масе су:

-за први угљени слој $\gamma=1,16 \text{ t/m}^3$

-за други угљени слој $\gamma=1,14 \text{ t/m}^3$

Количина угља између два профила добијена је множењем запремине са одговарајућом запреминском масом. Укупне резерве угља добијене су

сабирањем резерви између суседних профила. Метода паралелних вертикалних профила изабрана је како због тачности, тако и због могућности лаког праћења стања резерви у лежишту, планирања производње и осталих потреба у процесу експлоатације.

У експлоатационе резерве угља сврстане су оне количине угља које се при постојећој техници и технологији откопавања могу откопати из лежишта. Другим речима оне се добијају одбијањем губитака који настају при експлоатацији билансних резерви угља.

Површински коп "Поље Е" је од суштинског значаја за источни део колубарског угљеног басена, јер ће од 2024. године он бити једини површински коп који ће производити угаљ на овом делу басена, након завршетка експлоатације на површинском копу "Поље Ц" и површинском копу "Поље Д"

Према усвојеној динамици развоја рударских радова, Програмском задатку за израду Студије изводљивости експлоатације лежишта "Поље Е" Повлатни угаљ се откопава до 2039. године, откривка до 2035. године. Како је приказано у динамици откопавања јаловине и угља век трајања површинског копа "Поље Е" је до 2049. године, односно главни угљени слој се откопава до тог датума.

Укупна годишња производња угља на површинском копу "Поља Е" је 12 милиона тона. Како су експлоатационе резерве угља 329 346 000 tRu, произилази да је:

Експлоатационе резерве повлатног угља до краја експлоатације су 105 700 000 t док је годишња производња 5 000 000 t.

Експлоатационе резерве главног угља до краја експлоатације су 223 646 000 t, док је годишња производња 7 000 000 t.

У Табели бр. 1. приказана је динамика откопавања првог угљеног слоја током првих пет година експлоатације и идејним решењима дата су пресечна стања од 2022. до краја експлоатације. Према пресечним временским ситуацијама, дат је укупно откопан први и други угљени слој.

Табела 1. - Пројектована динамика откопавања првог угља 2022. године до краја експлоатације, првог и другог угљеног слоја

Систем	2018	2019	2020	2021	2022	2022 2032	2032 2042	2042- Крај експлоатације .
БТС (tRu)	3 340 547	3 243 626	3 914 051	5 128 132	5 394 791	/	/	/
Укупно (tRu)			21 021 174			121 956 475	131 735 835	54 632 516
2018- Крај експлоатације (tRu)	329 346 00088888							

Односно, пројектованим површинским копом "Поље Е" откопаваће се угљем из два геолошка лежишта, највећим делом из "Поља Е" и мањим делом из "Поља Д". Према количинама угља по пољима подела је следећа:

"Поље Е" 312 Mil.t (оба угљена слоја).

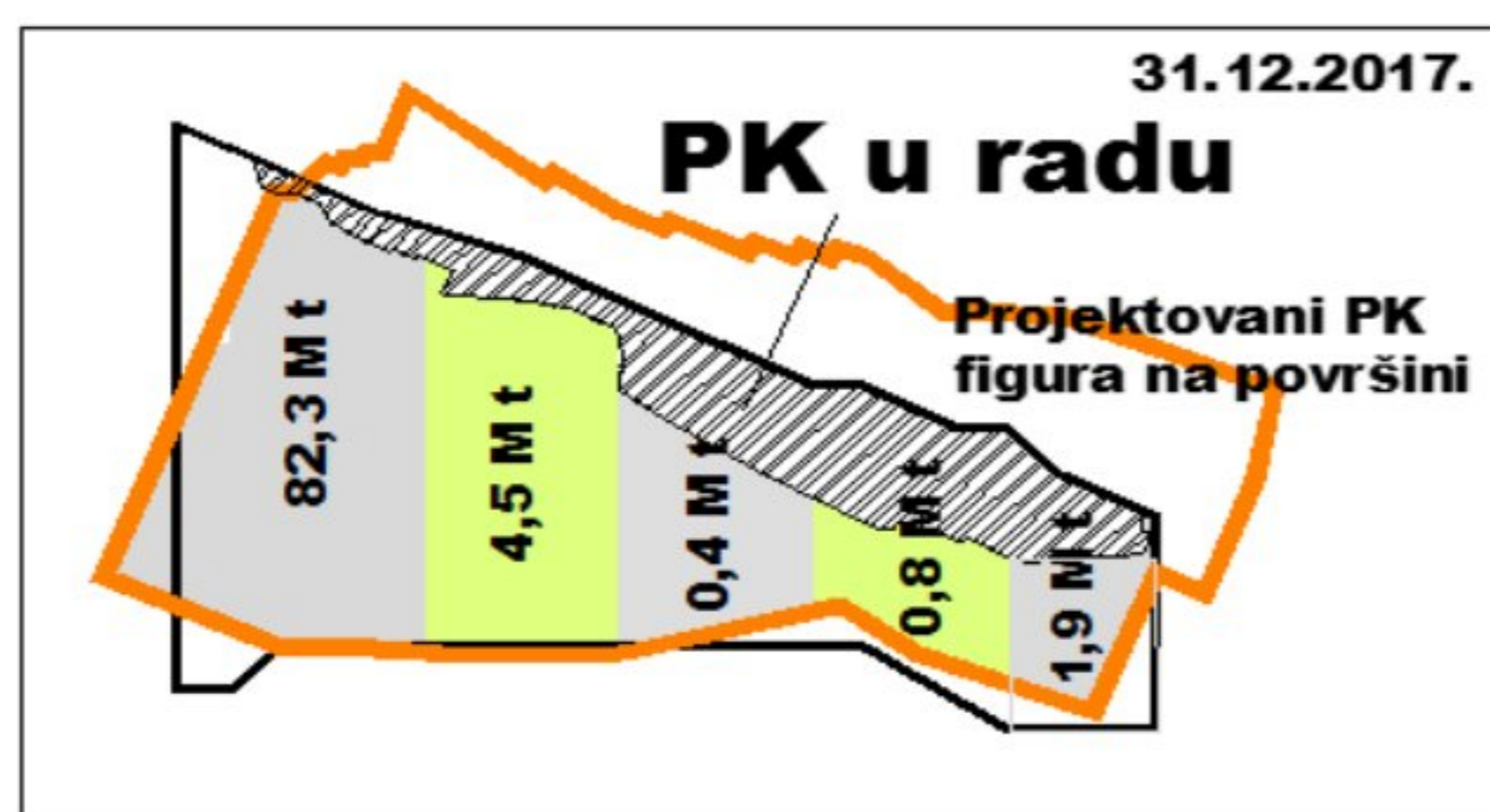
"Поље Д" 17 Mil.t (главни угљени слој).

Односно од укупних маса 329 Mil.t:

"Поље Е" 95% (оба угљена слоја).

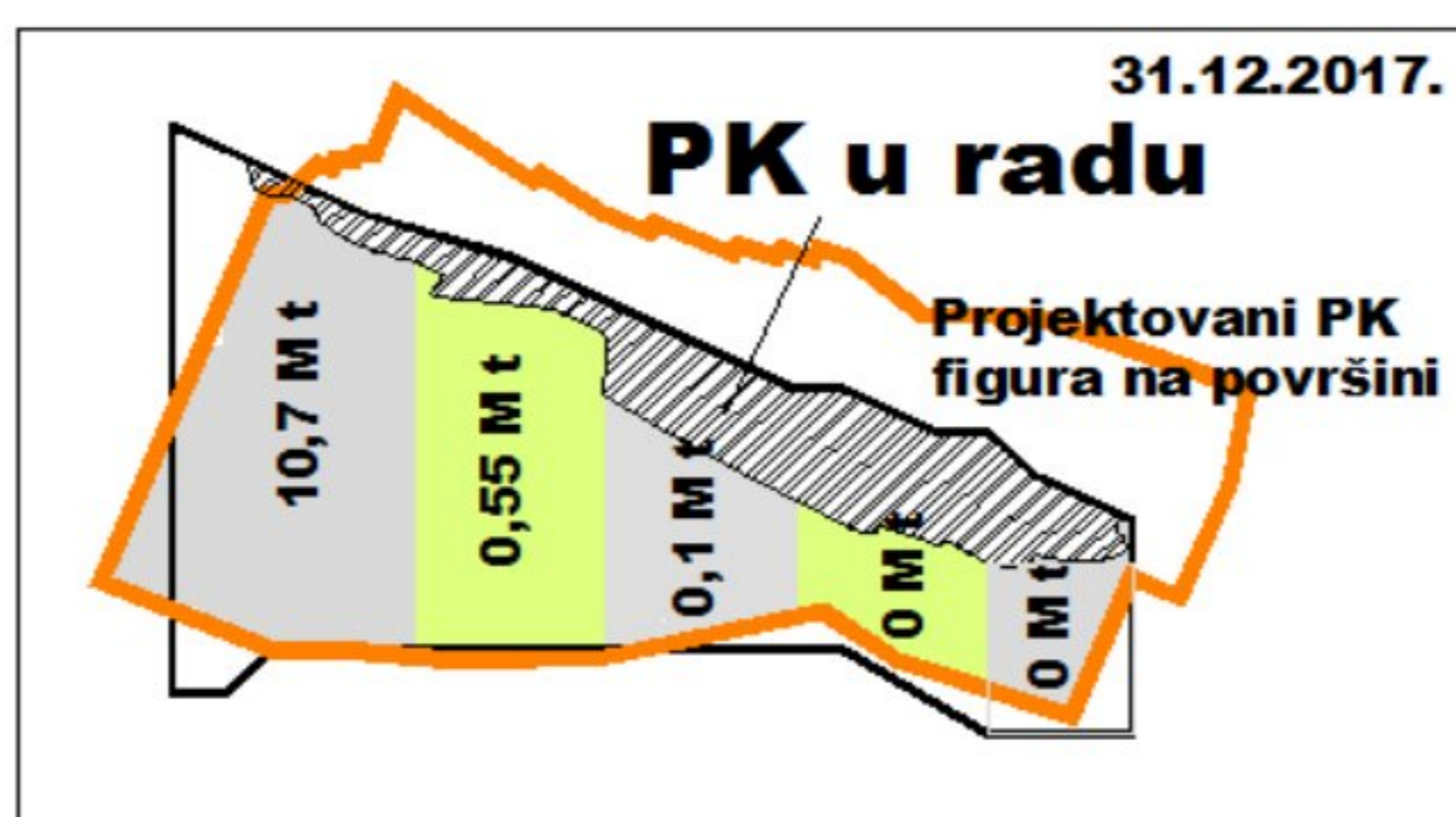
"Поље Д" 5% (главни угљени слој).

Односно преостале количине од око 117 Mil.t угља налазе се у крајњем западном делу лежишта "Поље Е" ка лежишту "Поље Ф" (Слике бр 1.9 и бр. 1.10).



Слика 1. 9

Коментар на Слику бр. 1.9. Уочава се повећање количина неоткопаног главног угљеног слоја у крајњем западном делу лежишта, ка "Пољу Ф", са прорачунатих око 82 Mil.t. У источном и централном делу лежишта/површинског копа, откопаће се скоро све количине угља. Мање количине заостају у дну или боковима површинског копа због технологије експлоатације.



Слика 1. 10

Коментар на Слику бр. 1.10. Уочава се повећање количина неоткопаног повлатног угљеног слоја у крајњем западном делу лежишта, ка пољу Ф, са прорачунатих око 10,7Mil.t. У источном и централном делу лежишта/површинског копа откопаће се скоро све количине угља. Мање количине заостају у дну или боковима површинског копа због технологије експлоатације.

3.6. Годишњи капацитет и радни век рудника

Годишњи капацитет површинског копа "Поља Е" првог и другог угљеног слоја у ограниченом простору, на откопавању јаловине - израчунат је на основу пројектоване годишње производње угља (12×10^6 t) и коефицијента откривке.

За годишњу производњу угља од 12×10^6 t , и средњи коефицијент откривке ($k_o=3,47 \text{ m}^3/\text{t}$), потребан годишњи капацитет на окопавању јаловине је:

$$Q_{\text{god.}} = 12 \times 10^6 \text{ t} \times 3,47 \text{ m}^3/\text{t} = 42 \times 10^6 \text{ } \check{\text{m}}^3$$

Прорачунати коефицијенти откривке, на основу пројектоване годишње производње угља, за први и други угљени слој:

Повлатни угљени слој (први угаљ):

- Укупно откривка: 263.355.000. $\text{m}^3 \check{\text{m}}$
- Угаљ: 105.700.000. tRu
- Коефицијент откривке: 2,49
- Годишњи капацитет за повлатни угаљ је: 5.000.000. tRu Главни угљени слој (други угаљ):

- Укупно међуслојна и подинска: 822.749.000. $\text{m}^3 \check{\text{m}}$
- Угаљ: 223.646.000. tRu
- Коефицијент откривке: 3,68
- Годишњи капацитет за главни угаљ је: 7.000.000. tRu

4. ТЕХНОЛОГИЈА РАДА БТО СИСТЕМА

Све откопане масе откривке изнад првог угља, у првих пет година експлоатације,(од 2018. до 2022.године) одлагаће се у унутрашње одлагалиште површинског копа “Поља Д”. Етаже одлагалишта, напредују правцем, од севера ка југу и према западу. Посебно треба нагласити да се на простору унутрашњег одлагалишта "Поља Д" налазе позиције одлагалишта система, са северозапада „Поља Д” и система са површинског копа “Поља Ц”.

Технологије рада одлагача на одлагању маса је у дубинском и висинском блоку. На III БТО, V БТО и VII БТО систему који раде на откопавању, транспорту и одлагању јаловине заступљена су три типа одлагача и то: ARs 1800/(14+33+60) (O-VI),(V БТО систем),A2Rs3500*60 (VII БТО систем), ARs(BRs)1600/(28+50)17(BW-2), ARSB-3000X50 (III БТО систем).

Табела 2. - Теоријски капацитет одлагача

Техничке карактеристике	A2Rs B3500x60+BPc (0.1, 0.2, 0.3, 0.4)	ARs1600/(37+60)x18 (0.5)	ARs1800/(14+33+60)x20 (0.6)
1	2	3	4
Теоријски капацитет (m ³ /h)	3500	4800	6500
Дужина одложне траке (m)	60	60	60
Висина одлагања (m)	16	16	18
Притисак на тло(N/cm ²)	7,5	6,3	7,5
Маса (t)	640	490	842

Приликом одлагања висинских и дубинских блокова, померање одлагалишних транспортера је углавном радијално, око повратне станице, уз скраћење или продужење везног транспортера. Генерално напредовање фронта рударских радова на унутрашњем одлагалишту је од северо- истока ка западу.

Заједничко за све примењене технологије рада одлагача је, да је висина дубинског блока до 20 m (изузетно 25 m), а висина висинског блока је 15 m.

Дубина одлагалишта преко 25 m се јавља на кратким деоницама. У том случају се за веће дубине одлагања користи технологија "фор-кипе". Одлагање на овај начин подразумева да одлагач наступи за дужину потребну да формира прву гомилу одлажући материјал за неколико метара испод нивелете стајања. Након тога, одлагач запуни међупростор између новоформиране гомиле и старе кипе. Бочна косина се креће од 30-340 и формира се зависно од насипног угла материјала (угла унутрашњег трења, кохезије и гранулације материјала).

Када је у питању прва етажа до подине, ради се и заштитни насип висине 7-8 m (багерима дреглајнима) у ножици одлагалишта (како би се спречило клизање маса дубинског блока), јер су поменути радови у зони водосабирника и дренажних канала.

Технологија одлагања се обавља тако да најнижи системи, по отварању подине, одлажу на подину. формирајући подлогу, за даље одлагање наредног БТО система. Како подина има пад у смеру напредовања фронта радова исток-запад, после неког времена потребно је извршити спуштање транспортера и формирати нове етаже.

Да би почело одлагање јаловине на унутрашње одлагалиште "Поље Е", потребно је да фронт рударских радова одмакне, тако да ножица најниже етаже радне косине, буде довољно удаљена од ножице најниже етаже одлагалишта.

За одлагалишни простор откривке и међуслојне јаловине са површинског копа "Поље Е", планирано је унутрашње одлагалиште површинског копа "Поље Д", површинског копа "Поље Ц", одлагалиште "Турија" и унутрашње одлагалиште површинског копа "Поље Е".

Укупна количина откривке и међуслојне јаловине износи:

- 1 086 104 000 m³сm или 1 303 324 800 m³гm

На унутрашње одлагалиште "Поље Д" одлажу системи који раде на северозападу "Поље Д", (радови на одлагању се завршавају 2020. године), и Ic и IV БТО са "Поље Ц" (такође планирано да одлажу до краја 2020. године.). 2021. године планирано је да системи који раде на површинском копу "Поље Ц" одлагање наставе на унутрашњем одлагалишту површинског копа "Поље Ц" или 2023.године у случају да не буде стабилизовано унутрашње одлагалиште

"Поље Ц". До тада је потребно да се створе услови за одлагање система на унутрашње одлагалиште "Поља Ц" и заврши санација истог.

У колико не дође до санације простора на унутрашњем одлагалишту "Поље Ц" динамика одлагања неће моћи да се испоштује и потребно је разматрати простор за спољашње одлагалиште, да би експлоатација на "Поље Е" могла несметано да се одвија.

Претходних година је указивано на проблем смештајног простора на источној страни Колубарског угљеног басена, из разлога непоштовања динамике одлагања, потребе за предодводњавањем и одступања од пројектних решења.



Слика 1. 11 - Предложена и разматрана локација спољашњег одлагалишта Бистрица



Слика 1. 12 - Роторни багер у БТО систему

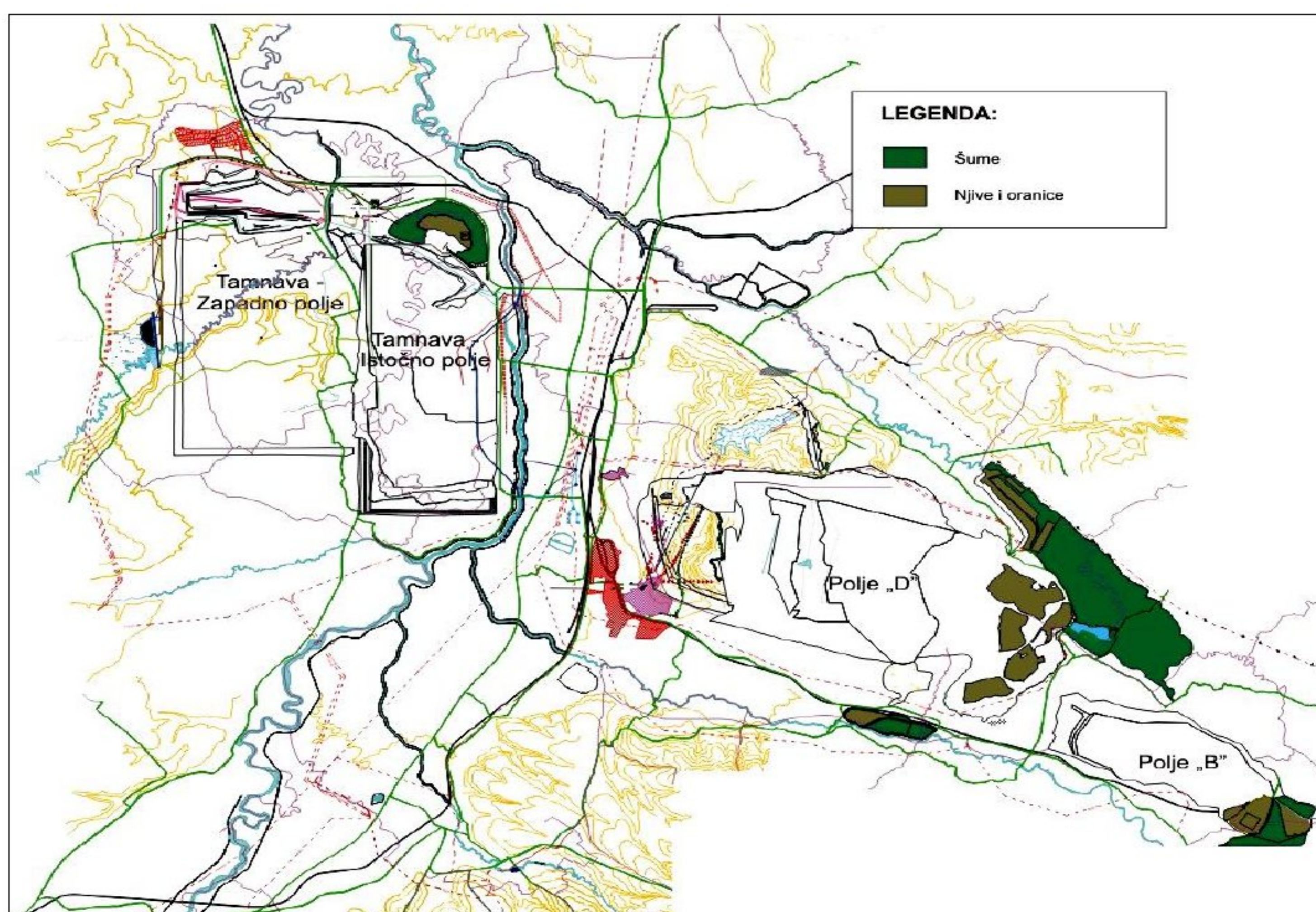
4.1. Претходна искуства у рекултивацији површинских копова рударског басена Колубара

Искуства других земаља, посебно Немачке у области рекултивације и уређење простора су указала на могућност да се и у Србији, на просторима лигнитских басена уреди простор и обезбеде слични садржаји мултифункционалне вредности, уз модификације које диктирају овдашњи услови средине, начин експлоатације, опремљеност и други моменти.

Површински копови у Србији се по правилу налазе у близини већих градова, са великим бројем становника и сталном тенденцијом пораста броја и промене структуре становништва, те намећу потребу планског, организованог и осмишљеног стварања подручја које ће моћи да удовољи бројним захтевима.

С обзиром на интензитет и разноврсност облика деградације, неопходно је обнављање и нова валоризација деградираних простора. При томе, не мора да се инсистира на аутентичној рестаурацији облика, садржаја и функција које су постојале пре почетка обављања рударских радова, већ се с обзиром на промењене еколошке и друге услове могу створити и друге амбијенталне вредности ових предела.

Бројна егзактна научна истарживања су доказала да ова подручја својим рељефом, вегетацијом, постојећим и потенцијалним воденим површинама, као и правилним планирањем даљих радова на рекултивацији и уређивању могу да обезбеде све природне и друге предуслове за различите активности.



Слика 1. 13 - Прегледна карта рекултивисаних површина рударског басена Колубара

Техничка и биолошка рекултивација у колубарском басену се спроводе од 1957. године од када су рекултивисане значајне површине захваћене рударским радовима.

Прва пошумњавања су извршена 1957.године на отвореним коповима "Поља А" и "Поља Б" садњом претежно багремових садница. У периоду од 1957-1959. године и у 1969. години пошумљено је укупно 110 ха. Један део ових култура је враћен у првобитни посед као замена за нове експроприсане површине, неким површинама је промењена намена, па је данас у поседу рударског басена Колубара остало 74,90 ха багремових шума.

Од укупно рекултивисане површине, шуме заузимају 74,4%, расданици 1,8%, њиве и оранице 22,2%, воћњаци 1,3%, односно пољопривредна рекултивација чини 23,5%. Овакви почетни односи различитих екосистема су оправдани уколико се уважи чињеница да су шумски екосистеми од највећег значаја за заштиту и одржавање здравије животне средине. Са даљим процесом експлоатације угља и биолошке рекултивације, планира се значајније учешће пољопривредних екосистема.

5. ТЕХНИЧКА РЕКУЛТИВАЦИЈА

Приликом пројектовања рекултивације површинског копа "Поље Е" поштоване су смернице из Дугорочни програм експлоатације угља у угљоносним басенима ЕПС.

Површине које су деградиране су много веће од површина које ће се рекултивисати, а то је директна последица наставка експлоатације у источном делу колубарског басена који се наставља на експлоатацију тзв „Јужног поља”. Због завршних косина и крајње фигуре унутрашњег одлагалишта није могуће цео простор површинског копа "Поље Е" у датим границама рекултивисати, већ ће се радови на рекултивацији наставити даљом експлоатацијом на поменути површинским коповима ("Поље Ф").

За почетак рекултивације ће се узети она година, када се буде формирала завршна нивелета на одлагалишту, у довољно великој површини за рационално обављање послова на рекултивацији.

Рекултивација представља низ мера и активности којима се оштећене и деградиране површине враћају својој намени или се бар промени намена, у корисне сврхе.

Сталан процес развоја површинских копова условио је потребу за спровођење рекултивације, која може имати трајан или привремен карактер.

Са становишта примењених мера разликује се:

- техничка, која чини претходницу и
- биолошка, која представља завршни облик рекултивације.

Техничка рекултивација се ради углавном на површинама које су створене одлагањем висинских блокова при раду одлагача. По завршетку техничке рекултивације остају равне површине са генералним падом од 1,5%, изузев косих површина које имају већи пад и које су намењене за пошумљавање.

Први радови на шумарској рекултивацији у „РБ Колубара” обављени су на спољашњем одлагалишту "Поља А" 1958. године. Са пошумљавањем је настављено на спољашњим одлагалиштима на "Пољу Д". Пошумљавање је

обављено багремовим садницама а интензивирање радова на пошумљавању почиње од 1978.године.

Први радови на пољопривредној рекултивацији стварањем ораничних површина започели су 1976. године. Постављене су огледне парцеле са лековитим биљем.

Од тада па до данас укупна активност на повећању обима и квалитета шумарске и пољопривредне рекултивације бива праћена са континуираним научним истраживањима, педолошким, агрохемијским и микробиолошких карактеристика одложеног материјала и на основу огледа утврђује се избор културе, ниво и облик ђубрења као и остале агротехничке мере.

Сви послови везани за биолошку рекултивацију раде се у сарадњи са научним институцијама и пољопривредним организацијама.

Земљиште које се заузима за потребе површинске експлоатације лигнита, после радова практично није могуће вратити у првобитно стање. Међутим, савременим методама ревитализације земљишта и рекултивације могуће је за релативно кратко време од око 10 година вратити животној средини њен природни и репродуктивни потенцијал.

Због тога,а и због законске регулативе, на површинским коповима се придаје велики значај рекултивацији оштећеног земљишта у циљу:

- земљиште вратити пољопривреди или шумарству,
- смањити загађивања околине штетним састојцима,
- заостале косине рекултивирати и тако смањити опасност од клизања маса,
- обезбедити водоснабдевање у близини површинског копа,
- обликовањем и уређењем оштећеног земљишта не нарушити рељеф већ створити могућност за формирање рекреативних центара.

У пројекту се обрађује:

- ✓ откопавање хумуса
- ✓ грубо планирање терена булдозером
- ✓ наношење хумуса и планирање површина одлагалишта.

Мере техничке рекултивације које ће се спроводити у току експлоатације подразумевају планирање горњих површина одлагалишта са генералним падовима од 1,5%.

У делу завршних косина површинског копа, техничка рекултивација се спроводи формирањем косина са стабилним угловима узимајући у обзир реолошке карактеристике радне средине и чињеницу да ће ове косине егзистирати у дужем временском периоду.

Техничка рекултивација као најскупља али и најважнија завршна фаза експлоатације лежишта, има за циљ да обезбеди такву конфигурацију, односно облик терена да се најефикасније може користи рекултивисана површина.

Техничка рекултивација се дели на примарну и секундарну техничку рекултивацију које, у зависности од активности на површинама, у два временска интервала који могу бити у размаку од 1 до 5 година. Примарна техничка рекултивација се изводи после завршетка одлагања висинског блока. Секундарна техничка рекултивација је скуп активности при формирању завршних косина одлагалишта и састоји се од равнања јаловине на хоризонталним површина са благим падом 1-2 % и изради каналске мреже за контролисано одвођење површинске воде.

Сви технолошки процеси техничке рекултивације, везани су углавном за земљане радове. Због тога, при избору начина рекултивације, треба дати предност оној култури која захтева најмањи обим земљаних радова. Радови на техничкој рекултивацији изводиће се током целе године, када временски услови то дозвољавају. Повољни услови за извођење поменутих операција на рекултивацији, који су везани за употребу механизације, могу се остварити у деловима године са вишом температуром и мањим падавинама, чиме се обезбеђује и квалитетније обављање радова. Рекултивацијом деградирани терен треба довести у стање и коме се он може адекватно користити. По завршетку грубог планирања булдозером, неопходно је приступити фином равњању хумуса на терену, ради успешне биолошке рекултивације. Како су завршне и радне косине површинског копа и одлагалишта пројектоване са одговарајућим нагибом и фактором сигурности они се неће мењати у току

техничке рекултивације, тако да се може рећи да се поједини поступци техничке рекултивације, који се односе на формирање косина, равнање берми косина, спроводе током целог века експлоатације на површинском копу.

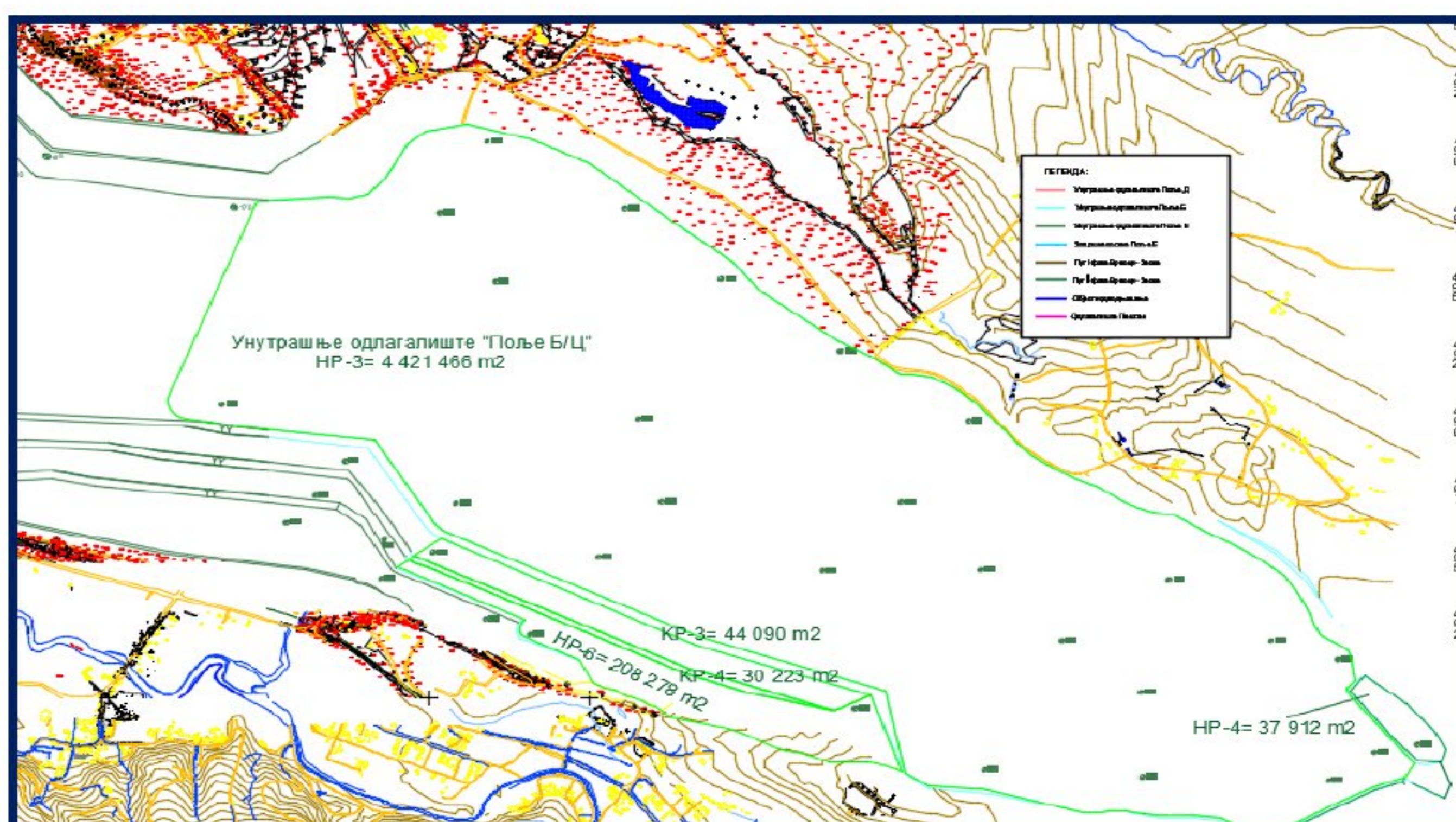
Приступне путеве треба изградити од тврде подлоге, довољно широке и са што мањим успонима, како би се омогућио прилаз механизације у свако доба године, ради обављања радова на рекултивисаним површинама.

5.1. Локација пројектног подручја и дефинисање површина за техничку рекултивацију

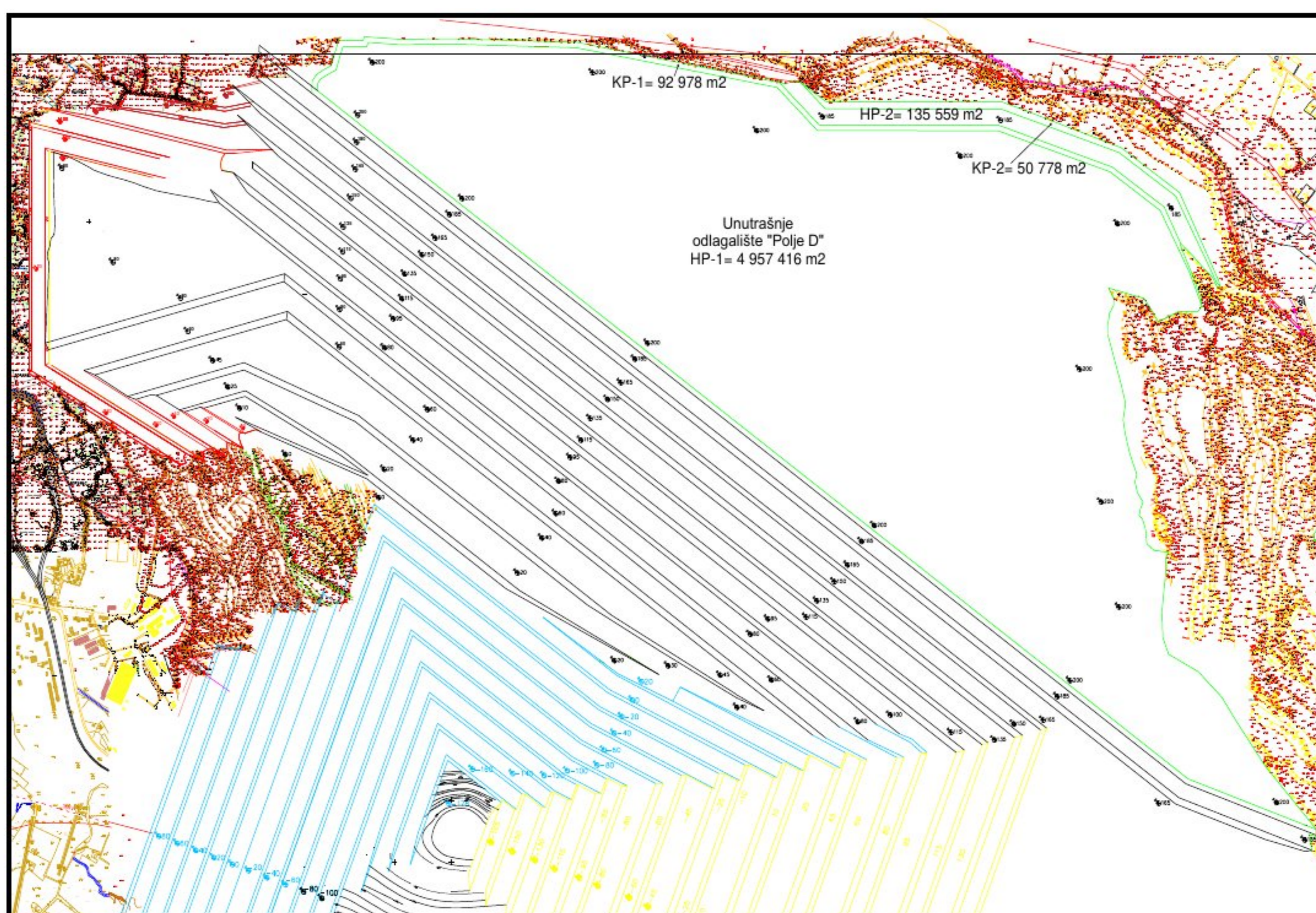
Спољашње одлагалиште "Поља Е" налази се у континуитету са одлагалиштем површинског копа "Поље Д" Откопане количине отквивке са површинског копа "Поље Е" транспортују се транспортерима са траком и одлажу се на унутрашње одлагалиште "Поља Д" и преко маса које су већ одлагане са поља Б, Ц и Д.

Одлагалиште је укупне површине 14 442 795 м². Откопане количине међуслојне јаловине, између два угљена слоја, и део подинске јаловине који се откопава, одлажу се на простор унутрашњег одлагалишта "Поља Ц". Оваквим формирањем одлагалишта добија се мешавина материјала отквивке различитих физичко-механичких и хемијских особина. Радови на техничкој рекултивацији на површинског копа "Поље Е" се изводе након формирања завршне етаже на коти 200 мнв у зони унутрашњег одлагалишта "Поље Д" и на нивелети на коти 170 до 210 мнв на формираном одлагалишту "Поље Ц".

Простор површинског копа "Поље Е", тачније простор спољашњег одлагалишта ће се рекултивисати за пољопривредну и шумску производњу. На следећим сликама приказана је контура површина предвиђене за рекултивацију на "Пољу Ц" као и контура одлагалишта "Поља Д" такође са површинама предвиђеним за рекултивацију.



Слика 1. 14 - Приказана је контура одлагалишта „Поља Ц”, са површинама предвиђеним за рекултивацију



Слика 1. 15 - Површине предвиђене за рекултивацију на "Пољу Д"

Од укупне површине одлагалишта од 1 444,27 хектара, пољопривредна рекултивација се на "Пољу Д" предвиђа на хоризонталној парцели на нивелети 200, површине 497 хектара, а на припадајућим косим површинама од 27,83 хектара, биће засејане шуме.

На "Пољу Ц" је предвиђена пољопривредна рекултивација на хоризонталним површинама на коти 170-210, и на коти 220, укупне површине

611,6 хектара. На осталим косим и равним површинама укупне површине 163 хектара, које припадају одговарајућим етажама, могуће је засадити шуме.

На локацији "Турија" је предвиђена пољопривредна рекултивација на хоризонталној површини на коти 196 од 102,5 хектара, а на осталим хоризонталним и косим површинама је предвиђена шумска рекултивација површине 42,12 хектара.

Рекултивација се спроводи, на свим површинама деградираним радовима на експлоатацији угља и откопавању отквивке. За рекултивацију деградираних површина на површинском копу "Поље Е" треба применити рекултивацију са фазама техничке и биолошке рекултивације.

Простор површинског копа "Поље Е", тачније простор унутрашњег одлагалишта ће се рекултивисати за пољопривредну производњу, а да при томе не буду искључене и друге могућности искоришћења овог простора. Завршно стање радова на површинском копу "Поље Е" реализује се пре и након 2049. године експлоатације.

У току експлоатације формирају се следеће просторне целине:

1. откопани простор површинског копа, који остаје незапуњен наставиће се се даљом експлоатацијом у "Поље Ф".

2. простор унутрашњег одлагалишта (који у садашњој фази није предмет рекултивације, јер није формирана завршна фигура одлагалишта).

Укупна површина предвиђена за рекултивацију износи 1 444,27 ха од чега 1 376,7 ха чине хоризонталне површине а 67,5 ха су косе површине.

У оквиру унутрашњег одлагалишта површинског копа "Поље Е" могу се издвојити: хоризонталне и благо нагнуте површине и стрме површине косина одлагалишних етажа

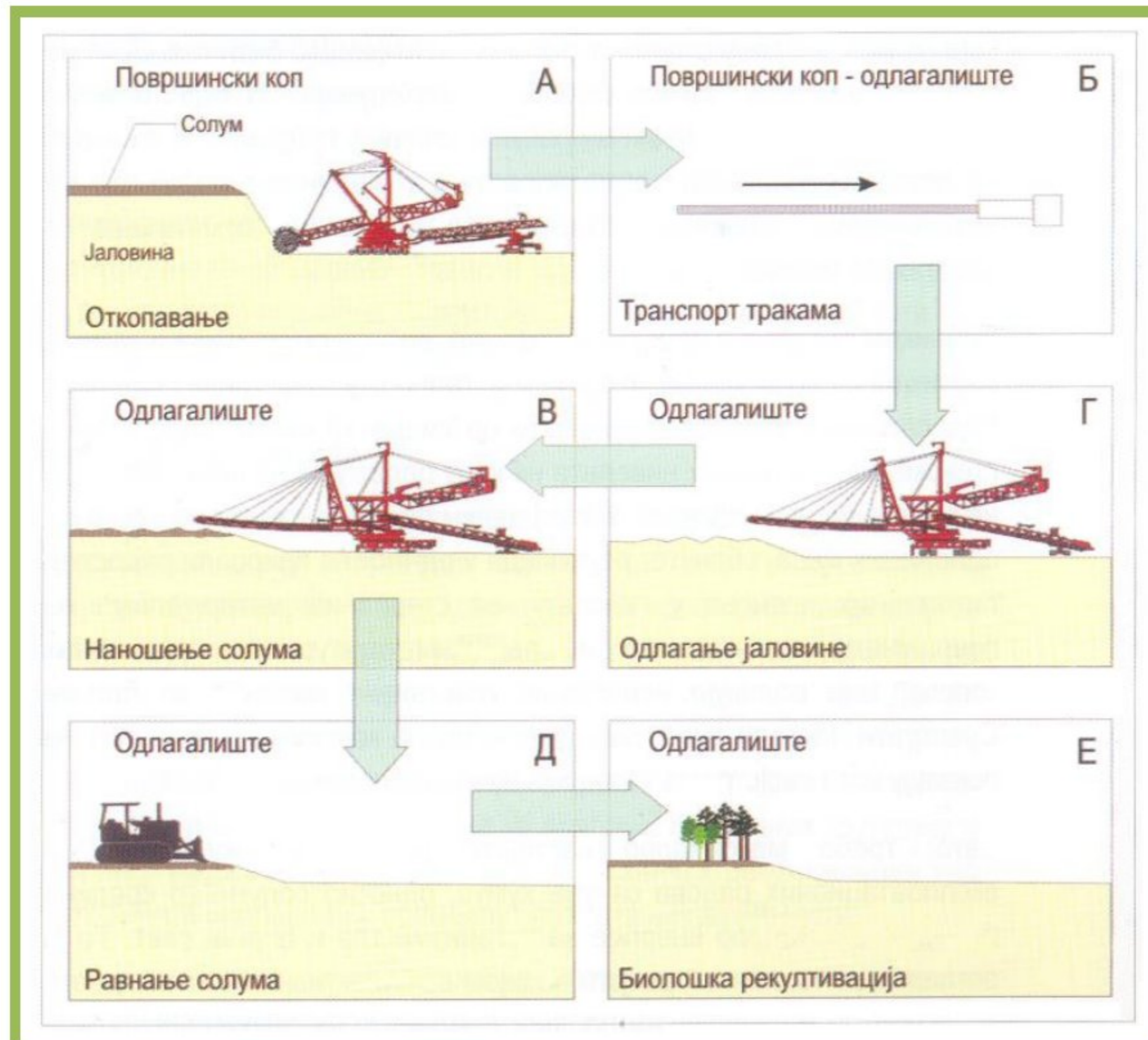
5.2. Опште технолошке шеме техничке рекултивације

Технолошке шеме техничке рекултивације могу се поделити у две основне групе:

- обједињено или истовремено са технолошким процесом откопавања, транспорта и одлагања са највиших етажа на коповима;
- раздвојено или посебно од технолошког процеса откопавања откривке на површинским коповима. Откопавања и транспорт плодног земљишта обавља се посебно, пре радова на откопавању откривке на највишим етажама копова.

Обједињено селективно откопавање, транспорт и одлагање плодног земљишта подразумева коришћење основних машина које раде на откопавању на највишим етажама површинског копа.

Након откопавања плодног земљишта багер наставља са откопавањем откривке у висинском блоку. Ове масе одлагач депонује у висинском блоку на одлагалиште. Одложене масе плодног земљишта се равнају булдозерима.



Слика 1. 16 - Технолошки ток обједињеног селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта и јаловине машинама БТО система булдозерот

Раздвојени технолошки процес селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта, изводи се са посебним машинама, односно са машинама које нису намењене за извођење основних радова при површинској експлоатацији.

Раздвојени технолошки процеси могу се изводити машинама са дисконтинуалним или континуалним дејством. На (Сликама број 1.15 и број 1.16) шематски су приказане неке од примењиваних технолошких варијанти раздвојеног процеса селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта.



Слика 1. 17 - Технолошки ток селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта машинама комбајн, дампера, булдозер



Слика 1. 18 - Технолошки ток селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта машинама комбајн, траке, одлагача и булдозер

Примена ових технолошких шема рада у оквиру техничке етапе рекултивације могуће је реализовати основном или посебном опремом што захтева следеће основне услове:

- Да на том простору будућег површинског копа или одлагалишта мора постојати плодни слој довољне дебљине и задовољавајућих агробиолошких, физичко-хемијских и механичких особина,
- изабрана откопно-одлагалишна опрема треба по својим техничко-технолошким и економским параметрима да омогући рационално селективно откопавање и одлагање плодног слоја.



Слика 1. 19. - Технолошки ток селективног откопавања, транспорта и одлагања плодног земљишта машинама булдозер са рипером, утоварач, дампера, булдозер

Технологија селективног откопавања и одлагања откривке БТО системом као основном технолошком опремом, омогућава да се паралелно са откопавањем врши и припрема површине одлагалишта за спровођење осталих етапа рекултивације. Обједињавање ових како по обиму и плану значајних радова са основним технолошким процесом на површинском копу доводи до успешног и брзог привођења деградираних површина рационалнијој намени.

У овом Пројекту је усвојено обједињено селективно откопавање плодног површинског слоја земљишта моћности 1 метар, транспорт и одлагање тог плодног

земљишта, које подразумева коришћење основних машина које раде на откопавању на највишим етажама површинског копа.

При обезбеђивању хумусног материјала за насипање берми одлагалишта за припрему биолошке рекултивације биће примењен раздвојен процес откопавања и одлагања хумуса. Плодан део земљишта се откопава роторном багером, транспортује одлагалишним транспортером и одлагач у зони повратне станице на етажи одлаже тај хумусни материјал. (када год је то могуће). Ту се утовара утоваривачем у камионе које превозе материјал на одређену етажу у завршној косини одлагалишта. Након тога булдозер врши планирање тог материјала.

5.3. Избор опреме

Помоћна механизација са површинског копа "Поље Д" биће ангажована од самог почетка отварања површинског копа "Поље Е". То не задовољава потребе и изискује набавку знатаног броја машина помоћне механизације чије ће присуство бити неопходно нарочито у фази отварања и приликом премештања опреме са "Поља Д" на "Поље Е".

На површинском копу "Поље Д" у претходном периоду био је изражен проблем недостатка машина помоћне механизације који је превазиђен набавком нове механизације. И поред интензивне набавке у последњих неколико година и даље је изражен недостатак дизаличних средстава, кранских возила и возила за превоз радника.

У даљем тексту биће приказана помоћна механизација са површинског копа "Поље Д" која ће се користити на површинском копу "Поље Е". Ова опрема ће се сукцесивно укључивати у рад на новом површинском копу. При димензионисању помоћне механизације коју је потребно набавити за нормално функционисање површинског копа "Поље Е", имало се у виду искуство са модерних површинских копова, а критеријум је да на сваком систему мора бити довољно машина због смањења присуства радне снаге. Неопходно је да помоћна механизација буде на располагању 24 сата дневно.

Табела 3. - Приказана је помоћна механизација ангажована на површинском копу "Поље Д" која ће бити коришћена на површинском копу "Поље Е".

Редни број	Тип помоћне механизације	Ангажовање				Укупно комада
		24 h	12 h	8 h	Резерва	
1	Булдозер снаге 230 kW	9	2	1	0	12
2	Булдозер снаге 368 kW		2			2
3	Цевополагач снаге 230 kW	1	3	2		6
4	Хидраулични багер (гусенични)	1	2	1		4
5	Утоваривач (гусенични) 110 kW					0
6	Утоваривач (точкаш) 220kW		2			2
7	Чистач трака на гусеницама		1			1
8	Хидраулични багер (точкаш)	1				1
9	Дизалица 20 t					0
10	Дизалица 40 t		2	1		3
11	Дизалица 80 t			1		1
12	Грејдер			1		1
13	Ваљак			1		1
14	Виљушкар 8 t			1		1
15	Виљушкар 5 t			1		1
16	Возило за превоз боца (УНИМАГ)	1	1			2
17	УАЗ за превоз радника (6 места)	4	1	3		8
18	Возило за превоз радника (26 места)	3	5	1		9
19	Камиони 20 t		3	6		9
20	Возило са краном	1	2	2		5
21	Цистерна за воду		2			2
22	Цистерна за гориво		1	1		2
23	Противпожарна цистерна					0
24	Вучни воз		1	1		2
25	Санитетско возило	1				1
26	Трактор					0

Табела 4. - Планирана набавка помоћне механизације

Редни број	Врста помоћне механизације	Тип	Број
1	Булдозер снаге 230 kW	TD 25 E	22
2	Булдозер снаге 368 kW	TD 40 E	4
3	Цевополагач снаге 230 kW	SB 60	10
4	Хидраулични багер-гусеничар	CATG 320 D	6
5	Утоварач-гусеничар (110 kW)	CAT 953 D	5
6	Утоварач-точкаш (220 kW)	CAT 972 H	4
7	Чистач траке на гусеницама	CSM USD 211	5
8	Хидраулични багер-точкаш	CAT M3150	2
9	Дизалица 20 t	Tatra 280 R21	5
10	Дизалица 40 t	LUNA AT 40	4
11	Дизалица 80 t	LUNA AT 80	2
12	Грејдер	CAT 160 M	2
13	Ваљак	CAT CS 56	2
14	Виљушкар 10 t	LUNA	2
15	Виљушкар 5 t	SAMUK	3
16	Возило за превоз боца (UNIMAG)	Mercedes	3
17	за превоз радника (6 места)	UAZ Huner	9
18	Возило за превоз радника (26 места)	Tatra T 815	42
19	Камион 20 t	Tatra T 163	27
20	Возило са краном 5 т	Tatra T 815	31
21	Цистерна за воду	FAP 2126	10
22	Цистерна за гориво	FAP 2126	4
23	Противпожарна цистерна	Tatra T 815	3
24	Вучни воз	Lider	5
25	Санитетско возило		2
26	Трактор	Belarus	3
27	Скип	CAT 428	6
28	Комби	Volkswagen	2
29	Доставно возило 5 т		1
30	Минибус (18-25 седишта)		1
31	Самоходна вишенаменска дизалица	Lokateli 840	1
32	Платформа за транспорт нових станица		2

Помоћна механизација која ће радити на површинском копу "Поље Е" је иста она која је радила на површинском копу "Поље Д".

Табела 5. - Приказ помоћне механизације

Механизација	Ком
Булдозери снаге 220-250 kW	8
Цевопологачи	3
Хидраулични багери	3
Утоваривачи	2
Дизалице (носивости 30 т)	2
Грејдер	1
Ваљак	1
Камиони (Камаз 15 т и Татра 20 т)	10
Теренска возила ГАЗ	21
Возила за масовни превоз	2
Возила са краном 5 т	1
Цистерне за воду и гориво	2

5.4. Техничке и технолошке карактеристике опреме која ради на припреми техничке рекултивације

Код система са директним пребацивањем откривке у откопани простор или са одлагањем одлагачима, селективно откопавање и одлагање плодног или потенцијално плодног материјала на површине унутрашњих и спољашњих одлагалишта се може вршити и основном опремом. За претовар плодног материјала са привремених депонија аналогно се користе булдозери, скрепери, багери, утоварачи и камионски транспорт. За планирање на одлагалиштима и обликовање бочних завршних косина површинског копа и одлагалишта користе се булдозери. Употребљавају се за помоћне и мелиорационе радове и грејдери и плужни каналокопачи. Овим машинама врши се низ процеса као што су:

1. Планирање одлагалишта

- нивелисање и обликовање површина на етажама одлагалишта,
- обликовање косина одлагалишта,

- фино равнање (планирање) површина одлагалишта,
- израда канала за одводњавање, система за наводњавање и акваторијалних површина,
- израда приступних саобраћајница.

2. Одржавање објекта одлагалишта

- израда нових комуникација или равнање и утабавање постојећих приступних путева,
- планирање – нивелисање неравнина на хоризонталним површинама, мелиоративно обогаћивање и стабилизација терена,
 - засецање и планирање берми сигурности под нагибом ка унутрашњости одлагалишта, одржавање система одводњавања и система за наводњавање.

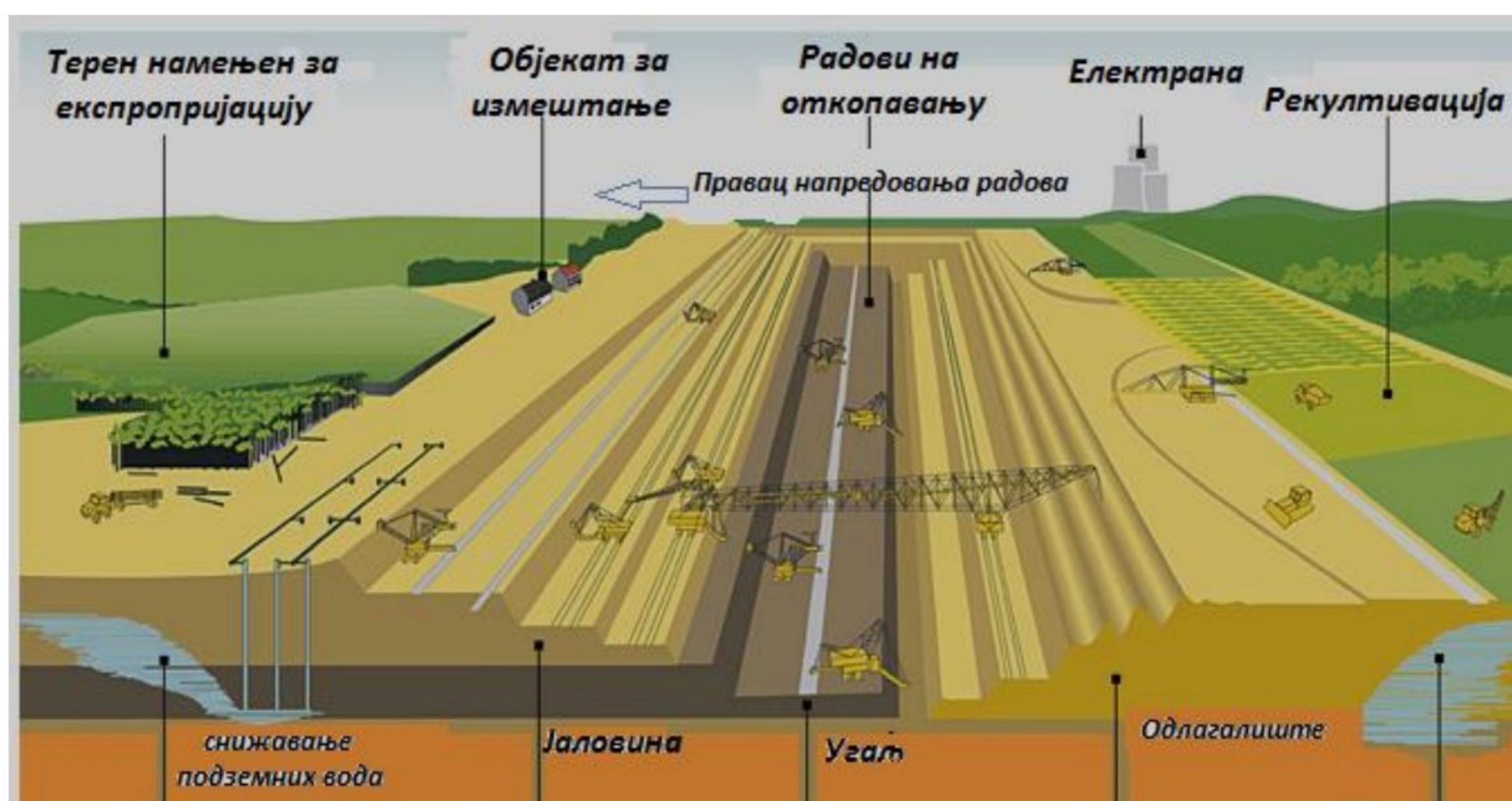
3. Планирање терена за коначну намену

- детаљно просторно планирање намене шире зоне захваћене рударским активностима у оквиру угљеног басена у функцији генералног урбанистичког плана;
- избор садржаја објекта у функцији геолошких, геоморфолошких, хидрогеолошких, рударско-техничко-технолошких, социолошких, антрополошких, културолошких, климатских, еколошких, привредно-развијних, геостратегијских, пејзажно-естетских и других фактора;
- планирање и обликовање косих површина косина одлагалишта;
- планирање и обликовање завршних косина и дна површинског копа и унутрашњег одлагалишта;
- планирање и обликовање визуелних естетских заклона новонасталих техногених рељефа.

4. Одлагање хумуса

- дефинисање количине, квалитета и порекла хумуса за разастирање;
- избор локације позајмишта хумуса;

- планирање хумуса хоризонталних површина избором технике и технологије;
- планирање хумуса косих површина са избором технике и технологије.



Слика 1. 20 - Развој радова на експлоатацији и рекултивацији

5.5. Технологија одлагања у функцији техничке рекултивације

Једну од најважнијих рударских активности представља и откопавање откривке и њено одлагање на одлагалиштима. Земљиште се у целини дели у три класе:

- класу А – где спадају слојеви који се могу користити за пољопривреду, а то су обично површински слојеви,
- класу Б – где спадају слојеви погодни за шумарство и
- класу Ц – са штетним и стерилним слојевима.

У процесу откопавања откривке, њеног транспорта и одлагања, долази до разарања земљишта и до темељних измена у структури слојева земљишта.

У процесу површинске експлоатације лигнита углавном долази до случајног распореда геолошких серија на одлагалишту. Оваквим формирањем добија се мешавина материјала откривке различитих физичко-механичких и хемијских карактеристика. На површину одлагалишта по правилу долазе серије

слабије рекултабилности а на дну одлагалишта плодни (хумусни) слој који поред тога знатно умањује носивост и стабилност одлагалишта.

Како се откривка одлаже на унутрашње одлагалиште као смеша слојева добијена произвољним откопавањем која најчешће не потпада ни у коју врсту земљишта, то се у случајевима одлагања на одлагалиште, може уништити сваки облик вегетације. Са тог аспекта при избору технолошког система експлоатације неопходно је анализирати могућност селективног откопавања и одлагања различитих слојева откривке, тако да плодни слој формира завршни планум одлагалишта, у функцији што успешније рекултивације.

Анализом квантитативних и квалитативних показатеља откривке одређује се висина појасева за селективно откопавање приликом рада багера на откопавању откривке. Захтевом да се селективним откопавањем откривке, када је то могуће, постигне одвајање плодног слоја од неплодног слоја, откривка на траку долази одвојено, па се у зависности од тога одлаже у горњи и доњи слој одлагалишта, омогућава се да се на површини нађе плодни слој, а самим тим створе услови за реализацију осталих мера техничке и биолошке рекултивације.

С обзиром на конфигурацију терена који се откопава као и веома неквалитетан плитки псеудоглеј слој земљишта (доминантна В и ВИ класа, није се до сада, нити ће се ни до краја века овог копа посебно откопавати и одлагати такозвани педолошки - оранички слој, то су и истраживања о могућности рекултивације усмерена на материјал онакав какав је одложен.

Полазећи од конкретног стања унутрашњих одлагалишта и чињенице да се приликом депоновања откривке и јаловине неће примењивати селективно одлагање, које подразумева наношење плодног слоја на површину одлагалишта, него ће на површину бити депонован врло хетероген материјал од партија глина до скоро стерилних пескова често мозаично распоређених, морају се примењивати посебне мелиоративне мере.

Стечена искуства и постигнути резултати гарантују да је рекултивација одложених маса и без наношења хумусног слоја успешно могућа. Са обављеним циклусом од 10 година, предвиђеним избором култура и технологијом, може се добити задовољавајући квалитет земљишта.

5.6. Откопавање хумуса и његово одлагање

Роторни багер на првом јаловинском систему откопава у првом резу хумус дебљине до 1 m и одлаже га на одлагалиште. Хумус који одлагач буде одлагао у висинском раду, остаје на горњој етажи одлагалишта за касније планирање. Хумус који је одложен на хоризонталним површинама унутрашњег одлагалишта, планира се у слоју од 0,5 m.

У функцији депоновања маса на унутрашње одлагалиште роторни багер система откопава хумус дебљине до 1 m, а одлагач, при висинском раду врши одлагање хумуса на гомиле, који се касније планирају по хоризонталним, завршним и благо нагнутим површинама унутрашњег одлагалишта.

Количине хумуса потребне за планирање по хоризонталним површинама на унутрашњем одлагалишту "Поља Е" до краја експлоатације износе 4 708 397 m³. Дата количина представља велике масе које није могуће откопати и депоновати на једном месту. Потребно је користити сваки повољан моменат који се приликом експлоатације укаже при откопавању хумуса и депоновати га.

5.7. Трошкови утовара и транспорта хумуса за период 2032-2049. године

Цена утовара хумуса за период од 2032-2042 године.

$$C_{u1} = 2\,833\,819 \text{ m}^3 : 72 \text{ m}^3/\text{h} = 39\,358 \text{ h} \times 30 \text{ €} = \mathbf{1\,180\,740 \text{ €}}.$$

Цена транспорта хумуса за период од 2032-2042 године.

$$C_{t1} = 2\,833\,819 \text{ m}^3 : 41,75 \text{ m}^3 = 67\,875 \times 10 \text{ €} = \mathbf{678\,750 \text{ €}}.$$

Цена утовара хумуса за период од 2042-2049 године.

Цена утовара хумуса: C_u

$$C_{u2} = 2\,402\,655 \text{ m}^3 : 72 \text{ m}^3/\text{h} = 33\,370 \text{ h} \times 30 \text{ €} = \mathbf{1\,101\,100 \text{ €}}.$$

Цена транспорта хумуса за период од 2042-2049 године.

$$C_{t2} = 2\,402\,655 \text{ m}^3 : 41,75 \text{ m}^3 = 57\,548 \times 10 \text{ €} = \mathbf{575\,480 \text{ €}}.$$

Цена утовара хумуса за период од 2049 године.

Цена утовара хумуса: C_u

$$C_{u3} = 319\,991 \text{ m}^3 : 72 \text{ m}^3/\text{h} = 4\,444 \text{ h} \times 30 \text{ €} = \mathbf{133\,320 \text{ €}}.$$

Цена транспорта хумуса за период од 2049 године.

$$C_{t3} = 319\,991 \text{ m}^3 : 41,75 \text{ m}^3 = 7\,664 \times 10 \text{ €} = \mathbf{76\,640 \text{ €}}.$$

$$\mathbf{УКУПНО: } C_{ut} = C_u + C_t = (C_{u1} + C_{t1}) + (C_{u2} + C_{t2}) + (C_{u3} + C_{t3}) = \mathbf{3\,746\,030 .}$$

5.8. Трошкови техничке рекултивације за период од 2032 - 2049 године.

Цена грубог равнања платоа одлагалишта је: **6 546 890 €.**

Цена планирања хумуса одлагалишта је: **301 790 €.**

Цена утовара и транспорта хумуса: **3 746 030 €.**

Укупни трошкови техничке рекултивације износе:

$$C = \mathbf{6\,546\,890 + 301\,790 + 3\,746\,030 = 10\,594\,710 \text{ €}}.$$

5.9. Рад булдозера на техничкој рекултивацији

Опрема која се користи свакодневно на површинком копу као и одлагалиштима јесу булдозери.

Представљају једне од најважнијих и најпотребнијих машина готово на сваком површинском копу јер се њима обавља низ помоћних радова и операција. На малим површинским коповима употребљава се као основна машина на откопавању или одлагању. Мобилност, велике маневарске способности, енергетска независност, релативно мала набавна цена и могућност брзе набавке чине дозере веома погодном и употребљивом машином за површинске копове.

Дозери опште намене се користе за слојно резање, формирање вучне призме и транспорт откопаног материјала, а специјални дозери за обављање специфичних технолошких операција или рада у специјалним условима (гурачи скрепера, рад у екстремним климатским условима, итд).

Дозери су најбројније и по врсти и обиму помоћних радова који се њима могу успешно обављати, најзаступљеније помоћне машине на површинским коповима угља. Од мноштва помоћних радова који се по правилу обављају дозерима:

- израде траса за транспорт багера и одлагача, израде планума за померање транспортера, нагуривање расутих маса у зону дејства роторног точка,
- разбијање и планирање “венаца” одложеног материјала на одлагалиштима,
 - израде траса за саобраћанице,
 - израде рампи,
 - обликовање косина,
 - чишћење етажа и транспортних путева,
 - Излачење и вуча заглављених машина,
 - вуча погонских и повратних станица, итд.

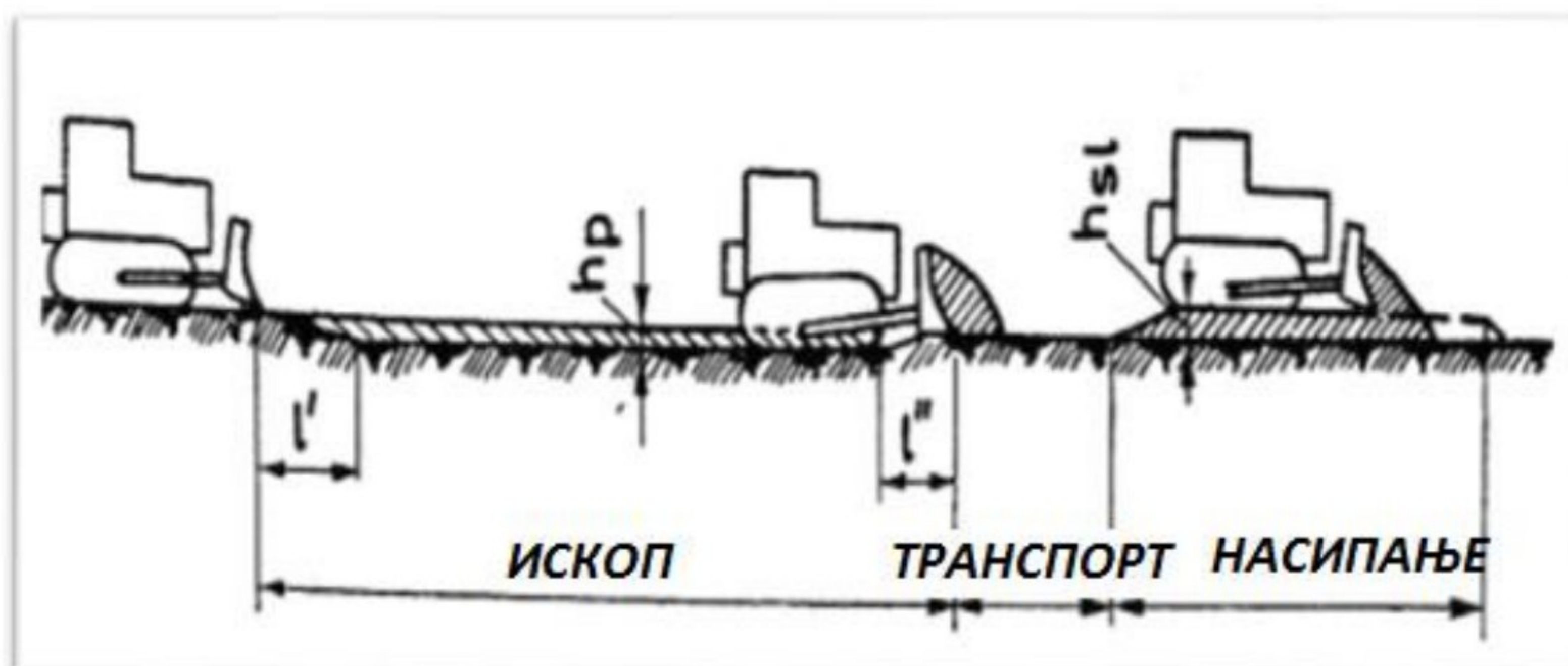
Приликом технолошког процеса одлагања маса одлагачима остају гребени који се на завршној фази одлагалишта морају изравнати. Изравнавање се обавља са више пролаза булдозером по истој површини.

Главни фактор за бољи и ефикаснији рад на техничкој рекултивацији је висок ниво технолошке дисциплине у процесу одлагања откривке. То подразумева стварање што је могуће мање неравнина, удубљења и гребена између наступа одлагача.

Припрема терена одлагалишта за процес биолошке рекултивације састоји се у равнању хоризонталних и благо нагнутих површина и завршног платоа одлагалишта са одговарајућим падом за одвођење атмосферских падавина. Материјал који се користи за планирање површина потиче од одложених маса откривке пре наношења површинског слоја земљишта а затим и хумуса, након његовог одлагања на одлагалиште.

Булдозери су најзаступљеније машине на површинским коповима угља. Од мноштва помоћних радова који се по правилу обављају булдозерима за техничку рекултивацију они представљају основну опрему.

Радни циклус булдозера се у принципу састоји од кретања напред и назад тј. од радног и повратног хода. У радном ходу, нож булдозера се спушта и утискује у тло до потребне дубине. Покретањем саме машине према напред, испред булдозерског ножа реже се слој материјала и на тај начин обавља његов ископ. Одвојени материјал скупља се испред ножа формирајући вучну призму. Кад призма дође до висине горњег ивице ножа, подизањем ножа до нивоа терена прекида се даље копање и булдозер даље обавља само гурање (транспорт) ископаног материјала до места истовара или насипања.

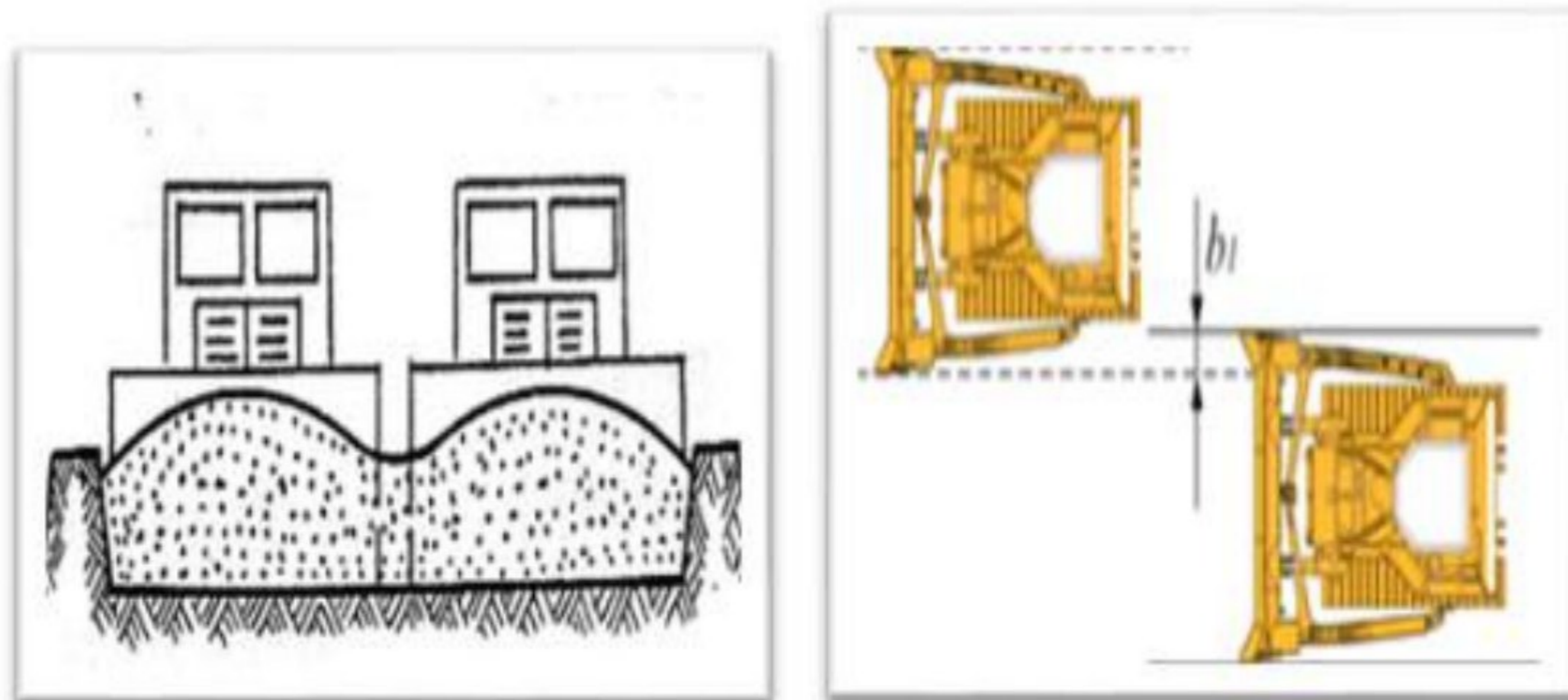


Слика 1. 21 - Принцип рада булдозера

По завршеном истовару булдозер се с подигнутим ножем враћа назад у почетни положај за копање (повратни ход) и започиње следећи радни циклус.

Гурање (транспортивање) материјала булдозерима економично је само на кратке удаљености (за булдозере са гусеницама оптималне транспортне удаљености крећу се од 30 до 50 m) што је дужи пут већа су расипања материјала.

Да би се смањили такви губици материјала булдозер ради у „тандему” (два булдозера се крећу паралелно један до другог, чиме се остварује већа ширина јарка и већа количина захваћеног материјала). (Слика бр. 1.23).



Слика 1. 22 - Рад булдозера у “тандему”

Планирање одложених маса са јаловинске етаже прати динамику извођења радова на одлагању. Формирање завршне нивелете на одлагалишту пре nanoшења хумуса обавља се булдозером по деоницама максималне дужине гурања од 50 m, обично око 30 m. У раду површинског копа постоји пракса да на површинама које се равнају буде ангажовано више булдозера. За овакав рад постоје следећи разлози:

- У фази грубих радова када се материјал потискује у максималним запреминама (вучна призма) две машине се крећу паралелно у истој оси при чему се постиже неупоредиво већи ефекат.
- Пошто се ради у просеку девет месеци у току календарске године, дешава се да је површина равњања прилично мека и заводњена, па често долази до заглављивања машина при раду.
- Потребно је да се те површине што пре оспособе за рекултивацију.

Због тога је усвојено да се на грубом а потом и фином равњању и планирању површина ангажују 3 булдозера типа CATERPILAR D8/R.



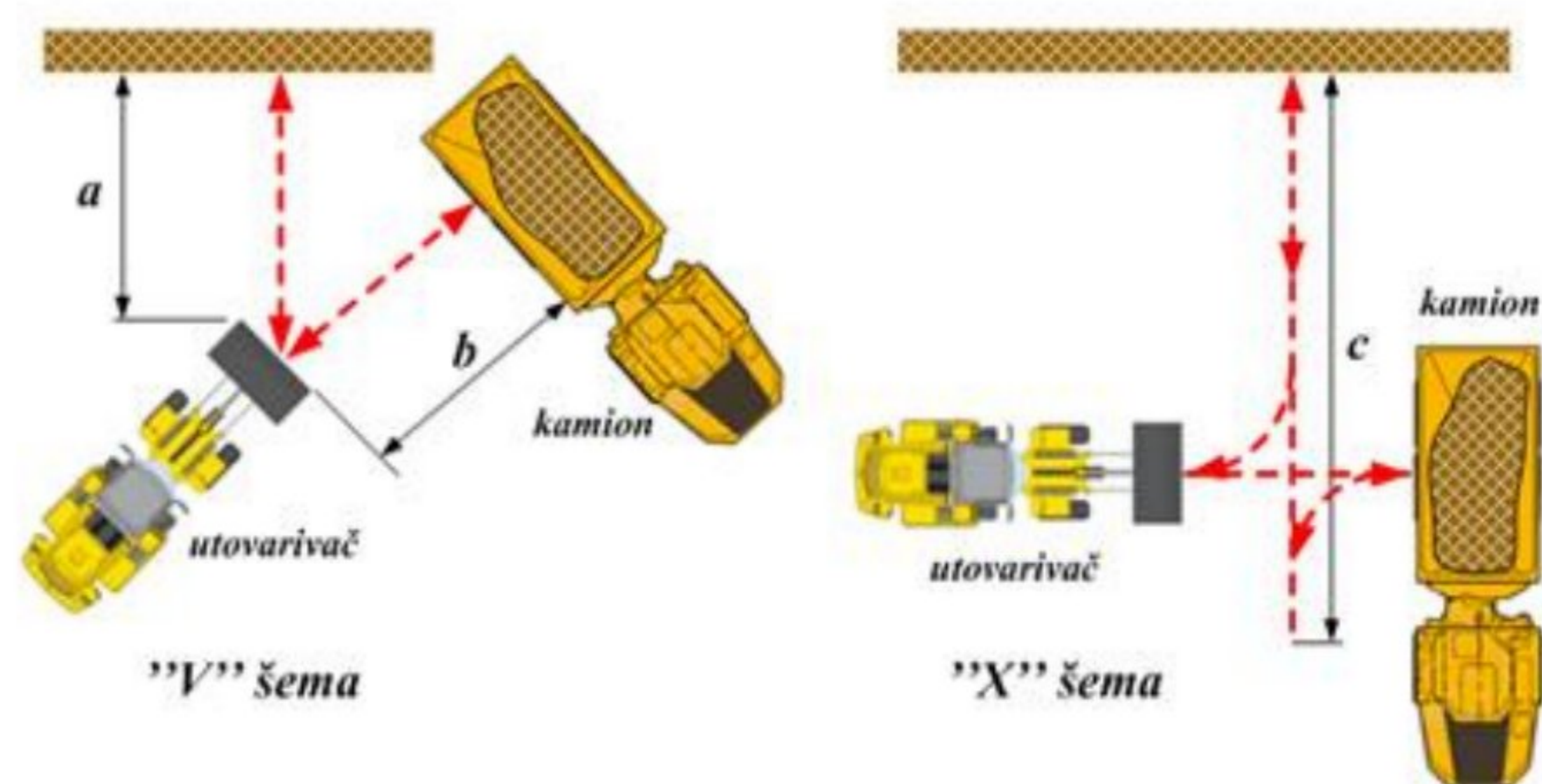
Слика 1. 23 - Приказ булдозера у раду (Слика узета са површинског копа "Поље Е

Табела 6. - Површина за грубо равнање

Локација	Равне површине (ha)	Σ (ha)	Завршна кога одлагања (m _{nv})
Поље Д	510,6	1384,1	200
Поље Ц	741,3		220
Турија	132,2		194
Укупно	1384,1		

5.10. Рад утоварача на техничкој рекултивацији

Утоварачи представљају такође једну од заступљених машина на површинским коповима. Њихова примена почиње од почетка самог отварања површинског копа па све до радова на рекултивацији терена. Користи се за утовар материјала у различита средства транспорта. Конкретно на овом површинском копу "Поље Е" утовар се врши у камионе различитог капацитета.



Слика 1. 24 - Шема рада утоварача



Слика 1. 25 - Приказ рада утоварача (слика узета са површинског копа "Поље Е")

5.11. Рад одлагача на припреми за техничку рекултивацију

Одлагање представља завршни део процеса експлоатације јаловине.

Услов за добар рад на откривци и постизање предвиђеног капацитета откривке су одговарајућа одлагалишта. Код експлоатације лигнита посебну пажњу треба посветити одлагању јаловине, која, због своје неповољне геомеханичке карактеристике у растреситом стању, може створити озбиљне проблеме у погледу стабилности и потребног простора за одлагање. Мале дозвољене висине одлагалишта, које се код наших површинских откопа лигнита обично крећу између 10 и 15 m код глиновитог и око 20 m код

песковитог материјала, захтевају ради смештаја великих количина маса откривке формирање низа радних етажа на одлагалиштима, чија међусобна удаљеност износи најмање 50 м, али се, по правилу, код више од две етаже креће око 100 м па и више. Нестабилности одложене јаловине код нагиба генералне косине одлагалишта преко 6° (нпр. "Поље Б" у колубарском и Белаћевац у косовском басену) захтевале су у периоду отварања површинског откопа смештај великих количина откривке на спољна одлагалишта и касно формирање унутрашњег одлагалишта.

Уколико за одлагање јаловине, при отварању површинског откопа, не постоје још слободни откопани простори других површинских откопане масе се морају одложити на спољна одлагалишта изван експлоатабилне границе лежишта лигнита. Одвоз и одлагање маса откривке на спољна одлагалишта је знатно скупље него одлагање у откопани простор површинског откопа. На спољна одлагалишта се масе, по правилу, морају транспортовати даље и дизати у висину, што захтева велика улагања у транспортна средства и велики утрошак електричне енергије за сам транспорт.

Због великих средстава, која су у инвестиционом периоду потребна за смештај јаловине на спољна одлагалишта, веома је важан показатељ одлагања маса на спољна одлагалишта по тони годишњег капацитета производње лигнита. Поред односа откривке према *in situ* у ограниченом површинском откопу, овај показатељ специфичног одлагања јаловине на спољна одлагалишта је један од врло важних показатеља у оцени техноекономских услова експлоатације. Он се обично креће код површинских откопа лигнита између 3 и 30 m³/t годишњег капацитета.

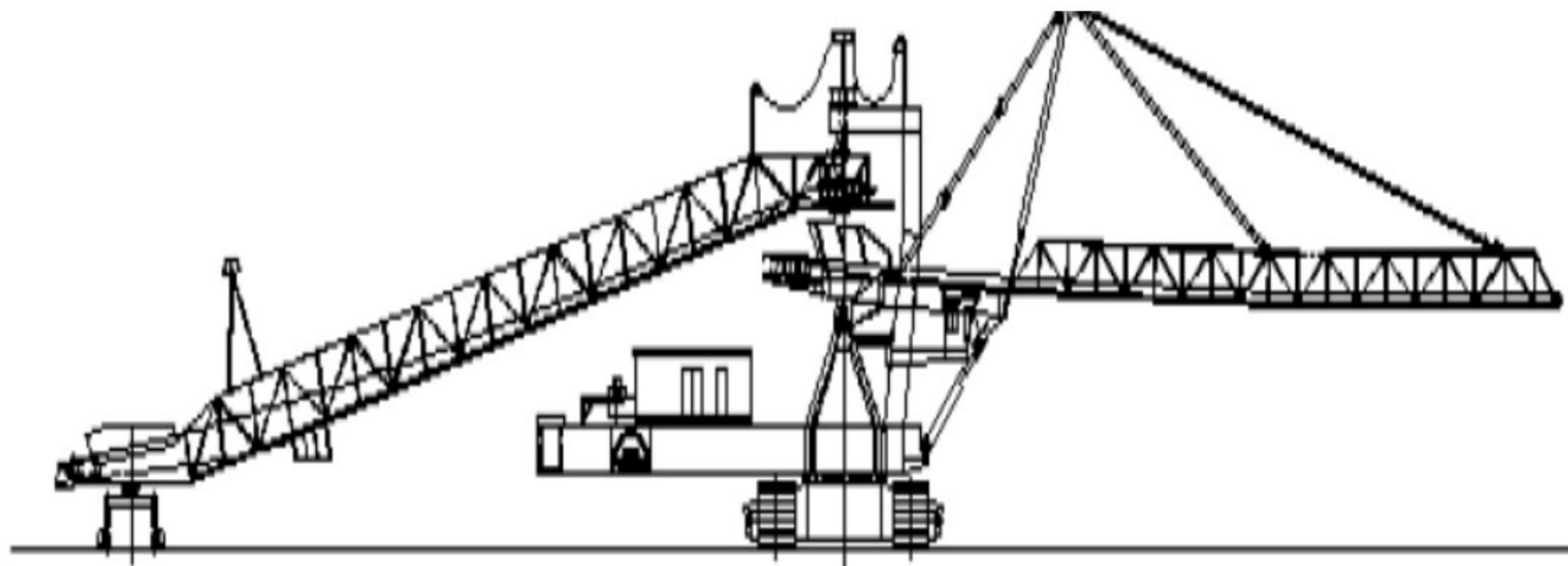
Одлагач јаловине представља ескавациони и транспортни уређај који црпи материјал истоварен из вагона или прима материјал са трачних транспортера, одлаже га на косину одлагалишта и врши његово планирање.

Одлагачи са тракама су најраспрострањенији типови одлагача јаловине на површинским откопима лигнита и примењују се на свим површинским откопима где се транспорт јаловине врши тракама.

Јаловина, која се на одлагалиште допрема транспортним тракама, предаје се траком у облику петље (тзв. S колица - клизни воз) на пријемни транспортер одлагача и затим транспортује на транспортер за одлагање јаловине, који јаловину одлаже на висинску или дубинску етажу одлагалишта

Транспорт одлагача на гусеницама има велику предност у односу на друге транспортне уређаје, као што су континуални рад на одлагању јаловине и за време транспорта одлагача и могућа већа брзина транспорта.

Код одлагача са тракама најважнији део представља конзола са транспортером за одлагање јаловине, која код савремених конструкција постиже дужину до 110 m при раду у систему са транспортним тракама, а до 225 m код примене одлагача са тракама за директно одлагање јаловине. Данас највећи одлагач има капацитет од преко 22.000 m³/h и масу од преко 5400 t.



Слика 1. 26 - Одлагач са траком



Слика 1. 27 - Приказ одлагача на "Пољу Е"

6. БИОЛОШКА РЕКУЛТИВАЦИЈА

Земљиште је један од најважнијих природних ресурса и има непроцењиву вредност. Споро се образује, а у процесу деструкције брзо уништава. Оно представља врло динамичан хетероген систем у коме се стално одвијају различити процеси физичке, хемијске и биолошке природе. Паралелно са привредним развојем врши се агресија на земљиште, које постаје главна жртва технолошког развоја једне земље. Бројне негативне последице привредне делатности човека на земљиште не треба посматрати само са аспекта директног угрожавања здравља људи, већ и преко измена постојећих биоценоза и нарушавања основних функција и биолошких законитости земљишта као екосистема, а с тим у вези и нежељених ефеката на његову плодност.

У процесу коришћења земљишта у непољопривредне сврхе, посебно приликом отварања површинских копова различитих сировина долази до мањих или већих његових оштећења или потпуног уништења. Да би се избегле штетне последице развоја површинских копова, рударске активности треба да прати биолошка рекултивација одлагалишта јаловине и уређења деградираних површина, а све у циљу успостављања различитих вегетацијских и других екосистема на новоформираном земљишту. Генерално посматрајући рекултивација подразумева поновно успостављање биљних заједница на подручима деградираних експлоатацијом угља. Може се обављати периодично или у континуитету, паралелно са рударским активностима. С обзиром да се ради о новоформираном земљишту које је настало као резултат откопавања и експлоатације угља, потребно је применити одговарајуће педомелиоративне и агротехничке мере.

Искуства вишегодишњих експеримената са различитим ратарским културама и примењеним агротехничким мерама, дала су полазну основу за рекултивацију овог земљишта.

6.1. Избор култура за биолошку рекултивацију

Поступак биолошке рекултивације се спроводи на технички рекултивисаној парцели и спровођење пољопривредне рекултивације на подручју површинског копа „Тамнава Западно поље” предвиђено је у две фазе:

- **Прва фаза** или мелиоративна фаза (сетва грахорице у смеси са овсом прве године, а након заоравања као зеленишног ђубрива, врши се заснивање луцеришта и коришћење луцерке као сточне хране и у четвртој години трећи откос се заорава. Уношењем велике количине органског и минералног ђубрива, побољшавају се хемијске особине земљишта и припрема се земљиште за организовање пољопривредне производње.
- **Друга фаза** на депосолу подразумева гајење ратарских култура у систему вишепољног плодореда. Плодоред је један од система биљне производње, који омогућава успешније гајење пољопривредних усева, постизање стабилнијих приноса, смањује потенцијал ширења корова, штеточина и болести. Деловање плодореда је кумулативно и комплексно, а утиче на структуру, водни и ваздушни режим земљишта, на промет органске материје, на садржај и приступачност минералних материја, на биолошку активност земљишта и др.

Табела 7. - Подела култура у процесу рекултивације

Ред.број	Култура	Дужина вегетације
<i>Прва фаза (мелиоративна фаза)</i>		
1.	Грахорица	1 година
2.	Луцерка	4 године
<i>Друга фаза (ратарске културе)</i>		
3.	Кукуруз	1 година
4.	Пшеница	1 година
5.	Соја	1 година
6.	Кукуруз	1 година
7.	Лечам	1 година

6.1.1. Прва фаза пољопривредне биолошке рекултивације

Зеленишно ђубрење представља заоравање зелене масе биљака које брзо расту и стварају велику нацемну масу. Како стајњака нема довољно на нашем тржишту препоручљиво је применити зеленишно ђубрење.

Позитивни ефекти зеленишног ђубрива су многобројни: сузбијање корова и спречавање развоја болести и штеточина, побољшање микробиолошке активности у земљишту, усвајање хранива из дубљих слојева земљишта, чување хранива од испирања у дубље слојеве. Земљиште постаје растреситије и топлије у току јесени и зиме, а у току лета покровне биљке (сидерати) штите земљиште од исушивања. Такође, коришћењем зеленишног ђубрива у земљишту долази до повећања органске материје која је богата водом, шећером, скробом и азотом.

У односу на друга ђубрива зеленишно ђубриво има краће продужено дејство, али његовим уношењем у земљиште активирају се микроорганизми, који минерализују зеленишно ђубриво у елементе, који прелазе у земљишни раствор, чиме се повећава одређена количина органске материје у земљишту, повећава фонд активне материје и доводи до накупљања органске материје у земљишту као и боља структура земљишта, а са њом и све остале особине које дају одређена производна својства земљишта.

Повећање биланса хумуса незамисливо је без органског и минералног ђубрива, гајења биљака, које обогаћују земљиште хумусом, као што су легуминозне биљке, трава и њихове смеше. Зато је приоритет биолошке рекултивације гајење биљака, које ће се користити као зеленишно ђубриво, дакле не због постизања већег рода већ ће имати намену да се користе у сврху ђубрења земљишта.

Грахорице и овса (Vicia sp.)

Значај: Грахорица је биљка која има изражену способност успевања у свим агроеколошким условима. То је једногодишња биљна врста која припада фамилији Фабацеае, род Вициа. Грахорица се гаји у чистом усеву или мешаном

са житима (раж, овас) ради сточне хране. Гајење грахорице је значајно у поступку рекултивације из разлога што у кратком временском периоду формира велику наџемну масу и захваљујући развијеном и дубоком корену, усваја храниво из дубљих слојева земљишта и премешта у оранични слој земље. Као зеленишно ђубриво најпогодније су легуминозе у које спада и грахорица због способности да фиксирају атмосферски азот и пренесу га у земљиште. Слизаве материје које се продукују након заоравања биљака слепљују честице земљишта, градећи крупније агрегате чиме би се побољшала структура земљишта.

Гајењем грахорице у земљишту се развија веома жива микробиолошка активност и уз помоћ моћног кореновог система има утицаја на растресање и биогеност подораничног слоја земљишта.

Такође, на садржај укупног азота у земљишту утицало би се заоравањем наџемног дела грахорице, чиме би се унела велика количина зелене масе (око 2 t/ha). На овај начин би се повећала количина лакоприступачног азота и угљеника у земљишту. У поступку производње грахорице примењиваће стандардне агротехничке мере.



Слика 1. 28 - Грахорица

Луцерка (Medicago sativa L)

Луцерка је веома значајна ратарска култура, која захваљујући својим особинама има важну улогу у рекултивацији земљишта. Захваљујући јаком кореновом систему, враћа трајно изгубљена хранива из дубљих земљишних слојева (калијум) и депонује га у површинском делу земљишта, за културе које

долазе после ње у плодореду. Може отклањати вишак нитрата из дубљих земљишних слојева.

Луцерка може фиксирати од 43-80% потребног азота, што износи од 138-319 kg/ha годишње.

Луцерка је пожељна у плодореду, поправља земљишту структуру, благотворно делује на усеве који после ње долазе у плодореду јер иза себе оставља до 463 kg/ha азота захваљујући симбиози са симбиозним азотофиксаторима.

Технологија гајења: Луцерка ће се у плодореду гајити после грахорице у другој години биолошке рекултивације и период експлоатације трајаће четири године. Пре основне обраде, у јесен треба обавити растурање минералног ђубрива НПК у количини од 400 kg/ha. Након растурања, у што краћем року, треба обавити основну обраду земљишта, односно дубоко орање када земљиште поред влаге има још и довољно потребне топлоте за микробиолошке процесе. Дубоко орање треба обавити до дубине од 25-30 cm. Отворене бразде треба оставити у току јесени и зиме да би могло да се врши конзервирање влаге и радом микроорганизама технолошко сазревање ораничног слоја.

У предсетвеној припреми треба обавити затварање бразди тањирачом и проходом сетвоспремача како би се земљиште идеално припремило. Предсетвена припрема земљишта за сетву луцерке мора бити идеално обављена јер луцерка има ситно семе, клица је нежна и осетљива, и из тог разлога сетва мора бити обављена на оптималној дубини, како не би дошло до исушивања. За успешно пријањање семена за честице земље и успешно ницање, површински слој земљишта мора до дубине од 10 cm бити што финије обрађен.

Сетву луцерке треба обавити у другој половини марта месеца, јер се тиме постиже бољи склоп биљака. Сетву треба обавити ускоредном сејалицом на дубину од 2-2,5 cm и међуредним размаком од 10-12 cm. Сетву обавити са 25 kg/ha семена домаће производње. Семе за сетву мора бити чисто (без семена корова и „Вилине косице”) високе клијавости и са мало тврдох зрна. С обзиром на агрометеоролошке услове на пројектованом подручју требало би обавити ваљање сетвене површине после сетве, због бољег пријањања семена луцерке у

земљу. Пошто је рекултивисано земљиште малих производних способности пре кретања вегетације (крај фебруара-почетак марта), у наредној години производње, потребно је обавити прихрану луцерке са 200 kg/ha КАН-а.

У првој години живота луцерка је угрожена од корова, нарочито на новозаснованим луцериштима. Најкритичнији је период од фазе ницања до првог откоса, тако да хемијску заштиту треба применити у фази када су развијена три тролиска луцерке. Третирање треба извршити хербицидом Пулсар у количини од 1 l/ha и Савазон у количини од 2 l/ha. То су хербициди који уништавају широколисне корове, као и неке траве. Оваквим третирањем луцерки се омогућава лакше клијање и раст, што касније утиче на већи принос и бољи квалитет.

Штеточине луцерке могу изазвати значајне штете на усеву. Најчешћи напади штеточна у луцеришту су: напади луцеркине бубе (Фитодецта форницата), пипе и биљне ваши. Уколико су временске прилике без падавина са високим температурама штеточина може да успори пораст луцерке после првог откоса. Уколико се констатује појава ларве овог инсекта мора се приступити третирању усева инсектицидима. У последње време најбоље резултате даје примена инсектицида Фастац 10ЕЦ, у количини од 200 ml/ha.

У првој години (година заснивања) кошење луцерке треба обавити два пута, у другој и трећој години кошење треба обавити три пута. Први откос младе луцерке треба обавити у фази пуног цветања, а остале откосе када је луцерка у фази почетка цветања. Кошење треба обављати по сувом и топлом времену из разлога што је потребно да се откос просуши, а након сушења са једне стране, треба извршити превртање сена. Када се сено осуши треба га сакупити у бале и одвести у складиште. У четвртој години луцерку је потребно два пута покосити и балирати, а трећи откос се тарупира (иситни) и заорава за зеленишно ђубриво.

На овај начин је завршена прва мелиоративна фаза пољопривредне рекултивације. Вишегодишње легуминозне биљке као природни азотофиксатори утичу на повећање плодности јаловине обогаћивањем супстрата азотом, што повољно утиче на производњу наредних култура. Поред

тога, поправљају структуру земљишта захваљујући дубоком и бујном кореновом систему и додавањем нацемне органске масе приликом заоравања. После прве мелиоративне фазе јаловина је припремљена за другу фазу.



Слика 1. 29 - Луцерка

6.1.2. Друга фаза пољопривредне биолошке

Кукуруз (Zea mays L.)

Значај: Кукуруз је, уз пшеницу и пиринач, једна од три водеће пољопривредне културе у свету. Од свих житарица кукуруз има највећи потенцијал родности. Сви делови биљке кукуруза могу се искористити, било као храна (људска и сточна) или за индустријску производњу. Из тог разлога има посебан економски значај. Кукуруз је посебно значајан у сточарству, било у облику зрна или силаже целе биљке. За исхрану човека, у непрерађеном стању, данас се још користи у слабо развијеним земљама, премда се у високо развијеним земљама све више употребљава као храна у прерађеном облику.



Слика 1. 30 - Кукуруз

За стоку се може користити као концентровано храниво (зрно) или у облику кабасте сточне хране. Зрно се може користити као концентровано сточно храниво или као компонента крмних смеша. Кукуруз се може користити као зелена свежа крма, као силажа, као сува биљна маса и као биљни остаци, који се заоравају у земљиште. Кукурузовина је веома богата материја типа целулоза, хемицелулоза пектинским материјама које имају значај у формирању хумуса.

У индустријској преради сваког дана има све већи значај, а његова примена постаје све разноврснија. Данас се од кукуруза производи више од 500 различитих индустријских прерађевина (шећер, алкохол, уље, разне киселине). Треба истаћи посебан агрономски значај кукуруза, који има у плодрореду, као ратарска биљка. Као окопавина гаји се на највећем делу ораничних површина у Србији. Захтева модерну технологију, оставља иза себе чисте површине од корова. Заоравањем кукурузовине земљиште се обогаћује органском материјом, која својим саставом утиче на повећање и образовање хумуса. Данас је производња кукуруза у потпуности механизована.

Пшеница (*Triticum L.*)

Значај: Пшеница је најважнији њивски усев. Главна намена пшенице је производња хлеба и исхрана људи. Данас се 70% човечанства храни пшеницом. Коришћење пшенице као крмне културе није економски оправдано. Споредни производи пшенице су слама и плева и оне се могу користити као простирка за домаће животиње. Просечан принос наџемне биомасе износи 4.000-6.500кг/ха, и ову биомасу на рекултивисаном земљишту треба заорати у земљу где ће под утицајем микроорганизама бити разложена, а то ће утицати на формирање хумуса.

Пшеница има жиличаст коренов систем, који се шири како у дубину, тако и у ширину. Главна маса кореновог система налази се у ораничном слоју до 30 см, док само мањи број жила може да продре до 2 м дубине. Овако велика маса ситних коренових длачица има и добру продукцију коренских излучевина, што

утиче на развој и састав земљишне микрофлоре. Бројна истраживања су показала да се у коренској и при коренској зони развија велики број (неколико милиона по једном граму земљишта) различитих група микроорганизама, као и да пшеница има способност асоцијативног односа за слободним азотофиксаторима.



Слика 1. 31 - Пшеница

Соја (*Glycine hispida* Max. syn. *Soja hispida* Moench.)

Значај:Соја има велики привредни значај који се огледа у великој хранљивој, енергетској и витаминској вредности семена које има врло значајну улогу у исхрани људи, домаћих животиња, као индустријска сировина за производњу уља. Соја је врло значајна махунарка, у ратарству је третирају као најважнију протеинско-уљану културу у нашој земљи.

Зрно соје садржи 38-48% протеина са високим уделом есенцијалних аминокиселина. Зрно је сировина за све већи број производа за људску исхрану. За сточарство има прворазредни значај, јер се користи за производњу кабасте сточне хране у виду зелене крме, силаже и сена. Свежа крма соје се може успешно дехидрирати и на тај начин се производи веома квалитетно брашно. При сушењу у сено јављају се већи губици, отпада лист.

Сојина сачма и брашно су драгоцене компоненте за концентрована сточна хранива. Соја има способност да живи у симбиози са симбиозним азотофиксаторима, који се образују и живе у квржицама на корену у којима се везује атмосферски азот. Због те своје особине соја не захтева ђубрење минералним азотом, осим до 30 kg/ha као стартну дозу. Након вегетације у земљишту остају велике количине органског азота, те су укупне количине азота које остају у земљишти чак до 150 kg/ha.



Слика 1. 32 - Соја

Јечам (*Hordeum sativum* L.)

Значај. Јечам има велики привредни и агротехнички значај. Семе јечма користи се у исхрани, и то непосредно за справљање хлеба и других пекарских производа. Много више јечам се користи у индустрији пива и слада. Слад је основна сировина за производњу квалитетног пива, док се сладни сируп као споредни производ користи у пекарској и кондиторској индустрији. Јечам такође има важну улогу у исхрани домаћих животиња и представља врло важну компоненту концентроване сточне хране. Није занемарљив ни његов агротехнички значај јер сазрева током лета, раније од осталих правих жита. После јечма земљиште остаје незакоровљено и добрих физичких особина.



Слика 1. 33 - Јечам

6.2. Технички опис биолошке рекултивације пошумљавањем

Рекултивацијом пошумљавањем, заснивањем нових шумских биљних заједница, постижемо три основна циља у обнови простора: бржу обнову земљишта и покретање земљишних процеса, заштиту земљишта од ерозије и прилив кисеоника.

Садњом шумских дрвенастих врста и спонтаним насељавањем аутохтоне и приземне шумске вегетације, долази до повећаног прилива органске материје у осиромашени супстрат што доводи до покретања педолошких процеса. Присуство вегетације и њихових коренових система штити површину од одношења слојева земљишта. Шуме у процесу фотосинтезе стварају велике количине кисеоника, који је неопходан за све просторе на којима је присутно велико аерозагађивање. Пошумљавањем се повећава потенцијал станишта за везивање органског угљеника. Само ови основни бенефити, довољно су значајни, да се при планирању биолошке рекултивације одлучимо за рекултивацију пошумљавањем.

Правилан избор врста за пошумљавање одлагалишта је далеко сложенији проблем од пошумљавања природних станишта. Изабране врсте треба да имају мале захтеве за биљним асимилатима, добро развијен коренов систем, да нису у већој мери подложне нападу патогена и да омогућавају развој и спонтано насељавање друге вегетације. При томе се посебно морају узети у обзир састав супстрата, рељеф новонасталих површина, климатски и микроклиматски услови и састав природних биљних асоцијација (аутохтоних).

Избор врста за ове површине је извршен на основу искуства у досадашњој рекултивацији. Треба нагласити да је овде дат избор потенцијалних четинарских и лишћарских врста за пошумљавање, а конкретан избор ће зависти од особина одложене јаловине, климатских промена и стварања нових врста прилагођених садњи на јаловиштима.

Садни материјал треба да буде из регистрованих расадника, уједначеног квалитета, добро развијеног кореновог система и наџемног дела, без механичких оштећења и оштећења од инсеката и болести. Саднице треба да

буду екстра класе или прве класе квалитета по стандарду, са уверењем о здравственом стању и пореклу садног материјала. Саднице лишћара и воћкарица требају бити по начину узгајања класичне, али добро однеговане, голог корена. Саднице четинара треба да буду произведене у контејнерима.

Tabela 8. - Изабране врсте дрвећа за биолошку рекултивацију на површинском копу "Поље Е"

Редни број	Врсте садног материјала	Старост садног материјала
1.	Pinus nigra – Црни бор	2+1
2.	Prunus mahaleb - Рашељка	2+0
3.	Cerasus avium – Дивља трешња	2+0
4.	Juglans nigra – Црни орах	2+0
5.	Betula pendula - Бреза	2+0

На следећим сликама су приказане изабране врсте дрвећа за биолошку рекултивацију на површинском копу "Поља Е".



Слика 1. 34 - Црни бор



Слика 1. 35 - Рашељка



Слика 1. 36 - Дивља трешња



Слика 1. 37 - Црни орах



Слика 1. 38 - Бреза

6.3. Рекапитулација трошкова биолошке рекултивације на одлагалиштима површинског копа "Поља Е" – 2042. године.

Табела 9. - Збирна рекапитулација предмера трошкова биолошке рекултивације пољопривредна и шумска рекултивација.

Ред. бро.	Пољопривредна рекултивација			Шумска рекултивација		
	Назив одлагалишта	Површина (m ²)	Трошкови радова (dinara)	Назив одлагалишта	Површина (m ²)	Трошкови радова (динара)
1.	"Поље Ц"	1.055.036	140.829.629,00	"Поље Д"	122.307,00	36.783.501,70
2.	"Поље Д"	2.724.061	363.634.115,98	"Турија"	421.218,00	128.406.345,76
3.	"Турија"	1.026.213	136.985.180,36			
4.	Укупно	4.805.310	641.448.925,34 5.345.410,96 €	Укупно	543.525,00	165.189.847,46 1.376.582,00 €
5.	Укупно пољопривреда и шумарство			806.638.772,80 6.721.992,96 €		

6.4. Збирна рекапитулација предмера трошкова техничке и биолошке рекултивације

Табела 10. - Рекапитулација трошкова извођења радова за техничку и биолошку рекултивацију

1.	Техничка рекултивација	10 594 710 €
2.	Биолошка рекултивација	19 300 543 €
УКУПНО:		29 895 253 € 3 587 430 360 (дин.)

6.5. Очекивани ефекти биолошке рекултивације површинског копа "Поље Е"

Површинска експлоатација угља на простору Колубарског басена доводи до нарушавања природних екосистема, промене рељефа, водног режима и др.

Велики број међусобно повезаних фактора утиче на успех биолошке рекултивације, почев од техничке рекултивације, припрема земљишта, избора начина рекултивација, избора садног материјал односно семена, примењене агротехнике и др. Такође, многи абиотички и биотички фактори утичу на успех рекултивације, време извођења агротехничких радова током вегетационе сезоне и други фактори на које често не можемо да утичемо.

Подизањем шумских засада и организовање пољопривредне производње, након завршетка експлоатације угља, деловаће се на земљиште повећавањем његове биогености, покретањем педогенетских процеса, спречаваће се развој ерозије и вршити стабилизација косина одлагалишта. Шумски засади својом лисном масом вршиће значајну улогу у филтрацији аерозагађивача (пепела и прашине са активних копова) и заштити околних насеља.

Заравњене површине копова предвиђене су за организацију пољопривредне производње на депосолу, која би кроз две фазе пољопривредне рекултивације довела до формирања антропогеног земљишта способног за редовну производњу.

Биолошка рекултивација површинског копа "Поља Е" довела би поступно, кроз неколико фаза, до обнове, озелењавање предела, усложњавање еко- и агроекосистема, повратка биљних и животињских заједница и значајно побољшање квалитета животне средине овог краја.

6.6. Механизација која ће се користити за извођење радова на биолошкој рекултивацији на површинском копу "Поље Е"

Механизација која ће се користити у биолошкој рекултивацији су заправо машине које се користе у пољопривреди. Већ смо напоменули о којим културама је реч и прилоком припреме терена на техничкој рекултивацији наступа пољопривредна механизација. Тежи се да се деградирано земљиште врати у пољопривредно стање како не би штете од експлоатације угља биле велике у економском смислу.

Такође, познато нам је да се травнате културе саде на етажним равнима, а да се на завршним косинам врши пошумњавање како би се постигли бољи ефекти стабилности терена.

За потребе ових радова користи ће се трактори, различити типови сејалица за различите културе, плугови, тањираче, циклони, комбајни, пресе итд.



Слика 1. 39 - Пољопривредна механизација

7. ЗАКЉУЧАК

Рекултивација представља комплекс рударских, инжењерских и пољопривредних мера које се спроводе за обнављање, па чак и побољшање, биолошке продуктивности и пољопривредне вредности терена нарушеног површинском експлоатацијом.

Кроз овај пројекат је урађена детаљна анализа техничке и биолошке рекултивације која је планирана након завршене експлоатације на површинском копу "Поље Е".

Техничке мере на површинским коповима се обављају у процесу експлоатације и представљају планирано обликовање простора површинског копа и одлагалишта, а укључује планирање површине терена, формирање рекултивационе површине, извођење и ублаживање нагиба бочних косина, изградњу путева, хидротехничких, мелиорационих и других објеката који прате радове на земљишним површинама.

Док биолошке мере подразумевају примену пољопривредних и шумских мелиорација, које доприносе стабилности и одржавању рекултивисаних површина, али су много значајније са аспекта ревитализације простора и успостављања природних биоценоза. Значајну улогу у биолошким мерама имају хортикултурне врсте.

Коначни циљ рекултивације је обликовање оптималног рељефа са таквом формом организације која омогућава, не само максималну продуктивност пољопривредних површина, него и рекреационе, естетске и друге карактеристике обновљене природне средине.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Вујић С., *Селективно откопавање и одлагање откритке у функцији рекултивације површинских копова угља*, Научна Монографија, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Академија инжењерских наука Србије и ЕПС;
2. Вујић С., *Пројектовање рекултивације и уређење предела површинских копова*, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду и Академија инжењерских наука Србије, Београд, 2009;
3. *Гоогле мапс (Слике и локација површинског копа "Поље Е")*;
4. Димитријевић Б, *Докторска дисертација, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, 2014, Библиотека Рударско-геолошког факултета у Београду, Бушина 7*;
5. *Књига ИИ.9. Технички пројекат рекултивације и просторног уређења површина захваћених експлоатационим радовима*;
6. *Књига 2. Дугорочни програм развоја експлоатације угља у костолачком угљоносном басену (децембар 2015.године)*;
7. Павловић В, *Рекултивација површинских копова и одлагалишта*, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Југословенски Комитет за површинску експлоатацију, Београд, 2000;
8. Павловић В., 1992., *Технологија површинског откопавања*, Издање: РГФ, Београд;
9. Павловић В., 1998., *Системи површинске експлоатације*, Издање: РГФ, Београд;
10. *Технологија површинске експлоатације – Скрипта*, Бојан Димитријевић, Сајт Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду, Репозиторијум предмета *Технологија површинске експлоатације*, 2019.;
11. *Технологија површинске експлоатације – Скрипта 2. са Практикумом*, Техничка и технологија континуалне експлоатације, Бојан Димитријевић, Сајт Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду, Платформа Теамс предмет – *Технологија површинске експлоатације*, јун 2021.;
12. *Технологија површинске експлоатације – Скрипта 1. са Практикумом*, Техничка и технологија *diskontinualne* експлоатације Сајт Рударско – геолошког факултета Универзитета у Београду, Платформа Теамс предмет – *Технологија површинске експлоатације*, август 2021.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента Милош Глигоријевић
Број индекса Р550/22

Изјављујем

да је завршни рад под насловом

Техничка и биолошка рекултивација као технолошки процес
рада у површинској експлоатацији на примеру површинског
копа "Поље Е" рударског басена Колубара

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини ни у деловима није био предложен за стицање друге дипломе на студијским програмима Рударско-геолошког факултета или других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис студента

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента Милош Радича Глигоријевић
Број индекса Р550/22
Студијски програм Рударско инжењерство
Наслов рада Техничка и Биолошка рекултивација као технолошки процес рада у површинској експлоатацији H_2 примеру површинског копља "Павле Е" рударског басена
Ментор Колубара Бојан Димитријевић

Изјављујем да је штампана верзија мог завршног рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради одлагања у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Рударско-геолошког факултета.

У Београду, _____

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

Овлашћујем библиотеку Рударско-геолошког факултета да у Дигитални репозиторијум унесе мој завршни рад под насловом:

Техничка и биолошка рекултивација као технолошки процес рада у површинској експлоатацији на примеру површинског копа "Поље Е" рударског басена Колубара

који је моје ауторско дело.

Завршни рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни рад одложен у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета је (заокружити једну од две опције):

I. редуковано доступан кроз наслов завршног рада и резиме рада са кључним речима;

II. јавно доступан у отвореном приступу, тако да га могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се уз сагласност ментора одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)

У Београду, _____

Потпис ментора

Потпис студента

1. **Ауторство.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
 2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
 3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
 4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
 5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
 6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољава умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.
-