



UNIVERZITET
METROPOLITEN
FAKULTET ZA PRIMENJENU
EKOLOGIJU „FUTURA“



Dejan D. Dramlić

MONITORING ŽIVOTNE SREDINE KOD
PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA U
REPUBLICI SRBIJI

- DOKTORSKA DISERTACIJA -

Beograd, 2024.

UNIVERSITY METROPOLITAN
Faculty of Applied Ecology „FUTURA“

Dejan D. Dramlić

ENVIRONMENTAL MONITORING IN
UNDERGROUND COAL EXPLOITATION IN
THE REPUBLIC OF SERBIA

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2024.

Podaci o mentoru, članovima komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije

Mentor: **dr Vladica Ristić, redovan profesor Fakulteta za primenjenu ekologiju
“Futura”, Univerziteta Metropolitan**

Članovi komisije: **dr Svetozar Krsić, vanredni profesor Fakulteta za primenjenu
ekologiju “Futura”, Univerziteta Metropolitan**
**dr Dražana Tošić, vanredni profesor Rudarski fakultet Prijedor,
Univerzitet u Banjoj Luci**

MONITORING ŽIVOTNE SREDINE KOD PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA U REPUBLICI SRBIJI

Sažetak

U okviru ove doktorske disertacije obrađen je značaj podzemne eksploatacije uglja u Republici Srbiji i istraživan razvoj modela monitoringa životne sredine kod podzemnih rudnika.

Monitoring životne sredine pri podzemnoj eksploataciji uglja u našoj dosadašnjoj praksi do sad nije celovitije istraživan i zato njegova obrada ima karakter originalnog istraživanja, a primenom u praksi će doprineti obogaćivanju rudarske struke i nauke. Za predmetne aktivne rudnike uglja obrađeni su detaljno podaci o radu rudnika i uticaju na životnu sredinu, dok su za perspektivna ležišta koja su predviđena za aktiviranje obrađeni prirodno-geološki uslovi i idejna tehničko-tehnološka rešenja eksploatacije.

Primarni cilj istraživanja bio je sadržan u tezi da se utvrđenim istraživačkim rezultatima doprinese razvoju podzemnih rudnika, istraži interakcija podzemni rudnici – životna sredina i otklone dileme o razornom delovanju podzemne eksploatacije uglja na životnu sredinu.

U složenim i različitim prirodno-geološkim uslovima u podzemnim rudnicima uglja u Srbiji primenjuju se brojna i raznolika rešenja tehnološkog procesa eksploatacije, a koja imaju specifična ispoljavanja na životnu sredinu.

Smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu postiže se adekvatnim zaštitnim merama pri postojećoj tehnologiji eksploatacije i primenom novih tehnoloških rešenja koji minimalno ugrožavaju životnu sredinu, ublažavanjem ili sanacijom negativnih posledica eksploatacije i permanentnom obukom tehničkog osoblja rudnika za rešavanje zadataka iz oblasti zaštite životne sredine.

U okviru izvršenih istraživanja dokazana je mogućnost smanjenja uticaja delatnosti podzemne eksploatacije uglja na životnu sredinu, a posebno pažnja posvećena je razvoju novog modela monitoringa životne sredine. Primenom razvijenog modela omogućiće se pouzdana procena veličine i intenziteta zagađivanja, pravovremenog preduzimanja mera radi sprečavanja šireg zagađenja, odnosno uspešnog saniranja uočenog i zabeleženog zagađenja.

Za potrebe istraživanja u ovoj disertaciji i dobijanje rezultata korišćen je višefazni postupak, pri čemu je u prvoj fazi vršeno prikupljanje i selekcija podataka iz raspoložive dokumentacije i operativne kontrole kod svih aktivnih rudnika i to posmatranjem tehnoloških procesa, a u drugoj fazi primenjeno je viša metoda istraživanja (analitička, sintetička, empirijska, sinteze i analize, komparativne analize i metoda indukcije i dedukcije).

Posebno je istaknut značaj proizvodnje uglja sistemom podzemne eksploatacije u Republici Srbiji, pri čemu je zaključeno da je neophodno razvijati ovu privrednu granu, vršiti osavremenjavanje tehnološkog procesa u postojećim aktivnim rudnicima i otvarati nove rudnike, a što će se odraziti na ukupan energetske bilans i BDP Srbije.

Model koji je razvijen u ovoj disertaciji uzeo je u obzir postojeći zakonski i institucionalni okvir u Republici Srbiji i njegovom doslednom primenom će se doprineti uspostavljanju, adekvatno uslovima, procedure procene uticaja predmetne delatnosti na životnu sredinu.

Ključne reči: ugalj, rudnik, eksploatacija uglja, rezerve uglja, životna sredina, monitoring životne sredine, emisija, emiter, imisija, podzemne i površinske vode, rudarski otpad, jalovište.

Naučna oblast: Nauka o zaštiti životne sredine

Uža naučna oblast: Održivi razvoj i životna sredina

ENVIRONMENTAL MONITORING IN UNDERGROUND COAL EXPLOITATION IN THE REPUBLIC OF SERBIA

SUMMARY

Within this doctoral dissertation, the importance of underground coal mining in the Republic of Serbia is discussed and the development of environmental monitoring models in underground mines is investigated.

Environmental monitoring during underground coal exploitation in our previous practice has not been more fully researched so far, and therefore its processing has the character of original research, and its application in practice will contribute to the enrichment of the mining profession and science.

For the active coal mines, detailed data on the operation of the mine and the impact on the environment were processed, while for the perspective mines that are planned for activation, the natural-geological conditions and the conceptual technical-technological solution of exploitation were processed. The primary goal of the research was contained in the thesis to contribute to the development of underground mines, investigate the interaction of underground mines - environment and eliminate dilemmas about the destructive effects of underground coal exploitation on the environment.

In the complex and different natural-geological conditions in the underground coal mines in Serbia, numerous and diverse solutions of the technological process of exploitation are applied, and they all have specific manifestations on the environment.

Reduction of harmful effects on the environment is achieved by adequate protective measures in the existing exploitation technology and application of new technological solutions that minimally endanger the environment, mitigation or remediation of negative consequences of exploitation and permanent training of mine technical staff to solve tasks in the field of environmental protection.

Within the performed research, the possibility of reducing the impact of underground coal mining on the environment has been proven, and special attention has been paid to the development of a new model of environmental monitoring. The application of the developed model will enable a reliable assessment of the magnitude and intensity of pollution, timely taking measures to prevent wider pollution, and successful remediation of observed and recorded pollution.

For the needs of research in this dissertation and for obtaining the results, a multi-phase procedure was used, where in the first phase data were collected and selected from available documentation and operational control at all active mines by observing technological processes, and in the second phase a higher research method was applied (analytical, synthetic, empirical, synthesis and analysis, comparative analysis and methods of induction and deduction).

The importance of coal production in the system of underground exploitation in the Republic of Serbia was especially emphasized, and it was concluded that it is necessary to develop this industry, modernize the technological process in existing active mines and open new mines, which will affect the overall energy balance and GDP of Serbia.

The model developed in this dissertation has taken into account the existing legal and institutional framework in the Republic of Serbia and its consistent application will contribute to the establishment, in accordance with the conditions, of the procedure for assessing the impact of the activity on the environment.

Key words: coal, mine, coal exploitation, coal reserves, environment, environmental monitoring, emission, emitter, groundwater and surface water, mining waste, tailings.

Scientific field: Environmental science

Narrow scientific field: Sustainable development and environment

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. METODOLOŠKO-HIPOTETIČKI OKVIRI ISTRAŽIVANJA	3
2.1. Predmet i cilj istraživanja za potrebe izrade doktorske disertacije	3
2.2. Osnovna i pomoćne hipoteze	5
2.3. Primjenjene metode pri istraživanju	5
2.4. Očekivani rezultati, društveni i naučni doprinos	7
3. STANJE PODZEMNIH RUDNIKA UGLJA U REPUBLICI SRBIJI	8
3.1. Uvodne napomene o aktivnim podzemnim rudnicima uglja	8
3.2. Rudnik „Soko“ – Sokobanja	11
3.2.1. Opšti podaci o rudniku	11
3.2.2. Prirodno - geološki uslovi eksploatacije	12
3.2.3. Tehničko-tehnološka rešenja eksploatacije	16
3.3. Rudnik „Štavalj“ – Sjenica	18
3.3.1. Opšti podaci o rudniku	18
3.3.2. Prirodno geološki uslovi eksploatacije	19
3.3.3. Tehničko – tehnološka rešenja eksploatacije	23
3.4. Rudnici „Rembas“ – Resavica, Despotovac	25
3.4.1. Opšti podaci o rudniku	25
3.4.2. Prirodno geološki uslovi eksploatacije	26
3.4.3. Tehničko-tehnološki uslovi eksploatacije	31
3.5. Rudnik „Lubnica“ – Lubnica, Zaječar	35
3.5.1. Opšti podaci o rudniku	35
3.5.2. Prirodno - geološki uslovi eksploatacije	36
3.5.3. Tehničko-tehnološka rešenja eksploatacije	39
3.6. Rudnik „Jasenovac“ – Krepoljin, Žagubica	42
3.6.1. Opšti podaci o rudniku	42
3.6.2. Prirodno geološki uslovi eksploatacije	43
3.6.3. Tehničko – tehnološka rešenja eksploatacije	46
3.7. Rudnik „Bogovina“ – Bogovina, (Boljevac)	48
3.7.1. Opšti podaci o rudniku	48
3.7.2. Prirodno - geološki uslovi eksploatacije	49
3.7.3. Tehničko-tehnološka rešenja eksploatacije	53

3.8. „Ibarski rudnici kamenog uglja“ – Baljevac (Kraljevo – Raška)	55
3.8.1. Opšti podaci o rudniku	55
3.8.2. Prirodno - geološki uslovi eksploatacije	57
3.8.3. Tehničko-tehnološki uslovi eksploatacije	61
3.9. Rudnik antracita „Vrška Čuka“ – Avramica (Zaječar)	64
3.9.1. Opšti podaci o rudniku	64
3.9.2. Prirodno - geološki uslovi eksploatacije	65
3.9.3. Tehničko-tehnološki uslovi eksploatacije.....	68
3.10. Zbirni podaci o stanju aktivnih podzemnih rudnika uglja	71
3.10.1. Opšte stanje aktivnih rudnika.....	71
3.10.2. Proizvodno stanje aktivnih rudnika	75
3.10.3. Prirodno - geološki uslovi ležišta	77
3.10.4. Prikaz faza tehničko-tehnoloških rešenja eksploatacije	81
4. PRAVCI RAZVOJA PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA U REPUBLICI SRBIJI.....	88
4.1. Energetika Republike Srbije.....	88
4.1.1. Karakteristike energetskog sektora Republike Srbije.....	88
4.1.2. Uloga uglja u energetskom bilansu Republike Srbije	91
4.2. Strateški pravci razvoja podzemne eksploatacije uglja u Republici Srbiji.....	96
4.2.1. Karakteristike rada i poslovanja podzemnih rudnika JP PEU.....	96
4.2.2. Privredno – društveni značaj podzemnih rudnika uglja	97
4.2.3. Razvojne opcije podzemnih rudnika uglja	98
4.2.4. Strategija realizacije razvojnih opcija	99
4.3. Analiza osnovnih prirodno geoloških i rudarskih karakteristika perspektivnih ležišta uglja.....	101
4.3.1. Ležište lignitskog uglja „Poljana“	102
4.3.2. Ležište mrkog uglja „Melnica“	105
4.3.3. „Zapadno-moravski ugljeni basen“.....	109
4.3.4. Ležište lignitskog uglja „Ćirkovac“ (dublji delovi)	114
4.3.5. Despotovački ugljeni basen (ležište „Kosa – Zabela“)	118
5. ISTRAŽIVANJE UTICAJA PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA NA ŽIVOTNU SREDINU	123
5.1. Životna sredina	123
5.1.1. Opšte napomene o životnoj sredini.....	123
5.1.2. Zaštita životne sredine	125
5.1.3. Zagađivanje životne sredine.....	127

5.2. Štetni uticaji i promene životne sredine kao posledica podzemne eksploatacije uglja.....	130
5.3. Procena pojedinačnih mogućih uticaja	133
5.3.1. Uticaji na kvalitet vazduha	133
5.3.2. Uticaji na kvalitet podzemnih i površinskih voda	134
5.3.3. Uticaji na zemljište	137
5.3.4. Uticaj buke, vibracija, toplote i zračenja	142
5.3.5. Uticaj na eko-sistem	144
5.3.6. Uticaj na nepokretna kulturna dobra	145
5.3.7. Uticaj na pejzaž	146
5.3.8. Uticaj na klimu	146
5.3.9. Uticaj na zdravlje stanovništva.....	146
5.3.10. Uticaj na komunalnu infrastrukturu.....	147
5.3.11. Naseljenost, koncentracija i migracija stanovništva.....	147
6. MONITORING ŽIVOTNE SREDINE U POSTOJEĆEM STANJU PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA	148
6.1. Parametri na osnovu kojih se mogu pratiti štetni uticaji na životnu sredinu..	148
6.2. Monitoring parametara uticajnih na životnu sredinu.....	150
6.2.1. Monitoring vazduha.....	150
6.2.2. Monitoring podzemnih i površinskih voda.....	152
6.2.3. Monitoring zemljišta	154
6.2.4. Kontrola nivoa buke	156
6.2.5. Monitoring otpada	158
6.3. Mesta, način i učestalost merenja utvrđenih parametara – monitoring u aktivnim podzemnim rudnicima uglja.....	158
7. RAZVOJ MODELA MONITORINGA ŽIVOTNE SREDINE	162
7.1. Konfiguracija monitoring sistema	162
7.2. Prikaz sadašnjeg stanja životne sredine u podzemnim rudnicima uglja.....	165
7.3. Parametri za utvrđivanje štetnih uticaja na životnu sredinu	166
7.4. Merna mesta i načini merenja utvrđenih parametara.....	173
7.4.1. Monitoring zemljišta	173
7.4.2. Monitoring vazduha.....	174
7.4.3. Monitoring voda	174
7.4.4. Kontrola nivoa buke	175
7.4.5. Voda u bunarima	175
7.4.6. Kontrola tretmana otpada	176

7.4.7. Kontrola oštećenja objekata u okviru eksploatacionog područja i njegovoj blizini	177
8. ZAKLJUČAK	178
LITERATURA	181
Izjava o autorstvu	186
Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada	187
Izjava o korišćenju.....	188

1. UVOD

Proizvodnja uglja sistemom površinske i podzemne eksploatacije predstavlja jednu od baznih delatnosti savremenog društva sa tendencijom daljeg zadržavanja vodeće pozicije uglja kao energenta za proizvodnju električne energije. Proizvodnja električne energije u Republici Srbiji je u najvećem delu zasnovana na proizvodnji u termoelektranama koje koriste ugalj, pri čemu je učešće uglja u ukupnim energetske rezervama oko 88%.

Ranije je podzemna eksploatacija uglja imala primat, a danas je tu ulogu preuzela površinska eksploatacija. Sada se podzemna eksploatacija uglja u Republici Srbiji obavlja samo u osam rudnika (sa 11 jama kao proizvodnih objekata), koji su prostorno locirani u istočnim, centralnim i zapadnim delovima republike.

Opšte karakteristike rudnika sada su niska proizvodnja, nizak stepen mehanizovanosti i visoko učešće radne snage, što u konačnom daje nepovoljne finansijske efekte. Strategijskim dokumentima razvoja energetskog sektora predviđen je rast proizvodnje uglja iz podzemnih rudnika uz stvaranje odgovarajućeg poslovnog ambijenta.

Za ove namene neophodno je postojeće rudnike restrukturirati na način da se rudnici u kojima su rezerve uglja pred iscrpljenjem etapno zatvaraju, a u ostalim izvrši osavremenjavanje tehnološkog procesa jačim uvođenjem mehanizacije. Istovremeno sa ovim procesom treba pristupiti otvaranju novih rudnika u ležištima sa povoljnim prirodno - geološkim uslovima za primenu kompleksne mehanizacije i sa većim rezervama za duži vek eksploatacije. Pred stručnjacima koji se bave eksploatacijom uglja stoji najvažniji zadatak: maksimalno ekonomično i sigurno eksploatisati ležišta uz minimalno ugrožavanje životne sredine.

U složenim i različitim prirodno-geološkim uslovima u ležištima uglja u Republici Srbiji primenjuju se brojna tehnološka rešenja, a svima je zajedničko specifično ispoljavanje na životnu sredinu u okolini rudnika, pri čemu se izdvajaju sledeći izvori:

- *Jame kao proizvodni objekti,*
- *Separacije kao prerađivački objekti,*
- *Transportni putevi od proizvodnog do prerađivačkog objekta ili potrošača.*

Kod svih navedenih izvora neophodno je dobro poznavanje štetnosti koje prouzrokuje eksploatacija uglja kako bi se one minimizirale.

Jedan od bitnih parametara kod sprovedenih istraživanja u okviru ove disertacije je monitoring životne sredine kojim treba da se ustanovi da li je i u kojoj meri ugrožena životna sredina pri izvođenju radova eksploatacije uglja i da bi se blagovremeno i efikasno sprečile odnosno uklonile neželjene posledice zagađivanja.

Istraživanje je rezultiralo razvojem sistema monitoringa životne sredine, koji je izmenjen u odnosu na postojeći, a sadrži sledeće faze:

- *Identifikaciju izvora i parametara zagađanja,*
- *Izabrane parametre životne sredine koji se mere i one koji se kontrolišu,*
- *Određene kritične oblasti,*
- *Prikupljanje podataka, analiza i procena.*

Procenjuje se da je uspostavljanje ovog unapređenog monitoringa realno i da će se sa razvijenim sistemom omogućiti efikasan monitoring zaštite životne sredine u podzemnim rudnicima uglja, a koji je u skladu sa postojećim zakonskim i institucionalnim okvirom u Republici Srbiji.

Sadržajno disertacija je oblikovana u 8 (osam) poglavlja, pri čemu je prvo poglavlje Uvod, drugo metodološko hipotetički okvir istraživanja, a osmo Zaključci.

Poglavljia pod 3, 4 i 5 sadrže podatke o opštem stanju podzemnih rudnika sa strateškim pravcima razvoja i istraživanju uticaja podzemne eksploatacije na životnu sredinu. Naredna dva poglavljia 6 i 7 obrađuju postojeći model monitoringa i razvijeni model monitoringa životne sredine, a što je bio ciljni zadatak.

Na kraju disertacije dat je pregled korišćene literature pri obradi teme istraživanja.

2. METODOLOŠKO-HIPOTETIČKI OKVIRI ISTRAŽIVANJA

U ovom delu obrađuju se predmet i cilj istraživanja, osnovna i pomoćne hipoteze, primenjene metode istraživanja, očekivani rezultati i naučni doprinos.

2.1. Predmet i cilj istraživanja za potrebe izrade doktorske disertacije

Predmet istraživanja sprovedenih u okviru izrade ove doktorske disertacije je utvrđivanje uticaja podzemne eksploatacije uglja u Republici Srbiji na stanje životne sredine i definisanje modela monitoringa koji će biti adaptivan uslovima rada i propisanim vrednostima parametara stanja životne sredine.

Primenjeni metod monitoringa do sada nije celovitije istraživan u Republici Srbiji i zato njegova obrada ima karakter originalnog istraživanja, čiji je primarni cilj da se utvrđenim istraživačkim rezultatima doprinese obogaćivanju rudarske nauke i nauke o životnoj sredini u pravcu njihovog afirmisanja.

U podzemnim rudnicima uglja u Srbiji vrši se eksploatacija kamenog, mrkog i mrkolignitskog uglja, pri čemu je u proizvodnom smislu aktivno osam rudnika, a opšta karakteristika im je niska proizvodnja, nizak stepen mehanizovanosti što daje nepovoljne finansijske efekte poslovanja [Energetski bilans Republike Srbije, 2019].

U složenim i različitim prirodno-geološkim uslovima u ležištima uglja Republike Srbije primenjuju se brojna i raznolika rešenja tehnološkog procesa eksploatacije, a koja imaju specifično ispoljavanje na životnu sredinu u okolini rudnika [Draško Z., 2003].

Kod podzemnih rudnika uglja vezano za ugrožavanje životne sredine izdvajaju se sledeći izvori:

- Jame, kao proizvodni objekti;
- Separacije, kao prerađivački objekti;
- Transportni putevi, od proizvodnog do prerađivačkog objekta ili potrošača.

Vezano za posledice sistema podzemne eksploatacije uglja izdvajaju se tri grupe:

- Degradacija površine zahvaćene eksploatacijom i pratećim rudarskim radovima;

- Štetna dejstva u pripremnoj, eksploatacionoj i posteksploatacionoj fazi;
- Narušavanje prirodne ravnoteže životne sredine.

Za sve tri grupe posledica značajni su sledeći faktori:

- Početak delovanja na životnu sredinu;
- Intenzitet delovanja;
- Opseg uticaja ili prostor zahvaćen uticajem;
- Mogućnost ublažavanja, saniranja ili otklanjanja uticaja delovanja koje izazivaju promene.

Smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu se postiže adekvatnijom zaštitom pri postojećoj tehnologiji eksploatacije, istraživanjima i primenom novih tehnologija koje minimalno ugrožavaju životnu sredinu, ublažavanjem ili sanacijom negativnih posledica eksploatacije i permanentnom obukom tehničkog osoblja za rešavanje zadataka iz oblasti zaštite životne sredine [Ivković, 2012].

Cilj naučnog istraživanja u okviru izrade ove doktorske disertacije je da se izvrši detaljno upoznavanje i analiza tehnoloških šema podzemne eksploatacije uglja u aktivnim ležištima rudnika uglja Srbije i prikupe podaci kvantitativne i kvalitativne prirode o prisustvu i distribuciji zagađenja, praćenja emisija i imisija, izvora zagađenja i njihovog rasporeda i određivanja koncentracija štetnih materija na određenim lokacijama.

U okviru istraživanja potrebno je prvenstveno dokazati mogućnosti smanjenja uticaja delatnosti podzemne eksploatacije uglja na životnu sredinu.

Kao poseban cilj istraživanja izdvojen je segment razvoja novog modela monitoringa životne sredine prilagođenog realnim uslovima.

Pouzdan sistem za monitoring životne sredine u okolini aktivnih rudnika, sastoji se u principu od sledećih koraka [Heleta, 2010]:

- Identifikacija izvora i parametara zagađenja;
- Izbor parametara životne sredine za koje se vrše merenja;
- Određivanje kritičnih lokacija;

- Prikupljanje podataka, analiza i procena.

Sistem razvijenog monitoringa za potrebe podzemnih rudnika pri eksploataciji uglja treba da omogući pouzdanu procenu veličine i intenziteta zagađenja, pravovremeno preduzimanje mera radi sprečavanja štetnih zagađenja, odnosno radi uspešnog saniranja uočenog i zabeleženog zagađenja [Aleksić, Dragosavljević i Adžemović, 2012].

2.2. Osnovna i pomoćne hipoteze

Osnovna hipoteza

Ukoliko se razvije adekvatan monitoring mogu se minimizirati negativni uticaji podzemne eksploatacije uglja na životnu sredinu,

Pomoćne hipoteze

Kako bi se dokazala osnovna hipoteza, koristiće se pomoćne hipoteze koje glase:

1. Ukoliko se primene savremeni tehnološki procesi u podzemnim rudnicima uglja u Srbiji ostvariće se njihove zadovoljavajuće proizvodne, finansijske i sigurnosne performance;
2. Minimiziranjem negativnog uticaja na životnu sredinu procesa podzemne eksploatacije povećati će se atraktivnost za razvoj podzemnih rudnika uglja u Republici Srbiji.

2.3. Primenjene metode pri istraživanju

U toku predmetnih istraživanja korišćene su različite metode i tehnike kako bi bili zadovoljeni osnovni metodološki zahtevi: objektivnost, pouzdanost, opštost i sistematičnost.

Za dobijanje rezultata istraživanja i prikupljanja i obrade podataka u radu najviše su korišćene sledeće metode:

- Analitička metoda;
- Metoda komparativne analize;

- Empirijska metoda;
- Metoda indukcije i dedukcije;
- Metoda sinteze i analize i
- Sintetička metoda.

Osnove primenjenih metoda pri predmetnim istraživanjima su:

- Analitička metoda, ova metoda podrazumeva analizu sadržaja relevantne tehničke dokumentacije vezane za sada aktivne podzemne rudnike uglja;
- Metoda komparativne analize, vršena je za poređenje podataka dobijenim merenjima operativno po rudnicima sa propisanim vrednostima parametara koji se mere;
- Empirijska metoda, korišćena je da omogući poređenje teorijskih postavki sa iskustvenim činjenicama;
- Metode indukcije i dedukcije, imaju za cilj da istraživanje usmere od opšteg ka pojedinačnom i obratno, kako bi se izvršila sistematizacija znanja, vezanih za predmet istraživanja i formirali odgovarajući zaključci;
- Metode sinteze i analize, korišćene su za celovito, sistematsko i objektivno prikazivanje stanja i problema u oblasti podzemne eksploatacije uglja i njenog uticaja na životnu sredinu;
- Statistička metoda, pomoću ove metode prikupljeni su podaci iz rudničke tehničke dokumentacije te su tabelarno i grafički prikazani radi analitičke statistike i zaključivanja vezano za tekuće i perspektivno stanje;
- Sintetička metoda, korišćena je u cilju objedinjavanja primenjenih metoda i uobličavanja rada u jedinstvenu formu.

U prikupljanju podataka iz raspoložive tehničke dokumentacije i operativne kontrole, kod svih aktivnih rudnika korišćene su sledeće tehnike:

- Posmatranje tehnoloških procesa rada u rudnicima,
- Analiza stanja dokumenata i to primarne i sekundarne građe.

2.4. Očekivani rezultati, društveni i naučni doprinos

Tema doktorske disertacije je aktuelna, a glavni doprinos sprovedenih istraživanja je u uočavanju značaja životne sredine i potrebe savremenog društva za očuvanjem životnog okruženja.

U ovoj disertaciji izvršena su prikupljanja i analiza brojnih podataka o podzemnoj eksploataciji uglja u Srbiji za aktivna ležišta i podaci merenja činilaca životne sredine utvrđenih dosadašnjim merenjima i praćenjima u svakom rudniku pojedinačno.

Navedni podaci bili su osnova za sprovođenje istraživanja po temi disertacije i prvi put se objavljuju kao prikupljeni, analizirani, obrađeni i objedinjeni na način da mogu biti primenjeni pri projektovanju podzemnih rudarskih radova i vođenju tehnoloških procesa eksploatacije u rudnicima, kako bi se minimizirali ili izbegli negativni uticaji na životnu sredinu.

Očekuje se da će rezultati ovog naučno-istraživačkog rada dati doprinos razvoju podzemne eksploatacije uglja u Republici Srbiji i efikasnoj zaštiti životne sredine.

Sistem za monitoring koji se razvija istraživanjima u ovoj doktorskoj disertaciji treba da bude u mogućnosti da izvrši analizu izvora zagađenja u skladu sa njihovim doprinosom u ukupnom zagađenju životne sredine, uz sagledavanje efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine.

3. STANJE PODZEMNIH RUDNIKA UGLJA U REPUBLICI SRBIJI

3.1. Uvodne napomene o aktivnim podzemnim rudnicima uglja

Podzemna eksploatacija uglja na teritoriji Republike Srbije obavlja se preko 200 godina, pri čemu su rudnici bili locirani u velikom broju ležišta u svim delovima Republike, da bi danas bilo aktivno 8. rudnika sa 11. proizvodnih sistema – jama.

Prema dosadašnjim sagledavanjima oblasti energetike Republike Srbije vidljivo je da je uglj najvažniji energetski resurs i da će svoju dominantnu ulogu u proizvodnji električne energije imati i narednih decenija [Strategija razvoja energetike Republike Srbije, 2015]. Proizvodnja uglja u Republici Srbiji sada se uglavnom vrši sistemima površinske eksploatacije (kopovi RB “Kolubara” i TE “KO Kostolac”), sistemom podzemne eksploatacije (rudnici JP PEU) i podvodne eksploatacije (rudnik “Kovin”).

Opšte karakteristike aktivnih podzemnih rudnika uglja su niska proizvodnja, nizak stepen mehanizovanosti, nizak učinak i nepovoljne finansijske performanse, a što je uzrokovano nizom faktora. U prvom redu na poslovno stanje rudnika utiče zainteresovanost države za razvoj ove privredne grane, obezbeđenje finansijskih sredstava za modernizaciju i osavremenjavanje tehnoloških procesa, prirodno-geološki i tehničko-tehnološki uslovi eksploatacije i tržišni odnosi [Nacionalna strategija, Službeni glasnik RS].

Sadašnji proizvodni kapacitet aktivnih rudnika ukupno kreće se u dijapazonu 500.000-700.000 tona godišnje i prema planovima razvoja previđa se njegovo višestruko uvećanje, obzirom na potrebe tržišta uglja, posebno za kvalitetnim ugljem iz podzemnih rudnika [Ignjatović, 2018].

Organizaciono svi podzemni rudnici su povezani u jedinstveno državno preduzeće JP PEU sa sedištem u mestu Resavica, opština Despotovac, sa osnovnom delatnošću proizvodnja i prerada uglja. Pored osnovne delatnosti u preduzeću sa obavljaju i sporedne delatnosti: izgradnja i održavanje rudarskih objekata, projektovanje rudarskih radova, geološka istraživanja, proizvodnja nemetaličnih mineralnih sirovina, proizvodnja i distribucija toplote i vode, kao i nabavka, skladištenje i upotreba eksplozivnih rudarskih materijala [Statut JP PEU, 2017].

Delatnosti JP PEU obavljaju se po njegovim organizacionim celinama (delovima preduzeća) i to:

- Rudnik mrkog uglja „Soko “– Sokobanja
- Rudnik mrkog uglja „Štavalj “– Sjenica
- Rudnici mrkog uglja „Rembas “– Resavica
- Rudnik lignita „Lubnica “– Lubnica, Zaječar
- Rudnik mrkog uglja „Jasenovac “– Krepoljin
- Rudnik mrkog uglja „Bogovina “– Bogovina
- „Ibarski rudnici kamenog uglja “– Baljevac
- Rudnik antracita „Vrška Čuka “– Avramica
- „Aleksinački rudnik uglja “– Aleksinac

Prostorne lokacije aktivnih podzemnih rudnika uglja na teritoriji Republike Srbije prikazane su na Slici 3.1. a u Tabeli 3.1. označene su lokacije po regionima – opštinama.



Slika 3.1. Lokacije aktivnih podzemnih rudnika uglja [Ivković, 1997]

Tabela 3.1. Prostorne lokacije aktivnih podzemnih rudnika uglja po regionima – opštinama Republike Srbije

Rudnik	Mesto	Opština
„Soko“	Čitluk	Sokobanja
„Štavalj“	Štavalj	Sjenica
„Rembas“	Resavica	Despotovac
„Lubnica“	Lubnica	Zaječar
„Jasenovac“	Krepoljin	Žagubica
„Bogovina“	Bobovina	Boljevac
„Ibarski rudnici“	Baljevac	Raška – Kraljevo
„Vrška Čuka“	Avramica	Zaječar
„Aleksinački Rudnik“	Aleksinac	Aleksinac

Sa aspekta ukupnog rada proizvodnje uglja i efekata poslovanja bitan faktor su prirodno-geološki uslovi u ležištima, a oni su u postojećim eksploatacionim područjima izrazito promenljivi i odlukuju se [Ivković, 2012]:

- Složenom i izraženom tektonikom;
- Većim nagibima i debljinama ugljenih slojeva;
- Relativno nepovoljnim svojstvima pratećih stena (krovina i podina) ugljenih slojeva;
- Prisustvom jamskih gasova i ugljene prašine;
- Sklonošću uglja ka samozapaljenju;
- Povremenim pojavama jamskih voda.

Svaki od ovih faktora ima značajan uticaj na izbor tehničko-tehnoloških rešenja eksploatacije uglja u konkretnom ležištu i predmet su obimnih istraživanja u rudnicima.

Rudnici u okviru preduzeća sada zapošljavaju ukupno oko 4.200 radnika, što je nešto iznad racionalne uposlenosti, posebno uzrokovano postojanjem niza sporednih delatnosti i visokog učešća administrativne radne snage [Ivković, 2016].

3.2. Rudnik „Soko“ – Sokobanja

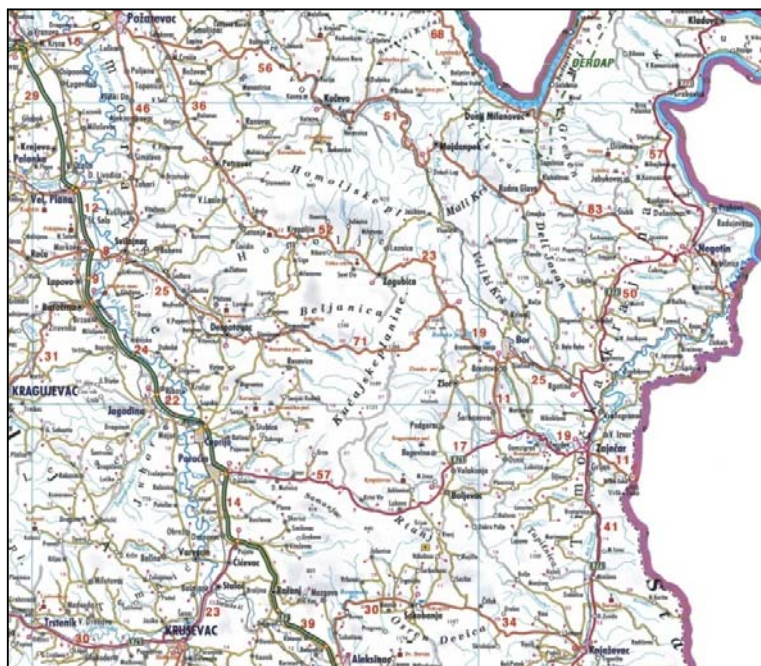
3.2.1. Opšti podaci o rudniku

Eksploataciono područje ležišta mrkog uglja „Soko“ zahvata delove naselja Čitluk i Vrelo i udaljeno je od Sokobanje 12 kilometara, sa kojom je povezano putem Sokobanja – Knjaževac. Rudarski radovi na ovom području započeti su 1898. godine istražnim radovima, a od 1908. godine započeti su radovi otkopavanja uglja.

Prostor ležišta uglja „Soko“ označen je na listu Knjaževac (K 34-21) OGK 1:100000 i registrovan je kao istražno i eksploataciono polje rudnika kod nadležnog državnog organa.

Južnu granicu basena čine ogranci planina Leskovik, Ozren i Devica, istočnu čine ogranci krečnjačkih masiva Krstaca i Šupljeg kamena, severnu čine planinski masivi Rtnja, Gole planine i Slemena i zapadni ogranci Bukovika i Ražnja.

Rudnik je pored regionalnog puta Aleksinac – Sokobanja – Knjaževac – Zaječar kojim se povezuje na autoput Beograd – Niš povezan i železnicom u Aleksincu i Rgošte (Knjaževac). Lokacija ležišta rudnika prikazana je na Slici 3.2.



Slika 3.2. Prostorni položaj rudnika Istočne Srbije (“Rembas”, “Jasenovac”, “Aleksinac”, “Soko”, “Bogovina”, “Lubnica” i “Vrška Čuka”) [Ratković D., 2011]

Overene bilansne rezerve uglja A+B+C₁ kategorije iznose 51.336.260 tona, dok rezerve C₂ kategorije iznosi oko 140 miliona tona, što je značajan sirovinski potencijal.

3.2.2. Prirodno - geološki uslovi eksploatacije

Ugljeni basen rudnika „Soko“ predstavlja potolinu pravca pružanja istok – zapad, nagnutu prema jugozapadu, a čine ga obod basena i sam tercijarni basen.

Basen je zapunjen mlađim naslagama i odlikuje se zatalasanim reljefom sa nadmorskom visinom od 400m u dolini reke Izgare, do 700m i više metara uz obronke planina – oboda basena.

Basen u širem hidrografskom smislu pripada slivu Južne Morave, a u užem slivu Moravice. Preko ležišta protiče reka Izgara, a u blizini glavnih infrastrukturnih objekata nalazi se izvor – vrelo Moravice.

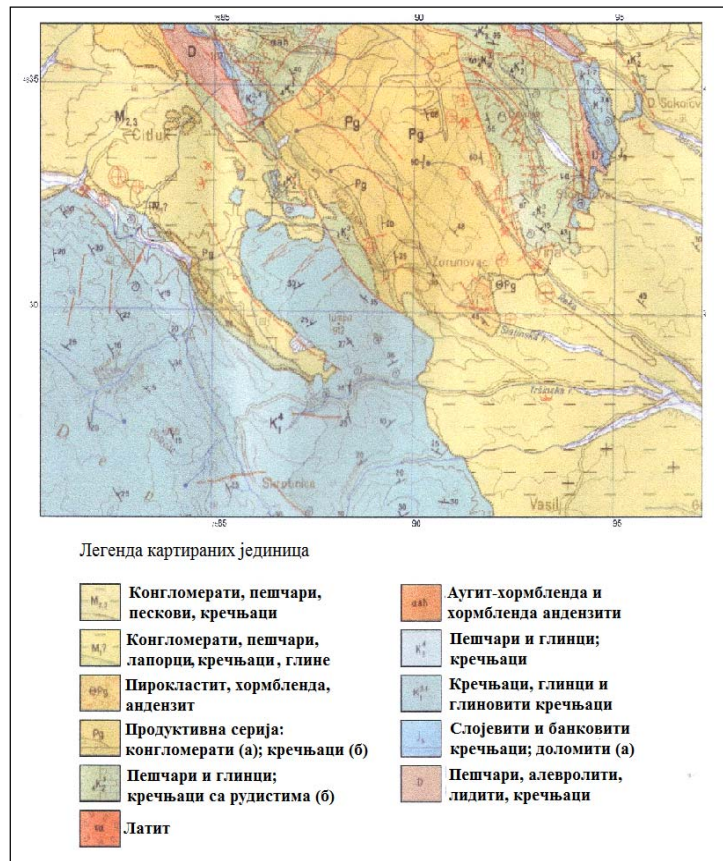
Obod i podlogu ugljenog basena izgrađuju stratigrafske jedinice: devonski sedimenti, gornja jura, donja kreda i tercijarne naslage. Same tercijarne naslage prema litološkom sastavu i paleontološkim karakteristikama podeljene su u četiri serije:

- Staropaleogena;
- Čitlučka ugljonosna serija;
- Vrdžmanska ugljonosna serija i
- Klastična (pliocen – pleistocen) serija.

Na Slici 3.3. prikazana je geološka karta basena, a na Slici 3.4. dat je geološki stub basena.

GEOLOŠKI STUB SOKOBANJSKOG TERCIJARNOG BASENA			
Starost	Grafički prikaz		Litološki opis
Kvarter		Q	Šljunak, pesak, drobina, bigar, travertin
KENOZOIK NEOGEN	Pliocen	P1	200 Šljunak, pesak, peščari, peskovite gline
	Gornji miocen	M3	350 Glinoviti peskovi, gline, tufovi, bentoniti, laporci, kongerije, slojevi tvrdog lignita, konglomerati, peščari
	Srednji miocen	M2	250-400 Laporovite i peskovite gline, trošni peščari, povratni ugljeviti slojevi, žuti i sivi laporac, glavni ugljeni sloj, laporci, tufovi i tufti, ugljevi i šljunkovita glina, konglomerati
PALEOGEN		Pg	250-500 Crveni kvarcni konglomerati, peščari, bitumenozni krečnjaci, žuti i maslinasti peščari sa piroklastitima, bitumenozne gline
MEZOZOIK KREDA	Gornja Cenon	K2	500 Bankoviti peščari, piroklastiti, akteonolski i rudisni krečnjaci, inoceramiski laporci i glinci, slojevi kamenog uglja, peščari, piroklastiti, konglomerati
	Donja Barrem-Apt	K1-4	350 Masivni i bankoviti krečnjaci
	Otriv	K1	200 Laporci i peskoviti krečnjaci
	JURA		J3
Trijas		T1-2	100 Pesk. škriljavi krečnjaci, bitum. pločasti krečnjaci
Perm		P	300 Crveni peščari sa proslojcima glinaca i konglomerati
Karbon		C3	150 Škriljci, glinci, konglomerati, arkozni peščari, ugalj-antracit
Devon		D	? Škriljavi peščari, peskoviti škriljci

Slika 3.4. Šematski prikaz geološkog stuba ugljonošnog basena rudnika "Soko"[Petrović, 2011]



Slika 3.3. Prikaz geološke karte ugljunosnog basena rudnika „Soko“ [Petrović, 2011]

Eksploataciono polje rudnika „Soko“ locirano je u okviru Čitlučke ugljunosne serije koja je izgrađena od glinovito – laporovitih naslaga jezerskog srednjeg miocena u kome se nalazi eksploatabilan glavni ugljeni sloj. Na bazi litoloških karakteristika ova serija je podeljena na podinski, ugljunosni i povlatni horizont, pri čemu je sa stanovišta rudarenja bitan ugljunosni horizont.

Podinu i krovinu ugljenog sloja čine tamno – sive delimično ugljevite gline ili ugljeviti laporci sa proslojcima uglja. Glavni ugljeni sloj razvijen je na celoj površini ležišta, a debljina mu se kreće u granicama 20-40m, pri čemu je nagnut pod uglom od 25-40° prema severu. Ugljeni sloj je sa dva međuslojna proslojka podeljen na tri dela koji imaju ulogu orijentacije pri vođenju rudarskih radova.

U povlatnom horizontu registrovano je postojanje povlatnog ugljenog sloja, koji nema konstantno razviće u okviru basena, sa debljinom od 0,5-3,0m i za sada nije ekonomski interesantan za eksploataciju.

Tektonske aktivnosti u fazi nastanka basena koje su uticale na debljinu i položaj ugljenog sloja uslovile su i složene strukturno - tektonske odnose u okviru eksploatacionog polja, a naknadna postrudna tektonika uslovia je formiranje brojnih denivelisanih miniblokova.

U hidrogeološkom pogledu, stene u okviru basena čine hidrogeološke kolektore (krečnjačke mase po obodu basena) i hidrogeološke izolatore (paleogeni sedimenti u severoistočnom obodu basena).

Glavni faktori ovodnjenosti ležišta, odnosno basena su:

- Atmosferske vode;
- Podzemne vode iz krečnjačkih naslaga oboda basena;
- Rasedne zone (tektonski razlomi);
- Veštački faktori ovodnjenosti, nastali tokom razrade i eksploatacije ugljenog sloja.

Obzirom na filtraciona svojstva pratećih stena podine i krovine, kao i samog ugljenog sloja ceni se da je mala mogućnost prodora većih količina voda u rudarske radove, izuzev u tektonskim zonama i pri direktnom kontaktu sa krečnjacima.

Fizičko-mehanička svojstva ugljenog sloja su povoljna sa stanovišta izvođenja rudarskih radova u ovoj radnoj sredini, dok su podinske i krovinske naslage usled znatnog učešća glinovitih komponenti oslabljene i sklone bubrenju.

Ležište uglja rudnika „Soko“ karakteriše se izdvajanjem metana u vidu eshalacija iz ugljenog sloja i pratećih naslaga i specifičnim fenomenom naglih izboja gasa i materijala, odnosno gasa (metana i ugljendioksida). Obzirom da je metan redovan pratilac pri izvođenju rudarskih radova to je jama proglašena metanskom i radovi se izvode u strogom „metanskom“ režimu. Pored toga ugljena prašina koja se izdvaja pri izvođenju rudarskih radova ima zapaljiva i eksplozivna svojstva pod određenim uslovima, a što utiče na tehnička rešenja izvođenja radova. Utvrđeno je laboratorijskim istraživanjima da je ugalj glavnog ugljenog sloja sklon ka procesu samozapaljenja, a što je potvrđeno i nizom endogenih jamskih požara. Sve ovo ima uticaj na troškove proizvodnje uglja [Bralić, 1976].

3.2.3. Tehničko-tehnološka rešenja eksploatacije

Radovi otkopavanja sada se vrše u Severnom krilu Zapadnog polja, dok se u Spuštenom bloku vrši otvaranje novih otkopnih polja.

Otkopavanje ugljenog sloja vrši se stubno-komornom metodom sa tehnologijom dobijanja uglja miniranjem. Kod ove metode vrši se izrada etažnih hodnika iz osnovnih prostorija otvaranja otkopnih polja, a nakon toga se izrađuju otkopni hodnici u kojima se formiraju otkopi.

Izrada rudarskih prostorija vrši se bušačko-minerskom tehnologijom za izboj, podgrađivanjem čeličnom lučnom podgradom i odvozom iskopine grabuljastim transporterima do veze sa revirnim transportom sačinjenim od sistema trakastih gumenih transportera.

Jama rudnika „Soko“ provetrava se veštački depresiono pomoću glavnog ventilatora tipa Turmag GVh 15-160 ugrađenog u ventilacionom postrojenju lociranom na ušću ventilacionog okna. U ventilacionom postrojenju ugrađen je i rezervni ventilator tipa Termoelektro CN-125, kao i pripadajuća oprema. Ventilaciono postrojenje ima dvostrano snabdevanje električnom energijom, a snabdeveno je i dizel agregatom kao rezervnim izvorom [Dramlić et al, 2021].

Oba ventilatora imaju mogućnost preokretanja glavne vazdušne struje u slučaju potrebe i u skladu sa Planom odbrane i spasavanja.

Sveža vazдушna struja uvodi se u jamu preko izvoznog okna i glavnog transportnog niskopa (GTN -1), u količini od oko 2.800m³/min i dalje se razvodi po rudarskim prostorijama do lokacija rudarskih radova (otkopavanje i priprema).

Provetranje otkopnih i pripremljenih radova vrši se separatnim cevnim ventilatorima i gipkim plastičnim cevovodima, kompresiono. U primeni su cevni ventilatori APXE-630, APXE-500, DVT2013-2 i AVJ-650.

Kontrola gasno - ventilacionih parametara na svim radilištima u jami, kao i u protočnom ventilacionom sistemu vrši se operativno od strane zaduženih lica i

automatski putem sistema ADK (automatske daljinske kontrole gasnih, ventilacionih i požarnih parametara).

Transportni sistem u jami rudnika „Soko“ je diskontinuiran i čine ga sistemi grabuljastih transportera (od radilišta i otkopnih jedinica do prostorija otvaranja) i sistema gumenih trakastih transportera, kojima se ugalj odvozi do utovarnog bunkera ispod okna. Izvoz je kroz okno organizovan izvoznim postrojenjem i dalje prugom do klasirnice i separacije Parnaby.

Doprema repromaterijala u jami vrši se kroz glavno ventilaciono okno, a na navozištu je ugrađena pogonska stanica gornjošinskog postrojenja sa užetnim pogonom, odakle se dalje transportuje repromaterijal i oprema.

Odvodnjavanje u jami „Soko“ vrši se višestepenim prepumpavanjem vode u pomoćne vodosabirnike, iz kojih se na kraju vrši pumpanje kroz okno. U primeni su centrifugalne pumpe odgovarajućih kapaciteta i čelični cevovodi [Kokerić, 2014].

Napajanje električnom energijom glavne transformatorske stanice 35/10/6/04 kV smeštene u neposrednoj blizini izvoznog okna vrši se iz dva pravca: dalekovodom na trasi Knjaževac - Čitluk i dalekovodom na trasi Aleksinac - Sokobanja - Čitluk.

Jama „Soko“ poseduje i snabdevanje komprimovanim vazduhom putem mobilnih kompresora odgovarajućeg kapaciteta i plastičnih cevovoda kojim se vazduh pod pritiskom odvodi do potrošača.

U sklopu površinskog kompleksa u rudniku „Soko“ nalazi se upravno - pogonska zgrada sa potrebnom infrastrukturom: kancelarije, lampara, kupatila, garderoba, četa za spasavanje, dispečarski centar. Uređeni prostor za deponovanje uglja je u blizini izvoznog i ventilacionog okna i stare upravne zgrade.

U sklopu industrijskog kruga izgrađeni su tornjevi izvoznog i ventilacionog okna, bunker za rovni ugalj, ventilatorska stanica sa potrebnom opremom, radionice (mašinske, elektro i stolarske), kotlarnica i magacini za opremu i rezervne delove. Pored navedenog u industrijskom krugu se nalaze klasirnica za ugalj i Parnaby postrojenje za preradu uglja.

Odlagalište jalovine nalazi se na oko 1km od industrijskog kruga rudnika na takozvanoj lokaciji „Stari pogon“, gde se od izvoznog okna dovozi i odlaže jalovina.

3.3. Rudnik „Štavalj“ –Sjenica

3.3.1. Opšti podaci o rudniku

Rudnik „Štavalj“ lociran je na Peštarskoj visoravni i nalazi se 12km od Sjenice, na nadmorskoj visini od oko 1000m, u neposrednoj blizini sela Štavalj.

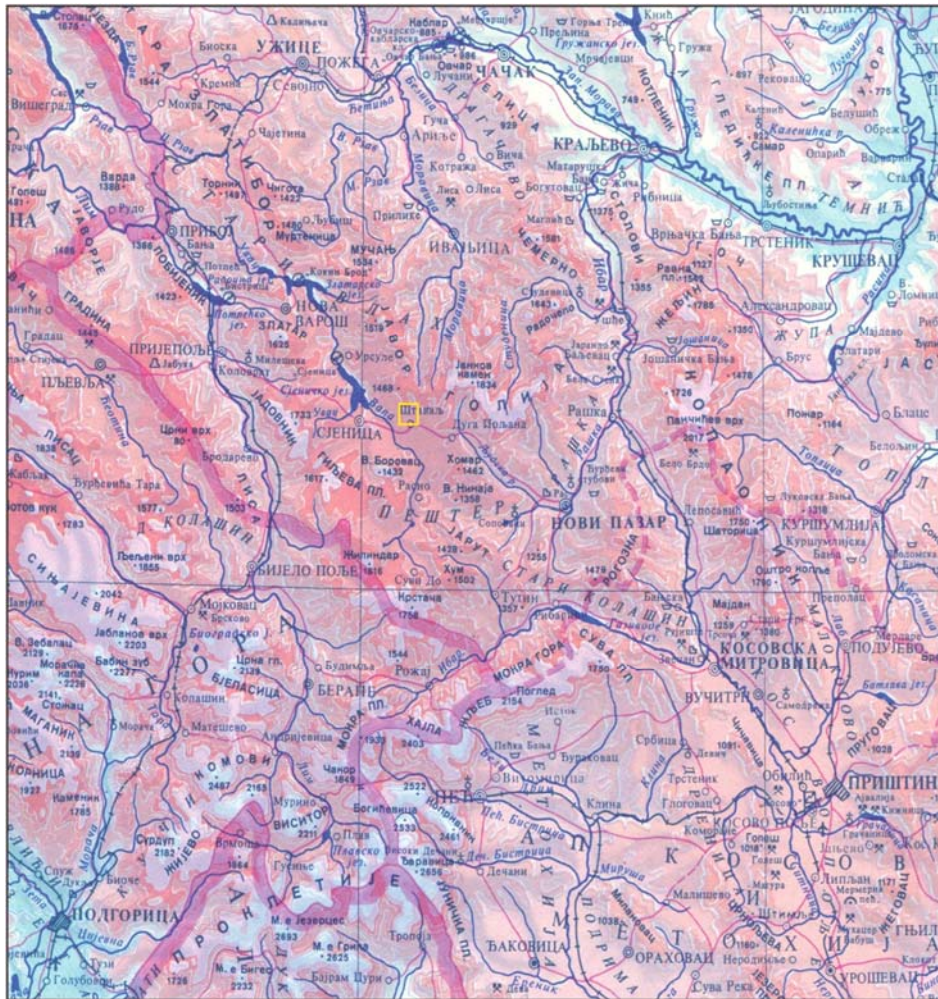
Najstariji podaci o eksploataciji uglja na ovom području datiraju iz 1936. godine. Posle 1945. godine započeta su intenzivna geološka istraživanja bušenjem, da bi se 1955. godine pristupilo otvaranju jame „Stup“ u selu Stup. Nakon završetka eksploatacije u ovoj jami pristupljeno je otvaranju jame „Nada“ u blizini sela Štavalj, tokom 1967. godine, koja je bila aktivna do 1976. godine. Iste godine otvorena je sadašnja jama „Štavalj“.

Ugljeni basen rudnika „Štavalj“ zahvata površinu od oko 30km² i u njemu su izdvojena četiri eksploataciona polja: Centralno, Istočno, Zapadno i Južno. Radovi otkopavanja sada se obavljaju u Centralnom polju.

Ovaj basen nalazi se u jugozapadnom delu Republike Srbije i regionalnom saobraćajnicom Raška – Novi Pazar – Sjenica – Prijepolje povezan je sa magistralnim drumskim saobraćajnicama i železničkim prugama na vezi Novi Pazar i Prijepolje.

U okviru ležišta registrovani su brojni potoci i reke koji obrazuju hidrografsku mrežu koja pripada slivu reke Vapa.

Lokacija ležišta rudnika „Štavalj“ prikazana je na Slici 3.5.



Slika 3.5. Prostorni položaj rudnika „Štavalj“ i „Ibarskih rudnika“ [JP PEU, 2004-2014]

Prema Knjizi rezervi uglja, stanje bilansnih rezervi A+B+C₁ kategorije iznosi 185.476.973 tona, dok su rezerve C₂ kategorije procenjene na oko 50 miliona tona.

Prema ovim rezervama izrađena je strategija razvoja podzemne eksploatacije na području ovog ležišta sa kapacitetom od oko milion tona godišnje kao i izgradnja Termoelektrane “Sjenica”.

3.3.2. Prirodno geološki uslovi eksploatacije

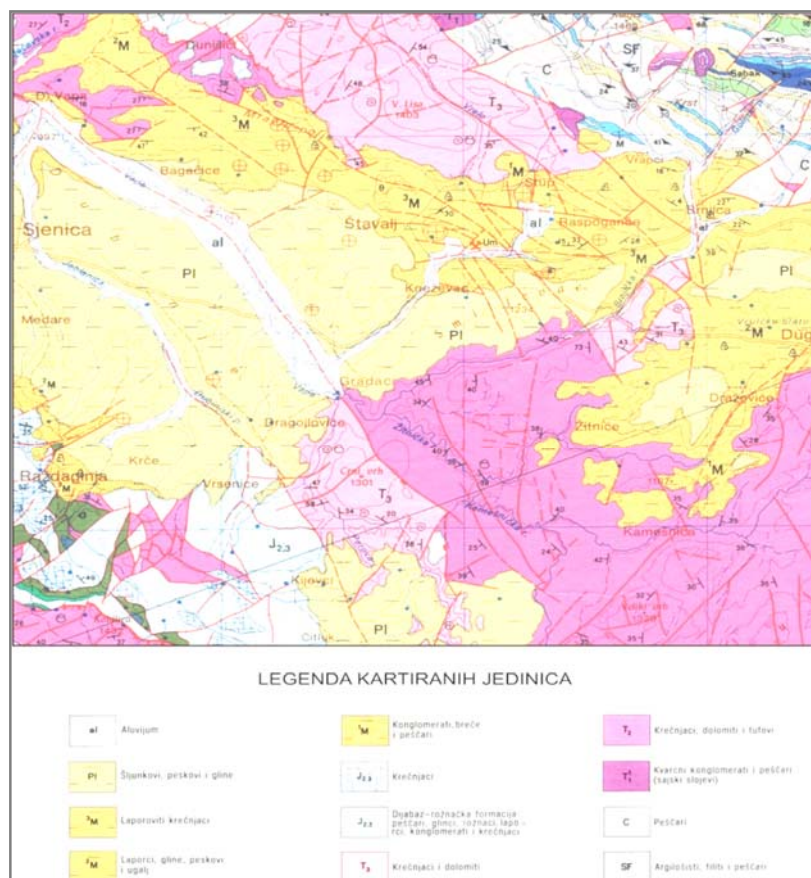
Ugljonosni basen, posmatrano u tektonskom smislu predstavlja potolinu spuštenu i usečenu u stariji paleoreljef koji je sačinjen od paleozojskih stena, trijaskih karbonatnih

naslaga i dijabaz rožnačke formacije, a u geomorfološkom smislu čini blago zatalasanu kotlinu, površine od oko 150 km².

Prostor ležišta označen je osnovnom geološkom kartom, list Sjenica, razmere 1:100.000 i tumačem karte (SGD – Beograd, 1973) prema kojoj u geološkoj građi basena učestvuju sledeći stratigrafski članovi:

- Mlađi paleozoik (donji i gornji karbon);
- Mezozoik (trijas, jura);
- Tercijar (srednji i gornji miocen, donji pliocen).

Na Slici 3.6. predstavljena je geološka karta basena, a na Slici 3.7. dat je karakterističan geološki profil.



Slika 3.6. Prikaz geološke karte ugljonosnog basena rudnika „Štavalj“ [JP PEU, 2004-2014]

СТАРОСТ	РАНИЈА ПОДЕЛА	ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ	САДАШЊЕ ВИЂЕЊЕ
НЕОГЕН МИОЦЕН СРЕДЊИ И ГОРЊИ	ЗАВРШНА КЛАСТИЧНА ПЛИОЦЕНСКА СЕРИЈА: - крупнозрни шљункови и пескови - глиновити, туфозни пешчари са сочивима шљунковитих глина и шљункова		ЈЕЗЕРСКИ ПАКЕТ: до 300 м - крупнозрни шљункови и пескови - глиновити, туфозни пешчари са сочивима шљунковитих глина
	ХОРИЗОНТ КАРБОНАТНО ПЕЛИТСКИХ СЕДИМЕНАТА - банковити сиво-бели кречњаци - сиви и беличасти танкоусложени лапорци		ЈЕЗЕРСКИ ПАКЕТ: 80-270 м - банковити сиво-бели кречњаци - сиви и беличасти танкоусложени лапорци
	ТУФОГЕНО-ЛАПОРОВИТИ ХОРИЗОНТ: - повлатни слој угља - сиво-бели лапорци са сочивима туфова - тамно-сиви туфозни лапорци са комадима угља		МОЧВАРНИ ПАКЕТ: до 40 м - повлатни слој угља - сиво-бели лапорци са сочивима туфова - тамно-сиви туфозни лапорци са комадима угља
	УГЉОНОСНИ ХОРИЗОНТ: - главни слој угља - угљевити лапорац - угљевите глине		- главни слој угља - угљевити лапорац - угљевите глине
	ПОДИНСКИ ХОРИЗОНТ: - сиво-бели и жучкасти банковити кречњаци - сиви усложени туфозни лапорци са слојем угља - разнозрни туфови - сиви, разнозрни, трошни пешчари - сиво-зелени конгломерати		- сиво-бели и жучкасти банковити кречњаци - подински слој угља - разнозрни туфови - сиви, разнозрни, трошни пешчари - сиво-зелени конгломерати

Slika 3.7. Šematski prikaz geološkog stuba ugljonosnog basena rudnika „Štavalj“ [JP PEU, 2004-2014]

Delovanjem tektonskih poremećaja uzrokovano je stvaranje brojnih lokalnih subvertikalnih raseda različitog intenziteta i mrežastog rasporeda čime je ugljonosna serija „iskomadana“ u više samostalnih denivelisanih blokova.

Sada se u jami rudnika „Štavalj“ rudarski radovi otkopavanja ugljenog sloja i razrade otkopnih polja vrše u Centralnom polju, sa proizvodnim kapacitetom od oko 100.000 t/god.

Hipsometrijski položaj ugljenog sloja je različit sa najvišom kotom 1.056m, a najnižom 801m, pri čemu se nagib sloja kreće od 5° – 25°, a uz rasede ide i do 55°.

Ugljena serija je složenog litološkog sastava i retko je homogena. Jalove proslojke u sloju čine laporci, ugljeviti laporci, glina i ugljevita glina i pešćar, te je ugljeni sloj

podeljen na tri dela: podinski, srednji i krovinski deo (u rudarskoj terminologiji važe kao podinska, srednja i krovinska etaža).

Debljina ugljenog sloja prema etažama iznosi:

- Podinska etaža 2-6 m,
- Srednja etaža 2,5-5m i
- krovinska etaža 2,2-6,6 m, pri čemu je utvrđena prosečna debljina sloja od 13,3m.

Podinu ugljenog sloja čine ugljevite gline, a krovinu laporci.

Dosadašnjim izvođenjem radova eksploatacije u jami „Štavalj“ utvrđeno je da rudničke vode čine značajan faktor koji utiče na proizvodni kapacitet, produktivnost i sigurnost po objekte i zaposlene.

Evidentirano je u dosadašnjoj praksi više prodora vode koje su dovodile do potapanja većeg dela podzemnih rudarskih prostorija.

Fizičko–mehanička svojstva ugljenog sloja su povoljna za lociranje u njemu rudarskih radova, obzirom da sloj predstavlja stabilnu radnu sredinu. Takođe krovinske naslage su stabilne što dozvoljava različite sisteme upravljanja krovinom pri otkopavanju. Podina ugljenog sloja je glinovita, sklona bujanju, te se izbegava lociranje rudarskih prostorija u njima, a ako se to ne može izbeći, tada se primenjuju posebni sistemi podgrađivanja.

Pojave metana pri izvođenju rudarskih radova nisu zabeležene i jama „Štavalj“ je proglašena nemetanskom jamom.

Ugalj ugljenog sloja je sklon ka procesu samozapaljenja, što je utvrđeno obimnim laboratorijskim ispitivanjima, a potvrđeno pojavama endogenih jamskih požara.

Ispitivanja opasnih svojstava ugljene prašine do sada nisu vršena, ali se ocenjuje da pod određenim uslovima može pokazati eksplozivna i zapaljiva svojstva, posebno ako se uzima u obzir analogija sa sličnim ugljenim slojevima.

3.3.3. Tehničko – tehnološka rešenja eksploatacije

Otvaranje jame rudnika „Štavalj“ izvršeno je kosim (niskopnim) rudarskim prostorijama sa površine i to: glavnim izvoznim niskopom i glavnim ventilacionim niskopom, a koji su međusobno povezane sa više prečnih veza. Ove prostorije su locirane u zapadnom delu Centralnog polja u kome se vrše rudarski radovi.

Otvaranje otkopnih polja vrši se izradom osnovnih prostorija iz glavnog izvoznog i glavnog ventilacionog niskopa, a iz osnovnih prostorija izrađuju se prostorije otkopne pripreme.

Izrada prostorija vrši se bušačko-minerskim radovima, sa podgrađivanjem čeličnom podgradom (izuzev otkopnih priprema koje se podgrađuju drvenom trapeznom podgradom), odvozom iskopine grabuljastim transporterima i separatnim provetravanjem.

Za otkopavanje ugljenog sloja u ovoj jami primenjena je stubna G-metoda otkopavanja, sa potkopnim i natkopnim dobijanjem uglja tehnologijom miniranja. Proizvodni kapacitet jame kod ovakvog načina otkopavanja zavisi od broja otkopnih jedinica i broja pripremnih radilišta. Sadašnji kapacitet jame „Štavalj“ je 80-100.000 t/god i može se značajno uvećati, intenziviranjem radova i mehanizovanjem tehnologije otkopavanja.

Provetravanje jame obavlja se veštački, depresiono, glavnim rudničkim ventilatorom postavljenim u ventilatorskoj stanici na ušću glavnog ventilacionog niskopa.

Glavni ventilator je tipa AVJ-1500-75kW, proizvođača „Delta Air Inženjering“ Beograd, kapaciteta 10-40m³/s i depresije 2.800 Pa. Rezervni ventilator je tipa NAVV-D-140-56-8 proizvođača „Klima“ Celje, maksimalnog kapaciteta dobave vazduha 40 m³/s i depresije 880 Pa. U ventilatorskoj stanici instalisan je dizel agregat kao rezervni izvor snabdevanja pogonskom energijom, te pripadajuća oprema za glavni i rezervni ventilator. Ventilatori imaju mogućnost preokretanja toka vazdušne struje za slučaj potrebe za tim.

Sveža vazдушna struja za jamu uvodi se glavnim izvoznim niskopom iz koga se dalje razvodi do delova jame u kojima se vrši otkopavanje, a izvodi ventialcionim

prostorijama otkopnih polja do glavnog ventilacionog niskopa i dalje izvodi na površinu.

Kontrola gasno – ventilacionog stanja i mikroklimatskih uslova u jami vrši se isključivo operativnim načinom od strane posebno zaduženih lica sa odgovarajućim instrumentima.

Transport iskopine u jami rudnika „Štavalj“ organizovan je sa dvolančanim grabuljastim transporterima i gumenim trakastim transporterima, u sistemu radilišnog revirnog i glavnog transporta i izvoza do klasirnice odnosno separacije. Za dopremu opreme i repromaterijala u primeni je jednošinska višeća užetna žičara tipa VTP 28 kN proizvođača ESO – Velenje, dužine transporta 1.500 m. Pogonska mašina JVŽ je montirana na ušću ventilacionog niskopa, odakle su ugrađene gornje šine, duž ventilacionih prostorija do otkopnih radilišta.

Odvodnjavanje rudarskih radova u jami rudnika „Štavalj“ vrši se višestepeno, sa nizom stabilnih centrifugalnih pumpi postavljenih u pomoćnim i glavnom vodosabirniku iz kojih se voda cevovodima pumpa direktno na površinu ili posredno. Radilišta, kako priprema, tako i otkopna, odvodnjavaju se mobilnim muljnim pumpama odgovarajućih kapaciteta kojima se voda pumpa u pomoćne vodosabirnike.

Rudarski radovi u jami, na sadašnjoj lokaciji, obavljaju se pri utvrđenom normalnom pritoku vode od $6\text{m}^3/\text{min}$, odnosno maksimalnom od $8\text{m}^3/\text{min}$, za koje su projektovani kapaciteti vodosabirnika i kapaciteti pumpi.

Rudnik „Štavalj“ snabdeva se električnom energijom visokog napona 35 kV iz dva pravca u to: jednim dalekovodom iz pravca Novi Pazar – Duga Poljana – Rudnik i drugim dalekovodom Sjenica – Rudnik, pri čemu oba dalekovoda dolaze do glavne rudničke trafostanice TS „Štavalj“ 35/10/6 kV snage $2 \times 1600\text{MVA}$.

Iz ove trafostanice vrši se razvod kablovima putem rudarskih prostorija do jamskih trafostanica i potrošača.

Snabdevanje jame energijom komprimiranog vazduha nije sada obezbeđeno.

U sklopu površinskog kompleksa rudnika izgrađena je Upravna zgrada sa potrebnom infrastrukturom (kancelarije, kupatila, garderobe, lampara, prozivaonice, kotlanica, četa za spasavanje), klasirnica, mokra separacije za preradu uglja tipa „Parnaby“, radionice (mašinska, elektro, stolarska) i magacini. Pored toga u okviru ovog kompleksa postoje uređeni depoi za opremu i repromaterijal i za privremeno odlaganje uglja, te pretovarni bunker za ugali, vaga i zgrada prijavnice.

Odlagalište jalovine nalazi se na oko 300m istočno od portala glavnog izvoznog niskopa.

3.4. Rudnici „Rembas“ – Resavica, Despotovac

3.4.1. Opšti podaci o rudniku

Resavsko – moravski ugljonosni basen, po svom geografskom položaju nalazi se u zapadnoj grupi istočne zone venčanih planina Srbije. Posmatrano šire prostire se od Homoljskih planina koje prelaze u Homoljsku kotlinu odakle se sa planinom Beljanica vezuju za Kučajske planine. Ležišta uglja javljaju se širom cele oblasti zapadnog podnožja planina Beljanice i Kučaja, a od sredine XIX veka uglja je istraživan i otkopavan u šest većih ležišta: Strmostensko – sladajsko, Jelovačko, Đulsko-židiljsko, Senjsko -ravaničko i Sisevačko.

Početak eksploatacije u ovom basenu vezuje se za “Senjski rudnik” i traje od 1853. godine i neprekidno se obavlja do danas.

Rudnik RMU „Rembas“ sa sedištem u Resavici danas vrši eksploataciju uglja u jamama “Strmosten”, “Ravna Reka - IV blok” i “Senjski rudnik”. Jama “Jelovac” je poslednjih godina u fazi otvaranja dubljih delova, odnosno otkopnih polja.

Ležište „Senjski rudnik“ (odnosno jama “Senjski rudnik”) obuhvata južni deo basena, ležište „Strmosten“ (jama „Strmosten“) leži u severnom delu basena dok se ležište „Ravna reka“ (jama – IV blok) prostire u centralnom delu basena. Sve tri jame su potkopnim rudarskim prostorijama međusobno povezane i istovremeno su povezane sa separacijom u Resavici.

Saobraćajne veze Resavice su veoma povoljne obzirom da se prugom normalnog koloseka Resavica – Markovac – Lapovo povezuju za glavnu železničku prugu Beograd

– Niš, a asfaltnim putem Resavica – Senjski rudnik – Ćuprija i Resavica – Despotovac – Svilajnac vezuju za auto put Beograd – Niš.

Lokacija ugljenog basena i ležišta u okviru istog prikazana je na Slici 3.2.

Overene bilansne rezerve uglja u basenu A+B+C₁ kategorije iznose 7.049.200 tona, i to po ležištima:

- | | |
|------------------|-----------------|
| - Strmosten | 2.974.380 tona, |
| - Jelovac | 1.600.000 tona, |
| - Senjski Rudnik | 394.360 tona, |
| - Ravna Reka | 2.079.810 tona. |

Procenjene rezerve uglja C₂ kategorije u okviru basena iznose 15 miliona tona i vode se u Knjizi rezervi uglja Resavsko-moravskog ugljenog basena.

3.4.2. Prirodno geološki uslovi eksploatacije

U morfološkom pogledu teren ovog basena vrlo je komplikovan i u okviru njega su izdvojene tri veće morfološke jedinice:

- Istočni krečnjački pojas Kučaja;
- Pojas crvenih peščara i
- Zapadni krečnjački pojas, odnosno ravanički krečnjak.

Pojas crvenih peščara odvaja istočni od zapadnog krečnjačkog pojasa, a istraživanjima je utvrđeno da su crveni peščari navučeni preko slatkovodnog miocena, eruptiva i krečnjaka.

Pojas ravaničkog krečnjaka celom dužinom nagnut je ka JZ i JJZ i tone prema Moravskoj dolini. Na celoj dužini navučen je preko crvenih peščara čiji slojevi zaležu prema JZ.

Prema nekim autorima pre taloženja ugljene serije crveni peščari su navučeni sa zapada preko krečnjaka Kučaja, a posle navlačenja došlo je do stvaranja tercijskih basena. Rudarskim radovima je dokazano da je paleoreljef podine izgrađen od krečnjaka i eruptiva.

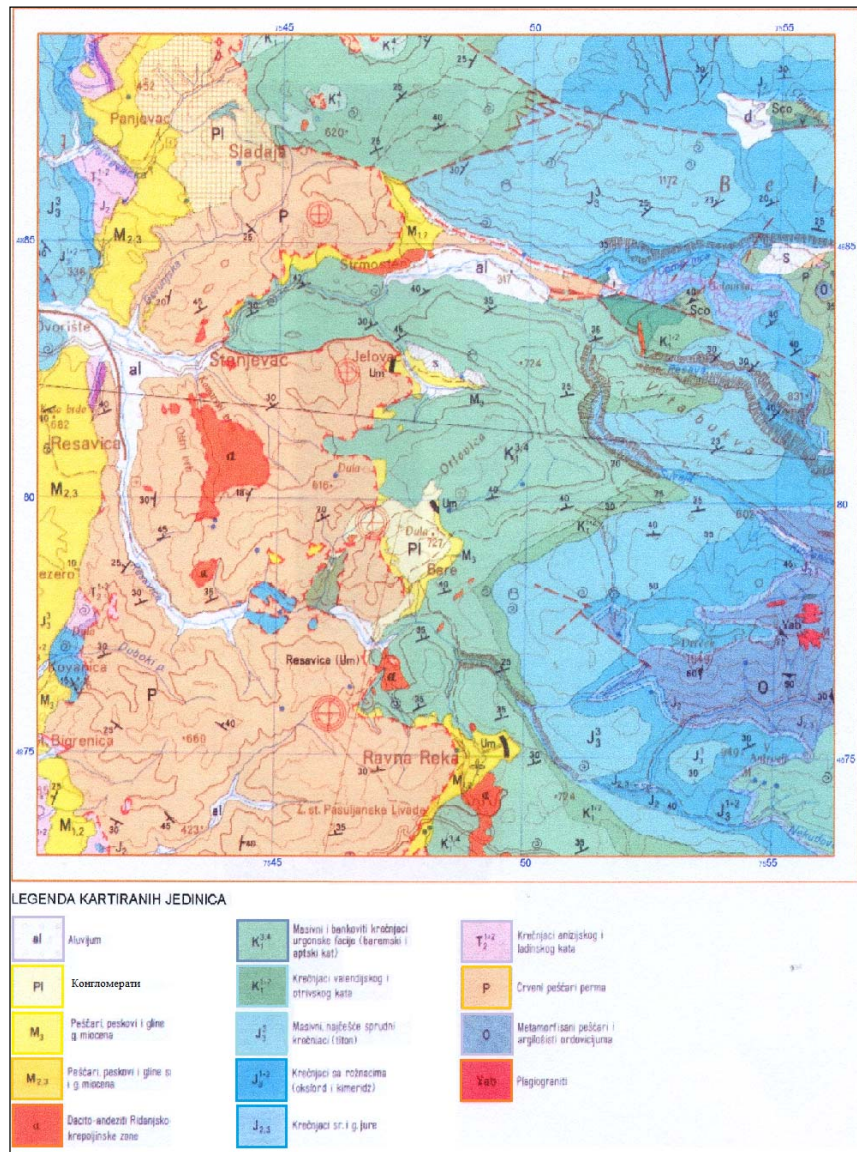
Dugotrajni i snažni tektonski pokreti manifestovani ubiranjem, navlačenjem, rasedanjem i epirogenetskim izvijanjem uticali su na opštu geotektonsku strukturu terena i na strukturni izgled stena.

Basen u širem hidrografskom smislu pripada slivu Velike Morave, a u užem smislu Resave i Ravanice.

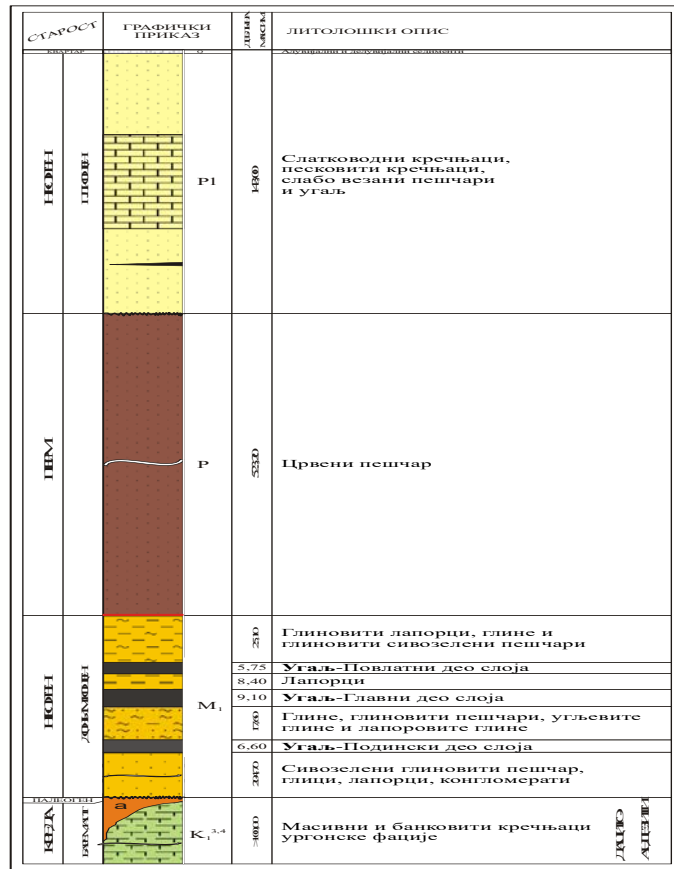
Kroz severni i centralni deo basena protiču reke Suvaja, Resava, Resavica i Nekudova, a kroz južni deo reka Ravanica. Postoji još i niz manjih vodotokova, a koji su obično sezonskog karaktera.

U geološkom smislu Resavsko-moravski ugljeni basen izgrađen je od sedimentnih, metamorfnih i magmatskih stena koje su po starosti paleozojske, mezozojske, tercijarne i kvartarne.

Na Slici 3.8 prikazana je geološka karta basena, a na Slici 3.9. dat je karakterističan geološki stub basena.



Slika 3.8. Prikaz geološke karte Resavsko -moravskog ugljunosnog basena [JP PEU, 2004-2014]



Slika 3.9. Šematski prikaz geološkog stuba Resavsko-moravskog ugljonosnog basena [JP PEU, 2004-2014]

Obzirom na tektonsku poremećenost ležišta u okviru basena ležišne prilike imaju donekle različite karakteristike.

Ležište „Strmosten“ nalazi se u čeonom delu Rtanjsko-Kučajske navlake i ima sinklinalni oblik čija se krila šire prema jugozapadu. Osa sinklinale pruža se od istoka i tone prema zapadu, pod uglom 10⁰-20⁰. U građi terena ležišta crveni permski peščari imaju dominantno učešće i navučeni su preko ugljonosne miocenske serije i mezozojskog krečnjaka. U ležištu je razvijen jedan ugljeni sloj koji je složene građe, pri čemu je u severoistočnom delu ležišta raslojen na tri ogranka, a u ostalim delovima ležišta na dva ogranka. Debljina sloja varira od 0,5-25,3m, prosečno 7,33m od čega na čisti uglja otpada 5,87m. Jalovinu u sloju čine laporovite i ugljevite глине, laporci i glinoviti peščari.

Ležište „Ravna Reka“ jama „IV blok“ u sadašnjim omeđenim konturama eksploabilne debljine ugljenog sloja zahvata površinu od 540.000m², koja je napravnog oblika sa dužom osom od 1000m u pravcu I-Z i kraćom osom 950 m u pravcu S-J. U ležištu je razvije jedan ugljeni sloj složene strukture kojom je podeljen na dva ogranka.

Debljina ugljenog sloja je promenljiva i kreće se u granicama 2,2-18,10m od čega je debljina čistog uglja 0,5-12,5m.

Međuslojnu jalovinu čine ugljevite gline i glinoviti peščar, ukupne debljine 0,2-5m. U nekim delovima ležišta proslojci potpuno izostaju pa ugljeni sloj ima oblik kompaktnog sloja bez proslojaka.

U ležištu „Senjski rudnik“ odnosno njegovom aktivnom području tzv. „Lipov deo“ u kome su još neotkopane rezerve uglja razvijen je jedan složeni ugljeni sloj debljine koja se menja i to u istočnom delu iznosi 1-8m, dok u zapadnom delu je debljine 1-20m.

Prema fizičko-mehaničkim svojstvima radne sredine, odnosno ugljenog sloja i pratećih stena, na osnovu iskustva došlo se do saznanja da sa stanovišta stabilnosti izrađenih prostorija najbolja svojstva pokazuju krečnjaci, nešto manje ugljeni sloj dok su crveni peščari i druge stene nepovoljni po stabilnost. Ovo povlači potrebu da se umesto drvene podgrade mahom primenjuje čelična podgrada.

Pojave metana u jamama „Strmosten“, „Senjski rudnik“ i „Ravna Reka“ su veoma niske i kategorišu se kao nemetanske, ali obzirom na svojstva ugljene prašine rudarski radovi se odvijaju u metanskom režimu.

Ispitivanjima svojstava ugljene prašine utvrđeno je da ista u određenim uslovima iskazuje zapaljiva i eksplozivna svojstva.

Ugalj ugljenog sloja u celom basenu je sklon procesu zapaljenja, a što je potvrđeno većim brojem pojava endogenih požara i laboratorijskim ispitivanjima uzoraka uglja.

3.4.3. Tehničko-tehnološki uslovi eksploatacije

Otvaranje jama rudnika „Rembas“ -Resavica izvršeno je kombinovanim sistemima, pri čemu je vođeno računa da se sve jame međusobno povežu i da im je centralno povezivanje sa separacijom u Resavici.

Sve tri aktivne jame „Strmosten“, „Ravna Reka – IV blok“ i „Senjski rudnik“ spojene su potkopima, koje čine glavne prostorije otvaranja jama.

Dalje otvaranje po jamama vršeno je parcijalno prema uslovima ležišta.

Jama „Senjski rudnik“ je pored potkopa koji je veza sa Resavicom otvoren sa ventilacionim i izvoznim (servisnim) oknom koje je namenjeno za spuštanje zaposlenih u jamu, ulaz sveže vazdušne struje i za dopremu opreme i repromaterijala. Spajanjem ovih prostorija dobijen je prosti model jame iz kojih se dalje vrši razrada otkopnih polja.

Jama „Ravna Reka -IV blok“ otvorena je iz Južnog potkopa koji spaja Resavicu i Senjski rudnik, izradom transportnih i ventilacionih prostorija do ulaska u ugljeni sloj, odakle je vršena dalja razrada po pružanju sloja do granice otkopavanja. Drugi otvor predstavlja ventilaciono okno putem koga se izvodi iz jame istrošena vazdušna struja.

Jama „Strmosten“ je otvorena glavnim izvoznim niskopom izrađenim sa površine na koti 287m do kote 66m u jami i namenjena je za transport iskopine, uvođenje sveže vazdušne struje, dopremu opreme i repromaterijala i kretanje ljudi u jamu i iz jame.

Drugi jamski otvor čini slepo okno, izrađeno od kote 288m do kote 45 m koje je spojeno sa prekopom kao vezom sa površinom i sa glavnim „Strmostenskim“ potkopom na koti 45m u jami. Ovim potkopom poduhvaćene su utvrđene rezerve uglja u jami „Strmosten“.

Sve rudarske prostorije u jamama RMU „Rembas“ izrađuju se klasičnom tehnologijom bušačko-minerskim radovima, ručnim utovarom iskopine u dvolančane grabuljaste transportere, podgrađivanjem sa čeličnom podgradom (izuzev prostorija otkopnih osnovica i otkopnih uskopa koji se podgrađuju drvenom podgradom) i separatnim provetravanjem.

Za otkopavanje uglja u jamama su sada isključivo u primeni stubne metode otkopavanja u varijantama V i G, pri kojima se uglj dobija natkopnim i potkopnim miniranjem sloja uglja i odvozom uglja dvolančanim grabuljastim transporterima.

Otkopi se takođe provetravaju separatno obzirom da su po rudarskom modelu slepe prostorije.

Provetranje aktivnih jama u ležištima uglja Resavsko – moravskog ugljonosnog basena vrši se veštački depresionim sistemom, sa ventilatorima ugrađenim u ventilacionim stanicama. Sve tri jame imaju izgrađene ventilacione stanice u kojima su ugrađeni glavni i rezervni ventilatori sa pripadajućom opremom kao i dizel agregati kao rezervni izvori energije, bez obzira što postoji dvostrano snabdevanje električnom energijom.

Ventilator za glavno provetranje jame „Senjski Rudnik je tipa AVV-12-154-2 proizvođača „Klima“ Celje, kapaciteta dobave vazduha 22,5m³/s i depresije 1030Pa. Rezervni ventilator je tipa AVV-12-125-4 kapaciteta 28 m³/s i depresije 500Pa.

Jama „Strmosten“ provetrava se glavnim ventilatorom tipa AVV-12-125-4 kapaciteta 17-40m³/s i depresije 1000-2700 Pa, dok je rezervni ventilator tipa NAVV-D-125-1 proizvođača „Klima“ Celje sa kapacitetom 23m³/s i depresijom 1000Pa.

Jama „Ravna reka – IV blok“ poseduje glavni ventilator tipa- N-AVV-D-125/56-8 proizvođača „Klima“ Celje, kapaciteta 23-40m³/s i depresije 400-1000Pa, a rezervni ventilator je tipa AVV-12-125-1 proizvođača „Klima“ Celje sa kapacitetom 40m³/s i depresijom 1000Pa.

Separatno provetranje radilišta pripreme i otkopavanja u jamama vrši se kompresiono cevnim ventilatorima tipa APXE-630 i DVT-2013-2 i gipkim plastičnim cevovodima.

Uvođenje sveže vazdušne struje u jamu „Strmosten“ vrši se putem glavnog izvoznog niskopa, te se razvodi u proizvodni revir do potrošača, a izvodi se putevima izlazne vazdušne struje do slepog okna i ventilacionim kanalom na površinu. Glavno

ventilaciono postrojenje je izgrađeno na površini u produženom delu okna i spojeno ventilacionim kanalom.

Jama „Ravna Reka – IV blok“ provetrava se svežom vazdušnom strujom koja se uvodi Južnim potkopom iz pravca Resavice, razvodi transportnim prostorijama do otkopnih polja i radilišta, te putevima izlazne vazdušne struje vodi na ventilaciono okno i dalje na površinu.

Uvođenje sveže vazdušne struje za jamu „Senjski Rudnik“ vrši se Južnim potkopom iz pravca Resavice i putem izvoznog (servisnog) okna te se spajaju i odvede u otkopno polje, a izvodi ventilacionim prostorijama do okna i na površinu.

Odvodnjavanje sve tri jame ustrojeno je kao veštačko sa glavnim centrifugalnim pumpama odgovarajućeg kapaciteta i visine bacanja i čeličnim cevovodima proračunatih prečnika. U principu odvodnjavanje je ustrojeno kao višestepeno, sa više prepumpavanja vode. Voda se na radilištima u otkopnim poljima prikuplja u radilišne vodosabirnike odakle se najčešće izbacuje muljnim pumpama, ređe gravitaciono, a dalje do pomoćnih vodosabirnika koji se izgrađuju na najnižim visinama (kotama) u otkopnim poljima. Dalje se vrši prebacivanje vode u glavne jamske vodosabirnike i dalje na površinu.

Kontrola gasno-ventilacionog stanja i mikroklimatskih prilika u jamama se obavlja dvojako, i to:

- Pomoću ugrađenog sistema automatske daljinske kontrole predviđenih parametara i
- Operativno od strane zaduženih lica sa ručnim instrumentima.

Sistemi transporta u jamama su ustrojeni kao radilišni, revirni, glavni i izvozni. Radilišni transport se izvodi sa grabuljastim dvolančanim transporterima, revirni i glavni delimično sa grabuljastim transporterima i uglavnom sa gumenim trakastim transporterima. Izvoz iz jame „Strmosten“ je organizovan putem glavnog izvoznog niskopa sa gumenim trakastim transporterom do prihvatnog bunkera na površini odakle se kamionski prevozi do separacije u Resavici.

Izvoz iz jama „Senjski Rudnik“ i „Ravna Reka – IV blok“ organizovan je Južnim potkopom vagonetima i sa akulokomotivskom vučom do separacije.

Doprema opreme i repromaterijala vrši se u sve tri jame gornjošinskim transportom sa užetnim pogonom i delimično po gornjoj šini sa vitlovskom vučom.

Jame „RMU Rembas“ kao pogonsku energiju koriste električnu energiju i komprimirani vazduh.

Napajanje jame „Senjski rudnik“ električnom energijom vrši se iz dva pravca i to jedan dalekovod iz pravca Čuprija – Senje - Senjski rudnik, a drugi pravac dalekovodom Resavica - Ravna Reka - Senjski rudnik, koji se priključuju na TS „Senjski Rudnik“ 35/10/6/0,4kW. Iz ove trafostanice napajaju se potrošači na površini i kablovima uvodi napon u jamske trafostanice i dalje do potrošača.

Jama „Strmosten“ snabdeva se električnom energijom iz TS „Stenjevac“ 35kV do TS „Vodna“ iz koje se snabdevaju potrošači na površini i izvodom za jamu se napajaju jamske stanice i potrošači u jami.

Snabdevanje električnom energijom jame „Ravna Reka – IV blok“ vrši se iz 6 kV TS Resavica kablovima duž Južnog potkopa do jamskih trafostanica i potrošača.

Bitno je istaći da sve tri jame imaju izgrađene kompresorske stanice u kojima su ugrađeni kompresori sa pripadajućom opremom, iz kojih se jame putem cevovoda snabdevaju komprimiranim vazduhom.

U sklopu površinskog kompleksa RMU „Rembas“ nalaze se upravna zgrada sa svom potrebnom infrastrukturuom i pratećim službama i opremom (kancelarije, garderobe, kupatila, dispečerski centar, lampara, prozivaonica..), radionice (elektro, mašinska, stolarska..), uređen plato za jamsku drvenu podgradu sa strugarom, toplana, magacini za opremu i rezervne delove, laboratorija za ugali i gasove, teško-tekućinsku separaciju sa svom potrebnom opremom za potrebe sve tri jame. Pored separacije uređen je plato za odlaganje uglja, a odvoz jalovine vrši se kamionski do uređenog odlagališta udaljenog na oko 2,5km od separacije.

Jama „Ravna Reka“ koristi zajedničke infrastrukturne objekte koji su u Resavici, a pripadaju RMU „Rembas“.

Jama „Strmosten“ i jama „Senjski rudnik“ imaju svoje nezavisno izgrađene površinske komplekse, a koje sačinjavaju: upravna zgrada sa svom potrebnom infrastrukturom, pratećim službama i opremom, pogonske radionice (elektro, mašinske, stolarske), kotlarnicu, lamparu, garderobu, kupatila, prozivaonice, magacini za opremu i rezervne delove, uređene platoe za deponovanje jamske podgrade, četu za spasavanje i druge pomoćne objekte.

3.5. Rudnik „Lubnica“ – Lubnica, Zaječar

3.5.1. Opšti podaci o rudniku

Ležište uglja „Lubnica“ nalazi se u naseljenom mestu Lubnica na oko 6 km udaljenosti od grada Zaječara, zahvatajući prostor između 43°50' i 43°53' severne geografske širine, 22°10' i 2°15' istočne geografske dužine i apsolutnim nadmorskim visinama od 200m na severnom delu u dolini Lubničke reke do 330m na južnom delu.

Rudnik je sa gradom Zaječarom povezan saobraćajnicom Boljevac – Planinica -Lubnica - Zaječar, a od Zaječara vodi niz komunikacija i to prema granici sa Bugarskom, ka Knjaževcu i Nišu, te prema Kladovu. Lokacija rudnika prikazana je na Slici 3.2.

Ležište uglja rudnika Lubnica smešteno je u Zaječarskoj kotlini, odnosno zapadnom delu Timočkog basena koji i nosi naziv Lubničko-Zvezdanski ugljonosni basen (Lubnički basen).

Lubničko-zvezdanski basen zahvata površinu od oko 14km² i predstavlja kotlinu složenog tipa koja je formirana rasedanjem i tonjenjem gornjokrednog kopna. Usled tektonskih pokreta u basenu je formirano više većih ili manjih ugljonosnih polja koja su međusobno odvojena rasedima. Lubnički i Zvezdanski basen predstavljaju dve depresije: jugoistočnu i severozapadnu.

U delu Zvezdanskog basena ranije je vršeno otkopavanje uglja i to u više navrata i na različitim lokalitetima. U blizini sela Zvezdan bile su aktivne jame „Zvezdan“ i „Novi Zvezdan“, a u selu Lenovac postojala je jama „Hajduk Veljko“ sve do 1950. godine.

Ležište uglja „Lubnica“ je najveće ležište uglja unutar Lubničko-zvezdanskog ugljenog basena i jedino je ležište ovog basena koje je predmet eksploatacije.

Overene bilansne rezerve uglja A+B+C kategorije prema najnovijem stanju iz Knjige rezervi iznose 10.288.161 tona.

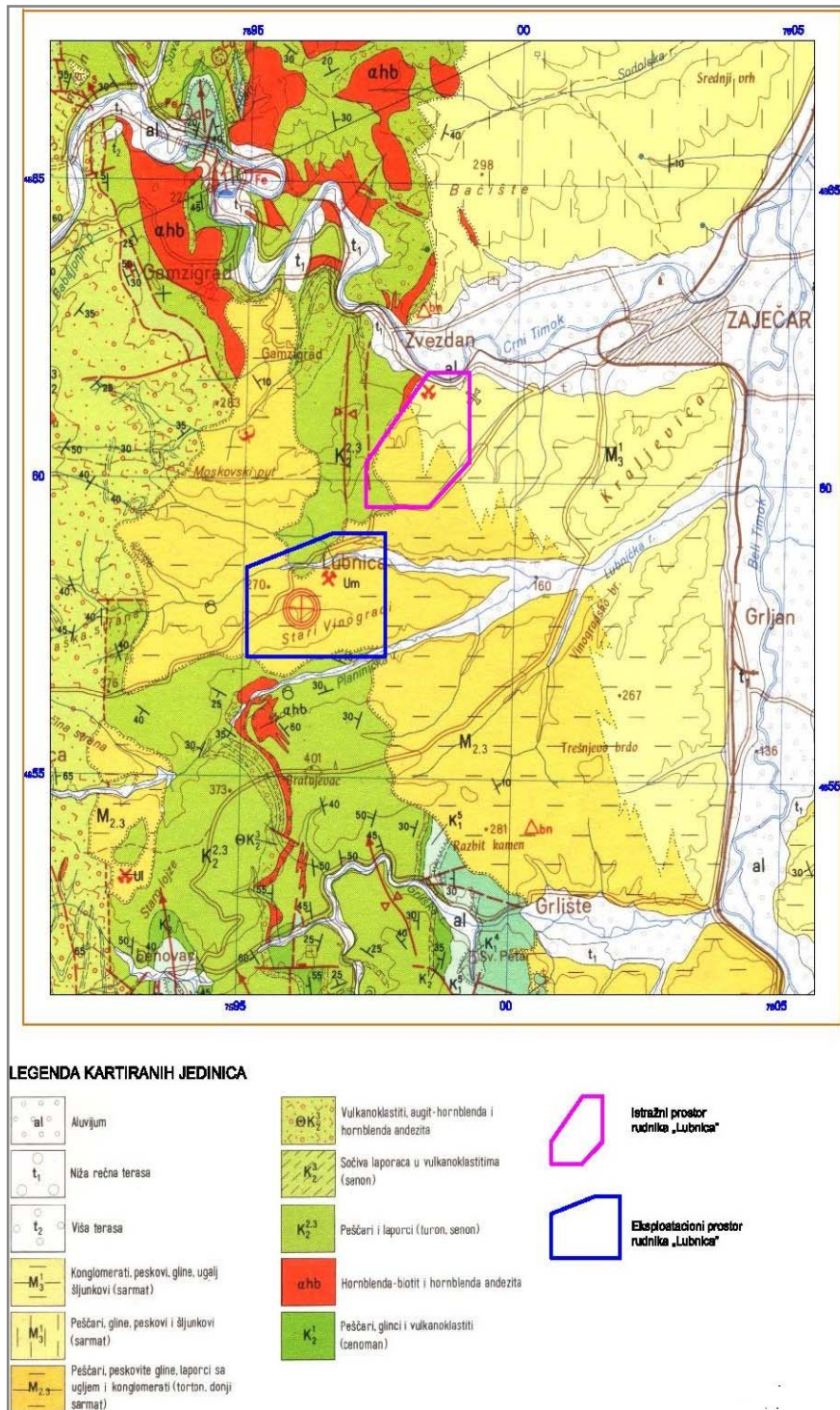
Ležište uglja „Lubnica“ sačinjavaju ugljunosna polja „Osojno“ na zapadu, polje „Stara jama“ u centralnom delu basena i Centralno i Istočno polje na istoku. Dosadašnjom eksploatacijom u ovom ležištu vršeno je otkopavanje donjeg ugljenog sloja unutar polja „Stara jama“ i „Osojno-centar“. Polje „Osojno“ je rasedima dodatno podeljeno na tri otkopna bloka: „Osojno-jug“, „Osojno-centar“ i „Osojno-sever“.

3.5.2. Prirodno - geološki uslovi eksploatacije

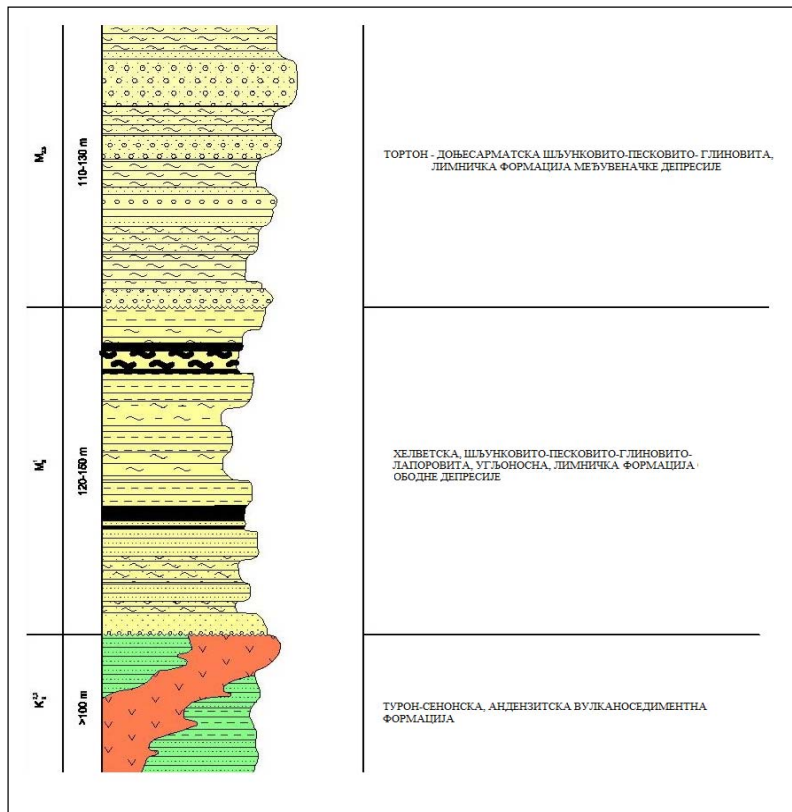
Prema geološkoj dokumentaciji utvrđeno je da celi neogeni Zaječarski basen ispunjavaju neogeni i kvartarni sedimenti. Središnji najniži deo basena nadmorske visine 125-140m, kao najdublji deo dna nekadašnjeg sarmatskog jezera, zahvata prostrana aluvijalna ravan Crnog Timoka, Belog Timoka i Timoka, reka koje imaju najveći uticaj na morfologiju terena. Na prostoru Lubničkog basena podlogu i obod izrađuju stene torton-senonske andenzitske vulkanogeno-sedimentne serije.

Diskordantno preko paleoreljefa leže ugljunosni sedimenti helvetske starosti. Ukupna debljina ovih formacija u centralnom delu basena iznosi oko 200m i ona je podeljena u tri horizonta: podinski, ugljunosni i povlatni.

Na Slici 3.10. predstavljena je Geološka karta basena, a na Slici 3.11. dat je Geološki stub okoline ležišta „Lubnica“.



Slika 3.10. Prikaz geološke karte ugljonosnog basena „Lubnica“ [JP PEU, 2004-2014]



Slika 3.11. Šematski prikaz geološkog stuba ležišta uglja „Lubnica“ [JP PEU, 2004-2014]

Podinski ugljonosni horizont zauzima debljinu od oko 40m, a čine ga sivozeleni konglomerati, sivozelena laporoviti glinci i alevriti kao najviši podinski paket.

Ugljonosni horizont prosečne debljine oko 70m počinje razvićem i odnosno nazvanog glavnog ugljenog sloja, debljine 7-9m, a završava se II, odnosno krovinskim ugljenim slojem debljine 12-14m.

Između ova dva sloja nalazi se paket laporaca sa proslojcima laporovityh krečnjaka.

Povlatni horizont, debljine do 80m, izgrađen je od laporovityh i peskovityh glinaca u smenjivanju sa trošnim laporovitym i glinovitym pešćarima.

Glavni ugljeni sloj, ili I sloj, je umereno složene geološke građe sa karakterističnim glinovitym delom u pripodinskom delu sloja i prostire se u celom prostoru Lubničkog basena. Neposrednu podinu ovog sloja čine peskoviti alevriti i nevezani pešćari, a neposrednu krovinu čine beličasti uslojeni laporci.

Krovinski odnosno II ugljeni sloj je složene geološke građe sa učestalim jalovim proslojcima, a prostire se na udaljenosti 60-70m od glavnog ugljenog sloja. Zbog visokog učešća međuslojne jalovine nije na čitavom prostoru eksploatabilan.

Pri izvođenju rudarskih radova u Lubničkom basenu prilivi vode su iznosili do $0,06\text{m}^3/\text{min}$ i ne predstavljaju poseban problem. Prema litološkom sastavu ugljonosna serija je praktično vodonepropusna, te se prilivi vode pojavljuju uglavnom duž raseda.

Fizičko-mehanička svojstva neposredne podine ugljenih slojeva i neposredne krovine, sa aspektastabilnosti su nepovoljna i iziskuju dodatno osiguranje rudarskih prostorija i višestruke rekonstrukcije.

Prema dosadašnjim iskustvima pri izvođenju podzemnih rudarskih radova nisu evidentirane pojave metana, ali sa spuštanjem rudarskih radova u veće dubine ove pojave se ne isključuju. Ugalj ugljenih slojeva je sklon procesu samozapaljenja, što je potvrđeno ispitivanjima i brojnim endogenim jamskim požarima.

Ispitivanjima svojstava ugljene prašine utvrđeno je da ista pod određenim uslovima može pokazivati eksplozivna i zapaljiva svojstva.

3.5.3. Tehničko-tehnološka rešenja eksploatacije

Radovi otkopavanja uglja vrše se u jami „Osojno-jug“ koja je otvorena sa dve kose, niskopne prostorije i to glavni transportni (GIP) i glavni ventilacioni niskop (GVN). Ušće ovih prostorija je na koti +246m i uređene su sa padom od 12° do kote +75m, a međusobno su spajane ventilacionim vezama.

Iz ovih prostorija dalje je vršeno otvaranje otkopnih polja i to tako da se iz GIN i GVH rade ventilacioni i transportni hodnici po pružanju sloja do granice otkopavanja. Izrada prostorija otvaranja jame i prostorija otvaranja otkopnih blokova vrši se bušačko-minerskim radovima, podgrađivanjem isključivo sa čeličnom kružnom podgradom, odvozom iskopine grabuljastim transporterima i uz separatan provetravanje u fazi napredovanja.

Za otkopvanje ugljenog sloja primenjuju se isključivo stubne metode otkopavanja u varijantama V, G i T pri čemu se dobijanje uglja vrši miniranjem potkopnog i natkopnog

dela sloja. Za primenu ovih metoda izrađuju se otkopne osnovice po pružanju sloja, a iste se lociraju u pripodinskom delu ugljenog sloja kako bi se otkopavanjem zahvatila cela debljina sloja. Kapacitet proizvodnje zavisi od broja otkopnih jedinica u istovremenom radu.

Provetravanje jama obavlja se veštački, depresiono sa glavnim rudničkim ventilatorom postavljenim u ventilacionom postrojenju lociranom na ušću glavnog ventilacionog niskopa (GVN).

Glavni ventilator je tipa AVJ 1500-75 kW, proizvođača „Delta Air Inženjering“ Beograd, kapaciteta 10-40m³/s i maksimalne depresije 2800Pa. Rezervni ventilator je tipa SC-160 proizvođača „Minel“ Beograd kapaciteta 15m³/s i depresije 500Pa. Pored ova dva ventilatora u ventilacionom postrojenju je ugrađena za njih pripadajuća oprema i dizel agregat, kao rezervni izvor napajanja za slučaj prekida snabdevanja električnom energijom iz dalekovoda.

Sveža vazдушna struja u jamu se uvodi putem glavnog transportnog niskopa (GTN) te razvodi do radilišta u otkopnim poljima i izvodi na površinu putem glavnog ventilacionog niskopa.

Separatno provetravanje radilišta otvaranja i pripreme, kao i radilišta stubnog otkopavanja vrši se separatno cevnim ventilatorima odgovarajućeg kapaciteta i gipkim plastičnim cevovodima koji se sukcesivno produžavaju u skladu sa dinamikom napredovanja, odnosno dinamikom povlačenja otkopa.

Kontrola ventilacionih gasnih, požarnih i mikroklimatskih uslova u jami vrši se operativnim sistemom od strane posebno zaduženih lica sa odgovarajućim instrumentima.

U jami “Osojno-jug” za transport iskopine (uglja i jalovine) u primeni su dvolačani grabuljasti transporter i gumeni trakasti transporter. Na radilištima koja vrše izradu prostorija kao i na otkopnim radilištima primenjuju se grabuljasti transporter u koje se iskopina utovara ručno i odvozi do gumenih trakastih transportera postavljenih u transportnim prostorijama i u prostoriji glavni transportni niskop (GIN) kao izvoznoj prostoriji.

Sa glavne izvozne trake vrši se pretovar uglja u prihvatni bunker odakle se dalje kamionski transportuje u dužini od 15 km do klasirnicu u mestu Grljan.

Doprema opreme i repromaterijala za potrebe radilišta u jami "Osojno – jug" vrši se jednošinskom visećom žičarom sa užetnim pogonom, pri čemu je pogon postavljen na ušću glavnog ventilacionog niskopa, duž ventilacionih prostorija ugrađuju se do radilišta jednošinska pruga vešanjem o podgradne okvire.

Saglasno konstrukciji jame i geometriji jamskih prostorija otvaranja, osnovne i otkopne pripreme, odvodnjavanje jame "Osojno-jug" vrši se gravitaciono ili potapajućim muljnim pumpama i cevovodima do pomoćnih vodosabirnika, odnosno glavnog jamskog vodosabirnika odakle se centrifugalnom pumpom tipa VPN 450-6 izbacuje na površinu.

Sukcesivno kako radovi pripreme i otkopavanja napreduju u otkopnim poljima premešta se i oprema za odvodnjavanje.

Rudnik "Lubnica" snabdeva se električnom energijom dvostarno i to iz pravca Zvezdan-Lubnica dalekovodom 35kV i iz pravca Grljan-Lubnica dalekovodom 35kV do glavne trafostance Lubnica, a dalji razvod vrši se kablovima do jamskih trafostanica i do potrošača u jami.

Jama "Osojno-jug" takođe za pogon određenih potrošača koristi i komprimirani vazduh iz kompresorske stanice locirane neposredno pored ulaza u jamu odakle se vazduh dalje razvodi putem cevovoda.

Pored klasirnice u Grljanu, u kojoj se vrši klasiranje uglja postoje pretovarni bunker iz kojih se ugalj utovara i odvozi do potrošača, kao i vaga za merenje količina otpremljenog uglja, kancelarijski i garderobni prostor za zaposlene. U neposrednoj blizini klasirnice postoji i uređeno odlagalište jalovine.

U sklopu površinskog kompleksa rudnika u Lubnici je izgrađena Upravna zgrada sa potrebnom infrastrukturom (kancelarije, kotlarnica, četa za spasavanje, kuhinja) a na pogonu pored starog izvoznog okna takođe je izgrađena pogonska zgrada sa

neophodnom infrastrukturom: kancelarije, garderobe, kupatila, lampara, prozivaonica, kotlanica, radionice (mašinska, elektro, stolarska, magacini za opremu).

Pored ulaza u jamu postoje uređeni platoi za odlaganje opreme i repromaterijala koji se spušta u jamu kao i opreme i repromaterijala koji se izvozi iz jame.

3.6. Rudnik "Jasenovac" – Krepoljin, Žagubica

3.6.1. Opšti podaci o rudniku

Rudnik mrkog uglja "Jasenovac" nalazi se na teritoriji opštine Žagubica, 8km južno od naseljenog mesta Krepoljin između sela Sige, Bliznak i Jasnovac, sa sedištem u Krepoljinu.

Prvi radovi na eksploataciji uglja u ležištu "Jasnovac" (Krepoljinska ugljonosna zona) datiraju iz vremena pre prvog svetskog rata kada je otkopavan uglj u izdavačkim zonama za lokalne potrebe. U toku drugog svetskog rata počela je nešto intenzivnija eksploatacija. Tek 1954. godine započeli su obimniji istražni radovi i izrađen je "Centralni potkop" (glavna rudarska prostorija) iz koga je izvršeno otvaranje jame "Jasenovac".

U pogonu je bilo više manjih jama otvorenih u plićim delovima sloja duž istočnog oboda ugljonosne zone na prostoru od Bliznaka do Jasnovca kao: "Padina mare", "Elendra", "Jasenovac I", "Jasenovac II" i druge.

Intenzivni radovi na području sadašnje jame "Jasenovac-Centralno polje" datiraju iz 70-ih godina prošlog veka. Kako su završeni otkopni radovi u Spuštenom bloku Centralnog polja to su sada radovi otkopavanja dislocirani u "Centralno polje", iznad nivoa centralnog potkopa, gde se ranije ostale neotkopane manje površine ugljenog sloja. Nakon završetka otkopavanja ovih rezervi uglja predviđeno je obustavljanje rudarskih radova i zatvaranje jame "Jasenovac".

Područje ležišta rudnika "Jasenovac" obuhvaćeno je listom Sige topografske karte 1:25000 i listom L-34-14 Žagubica OGK i leži na geografskoj širini 44°11'58" do 44°12'34" N i geografskoj dužini 21°33'49" do 21°34' 25" E.

Kroz mesto Krepoljin prolazi regionalna putna saobraćajnica Požarevac-Petrovac-Žagubica-Bor ina koji se u Krepoljinu nadovezuje saobraćajnica II reda Krepoljin-Despotovac-Čuprija.

Lokacija ležišta rudnika "Jasenovac" prikazana je na Slici 3.2.

Prema Knjizi rezervi uglja stanje bilansnih rezervi A+B+C1 kategorije iznosi 316.370 tona i sve su svezane za sadašnju jamu "Jasenovac". U Knjizi rezervi se vode procenjene geološke rezerve uglja u području ugljonosne zone Bliznjak - Jasenovac veličine oko 8 miliona tona, ali su izostali radovi istraživanja koji bi potvrdili ovaj podatak.

3.6.2. Prirodnogeološki uslovi eksploatacije

Morfološke, hidrološke i klimatske karakteristike područja ležišta rudnika "Jasenovac" su relativno povoljne sa stanovišta podzemne eksploatacije uglja. Područje je brdovito sa nadmorskom visinom od 250 do 590 m.

Okonturenu površinu ležišta, po njegovoj dužoj osi pravca pružanja SI-JZ morfološki predstavlja Bliznačko brdo nadmorske visine 515m, dok najniže delove čine doline Bliznačke reke, Jasenovačke reke i Suvog potoka, sa najnižim kotama 250m.

Ležište uglja nalazi se u produktivnim ugljonosnim sedimentima donjeg miocena preko kojih su navučeni stariji mezozojski sedimenti, što ležištu daje složenu tektonsku strukturu. Dužina ležišta iznosi oko 1.200m i širine do 400m.

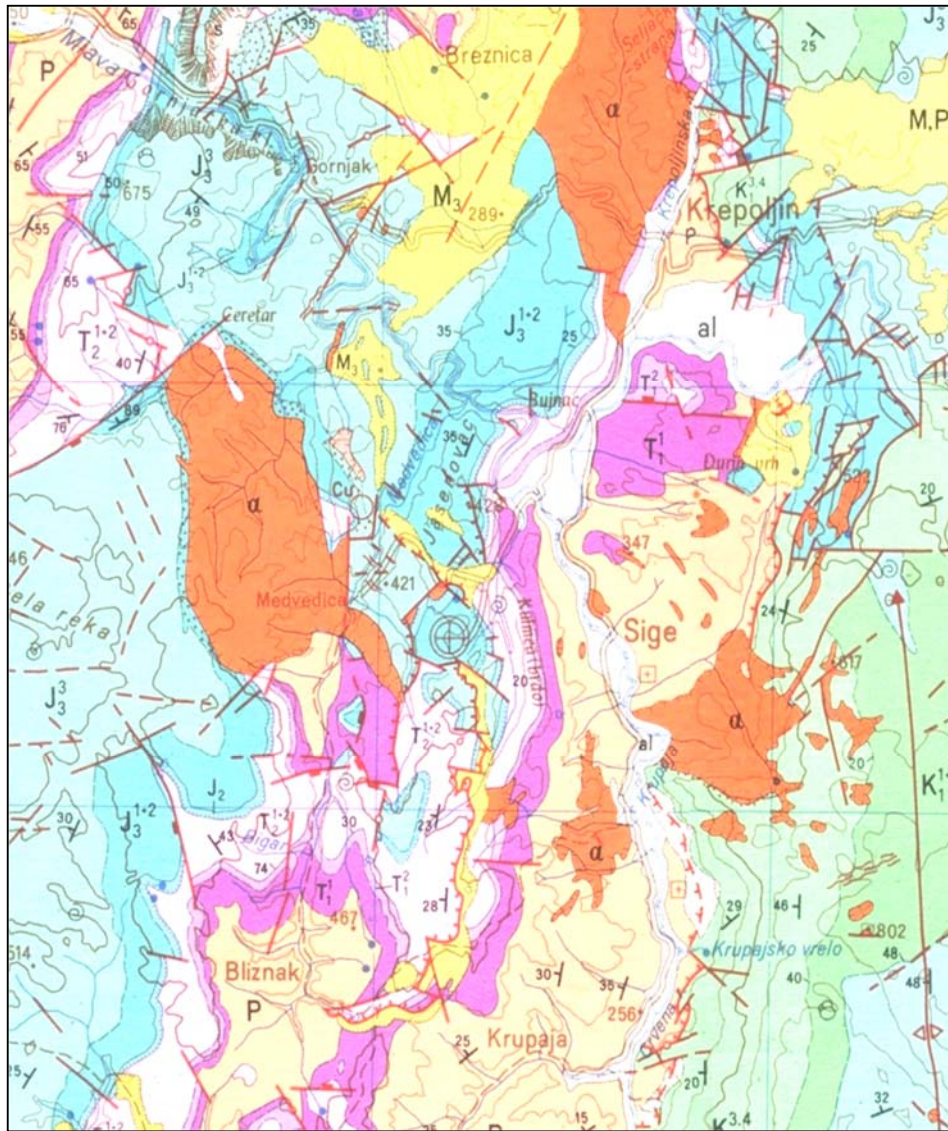
Na osnovu podataka prikupljenih izvođenjem rudarskih radova i istražnih radova mogu se izdvojiti dve strukturne celine:

- Kompleks autohtona - podloga tercijara;
- Kompleks autohtona - navlake preko tercijara.

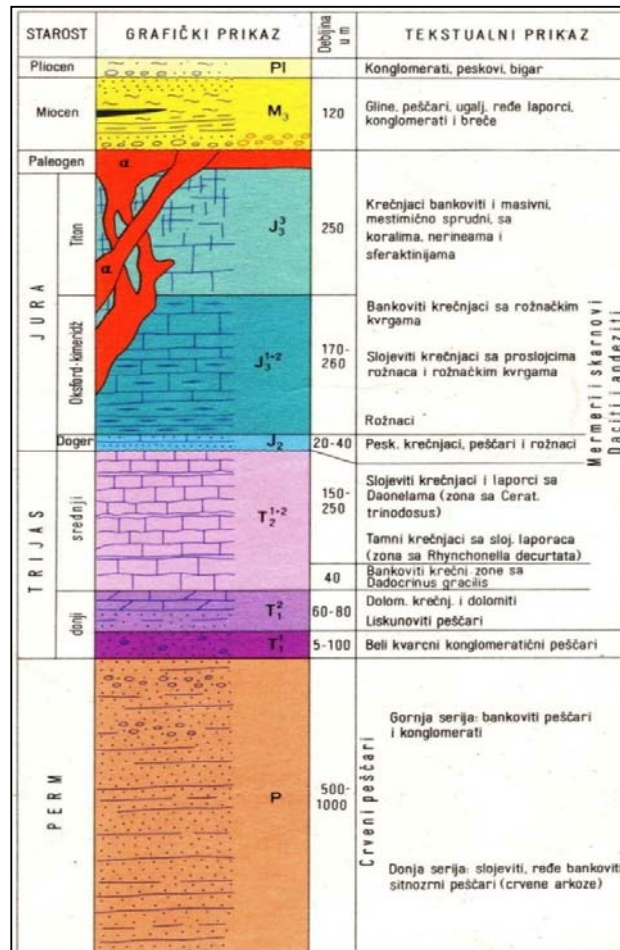
U sastavu autohtona su permski crveni peščari, permsko-trijarski peščari, trijarski krečnjaci, pločasti i masivni krečnjaci sa rožnacima.

U sastav alohtona koji predstavlja mezozojski kompleks navučenog preko ugljenosnog tercijara ulaze: tvorevine trijasa predstavljene krečnjacima u različitim formama.

Geološka karta ležišta rudnika “Jasenovac” predstavljena je na Slici 3.12. dok je na Slici 3.13. dat prikaz geološkog stuba u okviru ležišta.



Slika 3.12. Prikaz geološke karte ugljunosnog ležišta “Jasenovac”[JP PEU, 2004-2014]



Slika 3.13. Šematski prikaz geloškog stuba ležišta "Jasenovac"[JP PEU, 2004-2014]

Ugljonošnu seriju tercijara sačinjavaju jezerski sedimenti u čiji sastav ulaze šljunkovi, peskovi, gline, glinci, ređe laporci, ugljevit gline, ugljeni slojevi, peščari.

Podina ugljenog sloja je predstavljena slabo vezanim mekim peščarima i peskovima obično zaglinjenim. U delovima ležišta gde je ugljeni sloj sačuvan od krečnjačke navlake debljina naslaga podinskog dela kreće se od 20-80m.

Debljina ugljenog sloja varira u nekim delovima ležišta (istok i jugoistok) silazi ispod eksploataibilne debljine, a u nekim delovima ide i do 30m.

Povlatu, odnosno krovinu ugljenog sloja čine gline, ređe laporci, povremeno peščari i glina.

Tektonske aktivnosti uticale su na debljinu i položaj ugljenog sloja, nagib sloja i dimenzije otkopnih polja odnosno brojnih denivelisanih miniblokova.

Vezano za hidrološke odlike ležišta može se istaći da je Bliznačko brdo koje direktno pokriva ležište i koga sačinjavaju navučeni trijasko-jurski krečnjaci, na celoj površini pokriveno kulturnim pokrivačem koji u velikoj meri sprečava direktan prodor atmosferskih padavina u stenske mase iznad sloja i omogućava površinsko oticanje vode u površinske tokove Jasenovačke reke i Suvog potoka.

Uticao hidrografskih uslova na prihranjivanje podzemne izdani iznad ležišta i ovodnjenost samog ležišta sveden je na minimum pozicijom i orijentacijom površinskih tokova, koji su van konture ležišta i usečeni su u glinovite vodonepropusne sedimente tercijara.

Kod sadašnjeg stanja izvođenja rudarskih radova na lokaciji dela „Centralno polje“ iznad nivoa glavnog potkopa mogu se očekivati dotoci vode iz starih radova u slučajevima dodira radova sa vodonosnim krečnjacima.

Ugalj i prateće stene pripadaju grupi mekih do umereno tvrdih stena, dosta ispucalih i sa višim udelom glinovitih komponenti tako da su relativno nepovoljni sa stanovišta stabilnosti u njima izrađenih prostorija.

Pojave metana u ovom ležištu nisu evidentirane i radovi u jami se izvode u nemetanskom režimu. Ugalj je sklon procesu samozapaljenja, a što je potvrđeno laboratorijskim ispitivanjima i pojavama endogenih jamskih požara.

Ugljena prašina je na osnovu ispitivanja proglašena opasnom, jer pod određenim uslovima može pokazati eksplozivna i zapaljiva svojstva.

3.6.3. Tehničko – tehnološka rešenja eksploatacije

Otvaranje jame „Jasenovac“ izvršeno je sistemom horizontalnih i kosih prostorija, pri čemu je ulaz u jamu na nižoj koti odnosno nivou glavnog izvoznog potkopa dužine 1.700m (Centralni potkop na koti 272m).

Ovom prostorijom poduhvaćene su rezerve uglja Centralnog otkopnog polja i sadašnja namena joj je uvođenje sveže vazdušne struje u jamu, dopremaju opreme i repromaterijala, kretanja zaposlenih i odvodnjavanje.

Drugu prostoriji otvaranja jame čini glavni ventilacioni niskop čiji je ulaz u rudničkom industrijskom krugu na koti k 410m i dužine oko 500m. Spajanjem navedenih prostorija stvoren je ulazno-izlazni put, što je omogućilo da se iz njih izrađuju prostorije otvaranje otkopnih blokova, po pružanju sloja do granice otkopavanja.

Glavni ventilacioni niskop je ujedno i izvozni put i u njemu su ugrađene gumene trake za izvoz iskopine do klasirnice, a na ušću prostorije je izrađen ventilacioni kanal-veza sa ventilacionim postrojenjem u kome su ugrađeni glavni i rezervni ventilatori sa pripadajućom opremom i dizel agregatom.

Izrada rudarskih prostorija vrši se bušačko-minerskim radovima za izboj profila, podgrađivanjem sa čeličnom kružnom podgradom, odvozom iskopine dvolančanim grabuljastim transporterima i uz separatno provetravanje sa cevnim ventilatorima odgovarajućeg kapaciteta i gipkim plastičnim cevovodima.

Za otkopavanje ugljenog sloja u jami „Jasenovac“ primenjena je stubna G metoda otkopavanja sa tehnologijom miniranja potkopnog i natkopnog dela sloja.

Ovom metodom otkopavaju se nagnuti stubovi dimenzija 16x40x50m po padu sloja na jednu stranu od otkopnog uskopa.

Provetravanje jame vrši se veštački pomoću glavnog ventilatora tip N-AVV-D-125/56-8kapaciteta 23 m³/s i depresije 800Pa. Rezervni ventilator je istog tipa i karakteristika. Putem ovih ventilatora omogućeno je i preokretanje toka vazdušne struje jame u slučajevima potrebe. Doprema opreme i repromaterijala vrši se kroz glavni izvozni potkop vagonetima po donjoj pruzi sa dizel lokomotivom tipa LDSM/45N, da bi se na kraju potkopa teret preuzimao i transportovao sistemom jednošinske viseće pruge sa užetnim pogonom. Po prostorijama otvaranja otkopnih blokova doprema je organizovana gornjošinskim transportom sa vitlovskom vučom.

Odvodnjavanje rudarskih radova u jami je prosto i zasnovano u najvećem obimu na gravitacijskom oticanju vode osnovnim prostorijama otvaranja i Centralnim potkopom. Priliv vode na radilišta savlađuje se mobilnim muljnim pumpama kojim se eventualni dotoci vode pumpaju u osnovne prostorije.

Snabdevanje rudnika električnom energijom vrši se od Krepoljina iz trafostanice 35/10 kV snage 1600kVA dalekovodom do trafostanica „Stari Jasenovac“ locirane pored ulaza u glavni potkop, 10/6/04kV 630. Iz ove trafostanice snabdevaju se potrošači na platou pored ulaza u jamu (mašinska, elektro radionica, automehaničarska radionica, vaga, kompresorsko postrojenje...) i pružen je dalekovod do rudnika gde je instalisana trafostanica iz koje se dalje napajaju jamske trafostanice i potrošači.

Pored električne energije u jami je u primeni i energija komprimiranog vazduha iz kompresorske stanice locirane pored ulaza u glavni izvozni potkop. U kompresorskoj stanici je postavljen kompresor tima EPZ-360 „Fagram“ kapaciteta 21m³/min vazduha.

Rudnik „Jasenovac“ ima izgrađen i organizovan površinski kompleks u sklopu koga se nalaze: upravna zgrada sa svom potrebnom infrastrukturom, pratećim službama i opremom, klasirnica, radionica (mašinska, elektro, stolarska, automehaničarska), magacini i kotlarnica. U okviru površinskog kompleksa nalazi se i plato za opremu i repromaterijal, plato za odlaganje uglja, trafostanica, ventilacino postrojenje, pogonska stanica glavnog izvoznog transportera i pretovarni bunker za otpremu uglja. Odlagalište jalovine na koja se sada odlaže jalovina locirano je na prostoru udaljenom oko 1,5km od ulaza u glavni izvozni potkop.

3.7. Rudnik „Bogovina“ – Bogovina, (Boljevac)

3.7.1. Opšti podaci o rudniku

Rudnik „Bogovina“ nalazi se u selu Bogovina, između Boljevca i Bora, na levoj obali reke Timok.

Bogovinski terciarni basen – ležište je tektonskog porekla i u geološkom smislu predstavlja potolinu spuštenu u podnožju istočnih ogranaka planinskog lanca Kučaja.

Radovi eksploatacije uglja u ovom ležištu započeli su 1903. godine i vrše se neprekidno do danas, a prema podacima otkopavanje je vršeno u 11 jama. Ležište je podeljeno na

dva otkopna polja. Zapadno u kome je eksploatacija završena 1995. godine i Istočno otkopno polje u kome se sada vrše eksploatacioni rudarski radovi sa kapacitetom oko 50.000 t/god.

Pored ležišta uglja „Bogovina“ prolazi regionalni put Paraćin – Zaječar - Bor koji se veže na jednoj strani za autoput Beograd – Niš - Skoplje, a na drugoj strani ka Negotinu i Klodovu. Samo ležište je ispresecano gustom mrežom seoskih puteva.

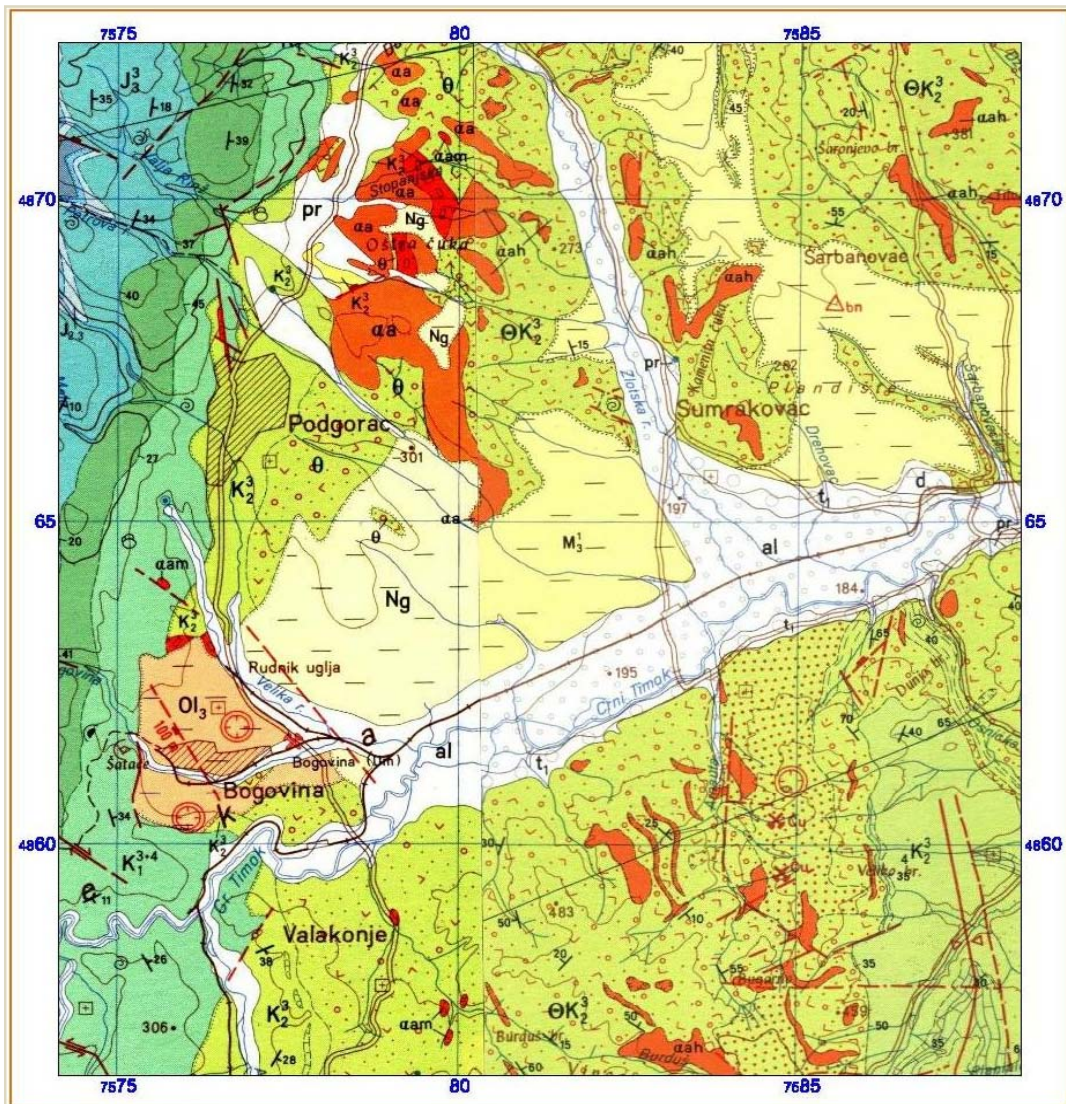
U hidrološkom pogledu ležište uglja „Bogovina“ dreniraju Crni Timok, Velika Bogovinska i Zlotska reka i veći brojpotoka čineći hidrografsku mrežu ležišta koja priprada slivu Crnog Timoka.

Lokacija ležišta rudnika „Bogovina“ prikazana je na Slici 3.2.

Prema Knjizi rezervi uglja, stanje bilanskih rezervi A+B+C₁ kategorije iznosi 2.377.050 tona, dok rezerve C₂ nisu bilansirane [Ratković, 2011].

3.7.2. Prirodno - geološki uslovi eksploatacije

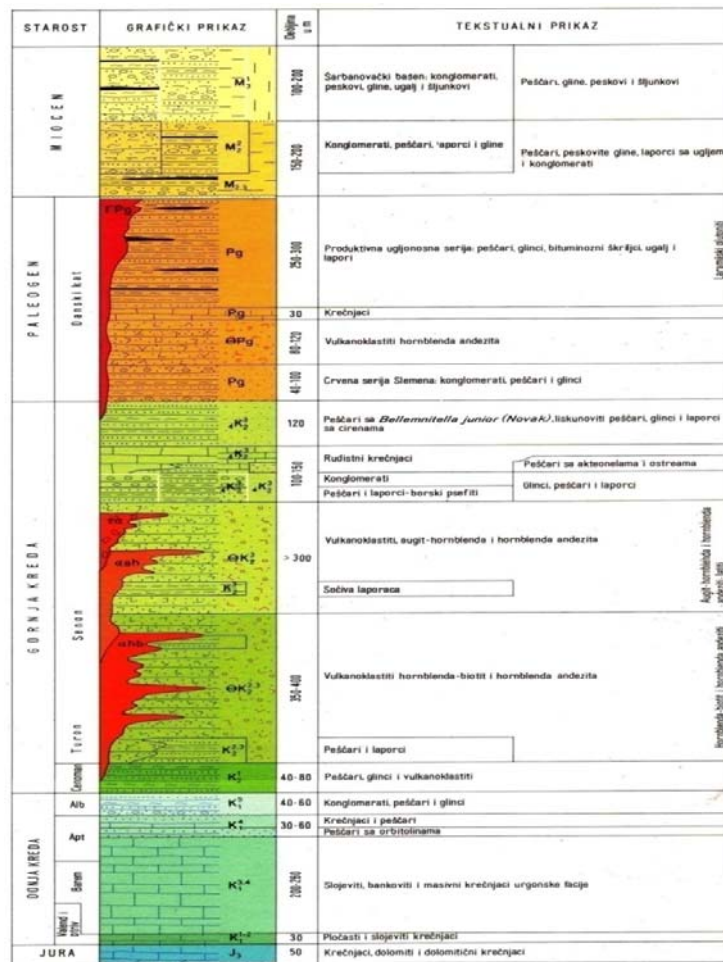
Na osnovu rezultata do sada izvedenih istražnih radova i rudarskih radova, utvrđeno je da ugljonosni basen izgrađuju različiti litološko-petrografski članovi, predstavljeni sedimentima donje i gornje krede, eruptivnim stenama timočkog andenzitskog masiva, tercijarnim sedimentima sa produktivnom ugljenom serijom i kvartarnim aluvijalnim nanosom. Na Slici 3.14. predstavljena je geološka karta ugljenog basena Bogovina, a na Slici 3.15. dat je karakterističan geološki stub basena.



Legenda kartiranih jedinica

	Aluvijum		Amfibolski andeziti, latiti i kajaniti (III faza)		Konglomerati, peščari, laporci, laporoviti krečnjaci, tufovi i tufiti
	Proluvijum		Tufovi, tufiti i vulkanske breče		Krečnjaci i orbitolinski peščari, dolomiti
	Niža rečna terasa		Augitsko-amfibolski andeziti (II faza)		Stojeviti i bankoviti krečnjaci
	Peskovi, peščari i gline		Augit-hornblenda i hornblenda andezita		Bankoviti i masivni krečnjaci i dolomiti
	Konglomerati, peskovi, gline, uglji i šljunkovi (sarmat)		Vulkanoklastiti, augit-hornblenda i hornblenda andezita		
	Laporci i bigroviti krečnjaci		Peščari, glinci i laporci (senon-mastriht)		

Slika 3.14. Prikaz geološke karte ugljunosnog basena „Bogovina” [Ratković D., 2011]



Slika 3.15. Šematski prikaz geološkog stuba ugljunosnog basena "Bogovina" [Ratković D., 2011]

Ležište „Istočno polje“ u geološkom smislu, predstavljeno je oligocenskom produktivnom serijom koja zaleže na 100-350m ispod površine. Preko oligocenske serije do površine transgresivno leži miopliocenska serija, čija debljina iznosi oko 180m.

Oligocensku seriju izgrađuju laporci, peskovite i laporovite gline, masne gline, peščari sa konglomeratičnim partijama i ugljunosna serija koja je podeljena na podinu ugljenu seriju i krovne sedimente.

Podinu ugljunosne serije debljine 40-60m čine laporci peskovite i laporovite gline koje su sklone bubrenju i predstavljaju tešku radnu sredinu za izradu u njima rudarskih prostorija.

U okviru ugljunosne serije utvrđeno je razviće dva ugljena sloja: glavnog ili podinskog i povlatnog ugljenog sloja, na međusobnom rastojanju 5-25m. Međuslojne stene čine uglavnom laporci sa različitim interkalacijama [Milenković i Ramović, 2004].

Donji podinski ugljeni sloj odlikuje se konstantnim rasprostranjenjem sa promenljivom debljinom 0,5-7,20m sa raslojavanjem. Drugi (krovinski) ugljeni sloj nema konstantno razviće, a debljina mu se kreće od 0,2-4,5m pri čemumu je srednja ponderisana vrednost debljine 1,60m.

Čitav Bogovinski ugljunosni basen je izrasedan uzdužnim i poprečnim rasedima različitih skokova tako da ležišta uglja u okviru basena imaju tipičnu blokovsku strukturu čime su se formirali otkopni blokovi različitih dimenzija.

Litološki sastav basena direktno uslovljava odgovarajuća hidrogeološka svojstva stenske mase i formiranje podzemnih voda u njima. U višim horizontima iznad ugljunosne serije formiraju se izdani zbijenog tipa. Krovinski laporci sadrže dosta vode iz kojih se kroz prsline i pukotine podzemne vode slivaju u ugljeni sloj, a posebno veći prilivi su u zonama tektonskih poremećaja.

Duboka podina ugljene serije u hidrogeolškom smislu predstavlja izolator, dok neposredna krovina predstavlja kolektor voda.

Prema izvršenim ispitivanjima fizičko-mehaničkih svojstava radne sredine utvrđeno je da ugalj ugljenog sloja i prateće stene pripadaju grupi mekih do umereno tvrdih stena. Partije tvrdog i kompaktnog uglja su znatno otpornije na pritisak, teže se drobe i usitnjavaju, te su prostorije izrađene u njima stabilnije. Meki i trošni ugalj pojavljuje se u vidu tanjih proslojaka sa pojavama klivaža pukotina, te se lakše drobi i raspada.

Krovinski laporci predstavljaju dobru radnu sredinu sa stanovišta stabilnosti u njima izrađenih rudarskih prostorija. Podinske stene su sklone bubrenju te su rudarske prostorije u njima podložne deformacijama i potražuju višestruke rekonstrukcije.

Pojave metana pri izvođenju rudarskih radova u jami „Istočno polje“ nisu zabeležene i jama je proglašena nemetanskom.

Ugalj ugljenog sloja je sklon ka procesu samozapaljenja, a ugljena prašina prema izvršenim ispitivanjima u određenim uslovima može pokazati eksplozivna i zapaljiva svojstva.

3.7.3. Tehničko-tehnološka rešenja eksploatacije

Jama „Istočno polje“ rudnika „Bogovina“ otvorena je kombinovano transportnim niskopom i ventilacionim oknom, a u jami je izvršeno njihovo povezivanje sa sistemom horizontalnih i kosih prostorija. Iz ovih prostorija vršena je dalje razrada, odnosno otvaranje otkopnih polja, a u njima je dalje vršena otkopna priprema.

Sve prostorije se izrađuju bušačko-minerskim radovima, odvozom iskopine dvolančanim grabuljastim transporterima i podgrađivanjem čeličnom lučnom podgradom (izuzev otkopnih priprema koje se podgrađuju drvenim trapeznim okvirima), uz separatno provetravanje sa cevnim ventilatorima i gipkim plastičnim cevovodima.

Za otkopavanje uglja u primeni su stubne metode u varijetetima V i G sa tehnologijom dobijanja miniranjem, ručnim utovarom u grabuljaste transportere kojima se ugalj dalje odvozi do sistema revirnog transporta koga čine gumeni trakasti transporteri.

Provetranje otkopa je separatno sa cevnim ventilatorima odgovarajućeg kapaciteta.

Jama „Istočno polje“ provetrava se veštački, depresiono pomoću glavnog ventilatora ugrađenog u ventilacionoj stanici na ušću ventilacionog okna. Pored glavnog ventilatora u stanici je ugrađen i rezervni ventilator, pripadajuća oprema ventilatora i dizel agregat kao rezervni izvor energije. Oba ventilatora su istog tipa, od istog proizvođača, tipa N-AVV-D-125/56-8 kapaciteta dobave vazduha $223\text{m}^3/\text{s}$ i depresije 400-970Pa.

Ventilatori imaju mogućnost preokretanja (reverzije) toka vazdušne struje za slučaj potrebe.

Sveža vazдушna struja uvodi se u jamu putem glavnog transportnog niskopa te se razvodi prostorijama otvaranja otkopnih polja do otkopnih priprema, a izvodi putem

ventilacionih hodnika otkopnih polja i preko ventilacionog okna izbacuje na površinu. Za separatno provetravanje koriste se ventilatori tipa AVJ-600-1 i DVT 2013-2.

Kontrola gasno-ventilacionog stanja i mikroklimatskih uslova u jami vrši se isključivo operativnim načinom od strane posebno zaduženih lica sa odgovarajućim instrumentima.

Kao što je navedeno transport i izvoz iskopine iz jame „Istočno polje“ organizovan je putem dvolančanih grabuljastih transportera i gumenih trakastih transportera do pretovarnog bunkera na površini odakle se ugalj dalje odvozi kamionski do separacije, a jalovina takođe odvozi na pripremljeno odlagalište.

Doprema opreme i repromaterijala vrši se po gornjoj šini sa dizel lokomotivnoskom vučom putem glavnog transportnog niskopa i dalje prostorijama otvaranja otkopnih polja.

Odvodnjavanje u jami „Istočno polje“ je ustrojeno kao višestepeno i to kombinovano gravitacijski i pumpanjem.

Jamska voda koja pritiče u otkopne i osnovne hodnike skuplja se u privremene vodosabirnike odakle se gravitacijski ili muljnim pumpama vodi kroz plastične cevovode u pomoćne vodosabirnike.

Pomoćni vodosabirnici se izrađuju u osnovnim transportnim prostorijama otkopnih polja, gde se ugrađuju centrifugalne pumpe kojima se voda kroz čelične cevovode prepumpava u glavni vodosabirnik lociran ispod glavnog transportnog niskopa. Glavni vodosabirnik je zapremine 900m³ i iz njega se voda stabilnim centrifugalnim pumpama tipa CVNR 8-200 kroz čelični cevovod ϕ 200mm izbacuje na površinu.

Pumpe CVNR 8-200 su kapaciteta $Q=2.860$ l/min, visine bacanja 220 m i snage 250 kW.

Rudnik „Bogovina“ snabdeva se električnom energijom iz glavnog distributivnog sistema dovođenjem do glavne rudničke trafostanice „Okno-10“ pored separacije, odakle je urađen razvod za trafostanicu „Istočno polje“ TS 6/04 kV, 400kVA.

Iz ove trafostanice snabdevaju se potrošači na površini, platou pored ulaza u jamu i jamske trafostanice, odnosno jamski potrošači.

U jami „Istočno polje“ koristi se i energija komprimiranog vazduha. Kompresorska stanica je izgrađena na površini pored ventilacionog okna i u istom je montiran kompresor tipa EC-75 sa pripadajućom opremom. Putem ventilacionog okna i osnovnih prostorija otvaranja otkopnih polja vazduh se cevovodom doprema do potrošača.

Rudnik „Bogovina“ ima izgrađene površinske komplekse na tri lokacije:

- Uprava rudnika;
- „Okno 10 i
- jama „Istočno polje“.

Uprava rudnika locirana je u selu Bogovina i ima izgrađenu upravnu zgradu sa kancelarijama i objektima društvenog standarda (restoran, kuhinja, bife).

Na platou pored lokacije „Okno 10“ postoji separacija sa pripadajućim objektima, zgrada uprave pogona sa potrebnom infrastrukturom (kancelarije, kupatila, garderoba, lampara, prozivaonica, četa za spasavanje), magacini goriva i maziva, magacin rezervnih delova, radionice (mašinska, elektro, stolarska, autoservis...) i uređeno odlagalište za uglj.

Na platou jame „Istočno polje“ nalazi se plato za pripremu opreme i repromaterijala, pogonska stanica jednošinske viseće pruge, pogonska stanica glavnog izvoznog transportera i pretovarni bunker.

Odlagalište jalovine koje je sada aktivno nalazi se na oko 500m od ulaza u glavni izvozni niskop.

3.8. „Ibarski rudnici kamenog uglja“ – Baljevac (Kraljevo – Raška)

3.8.1. Opšti podaci o rudniku

Eksploatacija kamenog ulja u Ibarskom basenu započela je 1903. godine i do sada su vršena u ležištu „Jarando“, ležištu „Ušće“ u kome su otkopane rezerve uglja, ležištu

„Tadenje“ i ležištu „Progorelica“ gde se otkopavanje vrši sistemom površinske eksploatacije.

Takođe deo rezervi uglja u ležištu „Tadenje“ je otkopan sistemom površinske eksploatacije.

„Ibarski rudnici kamenog uglja“ sa sedištem u Baljevcu sada raspolažu sa ležištima uglja na prostoru opštine Raška („Jarando“) i opštine Kraljevo („Tadenje“ i „Progorelica“).

U proizvodnom smislu Ibarski rudnici su u najvećem obimu vezani za PK „Progorelica“ dok su u jamama „Jarando“ i „Tadenje“ preostale rezerve uglja veoma niske i sa skupom eksploatacijom tako da s poslednjih godina razrađuju varijante zatvaranja ovih jama.

Ibarski tercijarni basen pa samim time ležišta uglja u njima pripadaju Vardarskoj zoni unutrašnjih Dinarida koji se karakterišu znatnom rasprostanjenosti terigenih i peleških facija, vulkanogeno-sedimentnim serijama, intenzivnim magmatizmom, višefaznim ubiranjem.

Ležište „Jarando“ je po prostoru, a i po rezervama uglja bilo najznačajnije ležište u okviru Ibarskog basena, a proticanjem kroz njega reke Ibar, podeljen je na zapadni- deo takozvani Jarandolski deo i znatno manji deo Piskanju u koje je razvijeno ležište bornih minerala.

Ležište uglja „Jarando“, odnosno objekti Ibarskih rudnika u Baljevcu povezana su sa regionalnim autoputem Raška - Kraljevo i železničkom prugom Kosovska Mitrovica – Beograd. Ležišta uglja „Tadenje“ i „Progorelica“ nalaze se na 12 km odnosno 9 km od Baljevca sa kojim su povezani makadamskim putem.

Oba ova ležišta makadamskim putem su povezana sa naseljenim mestom Ušće gde se reka Studenica uliva u Ibar. Ležišta „Tadenje“ i „Progorelica“ su ranije smatrana kao jedinstveno ležište uglja podeljeno rekom Radušom na dva dela, no nakon detaljnijih istraživanje i izvođenja rudarskih radova ovi delovi se sada tretiraju kao dva ležišta uglja.

Lokacija Ibarskog tercijarnog basena i ležišta u njemu prikazana je na Slici 3.5.

Morfološke karakteristike basena su predodređene geološkim sastavom. U ležištu "Jarando", izuzev istočnog dela gde obod basena izgrađuju serpentinisani peridotiti ležište je sa svih ostalih strana ograničeno andenzitima čiji su morfološki oblici usloveli veliku razuđenost basena, pri čemu su strme strane ispresecane jarugama. U unutrašnjosti ležišta mogu se u morfološkom smislu izdvojiti sledeći oblici: aluvijalna ravan reke Ibar na koti - 400m, sedimenti neogena i rečnih terasa na kotama preko 600m. Ležišta "Tadenje" i "Progorelica" sačuvani su kao erozioni ostatak u andenzitima koji se proteže pravcem istok-zapad u dužini preko 2 km.

U hidrografskom pogledu najveći vodotoci stalnog karaktera su Ibar i Studenica, a nešto manji reka Raduša dok su potoci povremenog karaktera i samo se sezonski formiraju i gravitiraju ka navedenim rekama.

Prema Knjizi rezervi uglja stanje preostalih bilansnih rezervi A+B+C₁ kategorije po ležištima iznosi:

- Ležište "Jarando" 867.977 tona,
- Ležište "Tadenje" 367.137 tona,
- Ležište "Progorelica" 520.717 tona,
- Ukupno Ibarski rudnici kamenog uglja 1.755.826 tona.

3.8.2. Prirodno-geološki uslovi eksploatacije

U ležištu uglja "Jarando" tercijarni sedimenti taloženi su u tektonskoj potolini nastaloj u andenzitima i serpentinitima, a zastupljeni su glincima, laporcima, krečnjacima, pešćarima, tufovima i ugljenim slojevima.

Kao posledica tektonske i vulkanske aktivnosti koja se odražavala za sve vreme ispunjavanja basena sedimentacija se odvijala brzo i ritmički se ponavljala te otuda i velika facijalna izmenljivost sedimenata po horizontali i vertikali.

Produktivna serija ležišta "Jarando" podeljena je na podinski deo, ugljonosni horizont i povlatni deo.

Ugljonosni horizont sadrži više ugljenih slojeva i to po delovima ležišta tako da u višim delovima ležišta područja "Stara jama" je prisutno 6 eksploatabilnih slojeva, a u

spuštenom delu javljaju se 4 ugljena sloja, od kojh su dva eksploabilna (glavni i podinski).

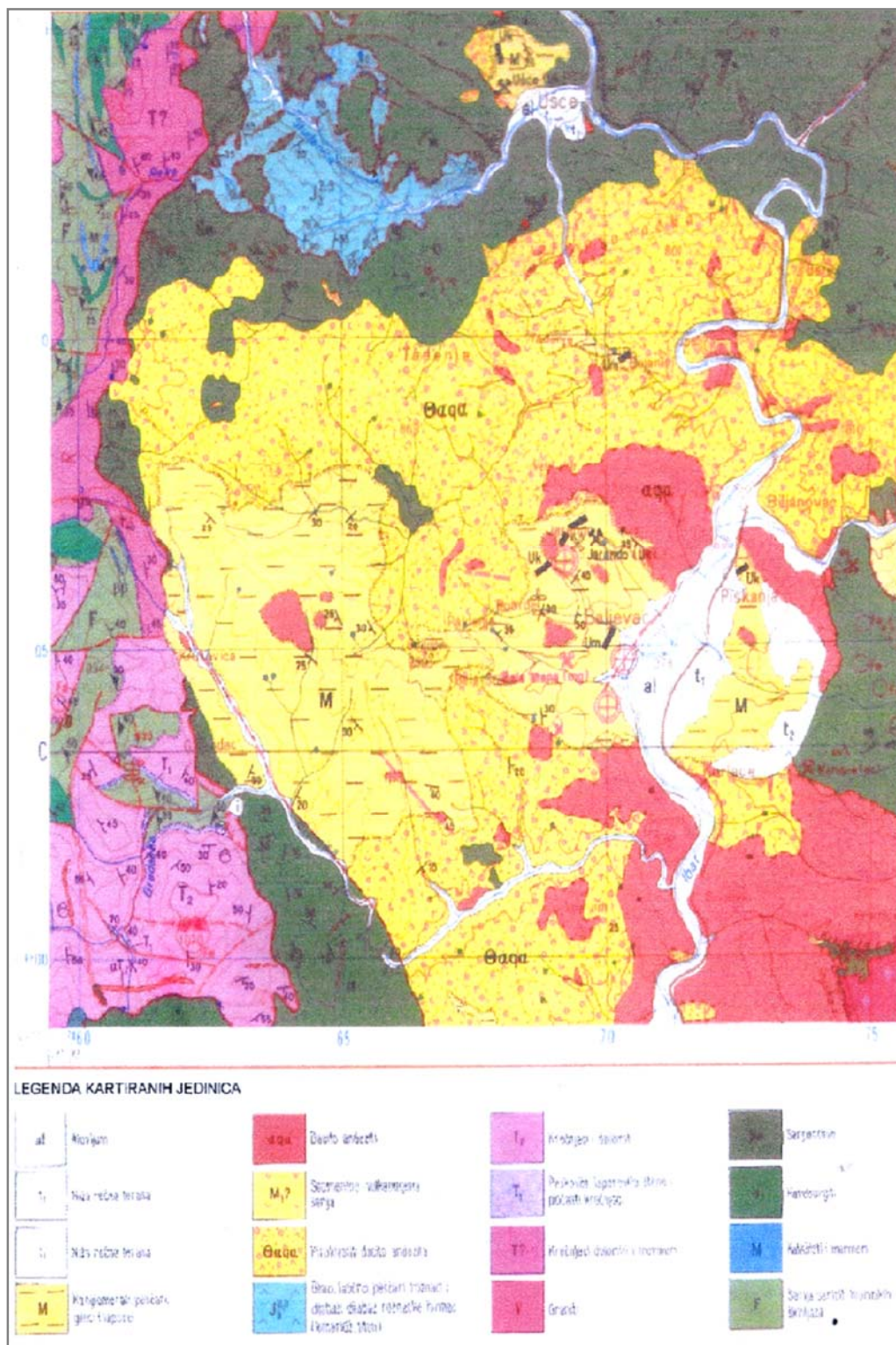
Ugljeni slojevi u ležištu su debljine 1,5-7m i zaležu pod nagibom 10⁰-40⁰.

Stene koje izgrađuju produktivnu seriju ležišta "Tadenje" i "Progorelica" su u petrografskom smislu međusobno slične i to su uglavnom leporovito-glinovite sa različitim sadržajem karbonata i glinovite komponente.

U području ležište "Tadenje" razvijeno je šest ugljenih slojeva od čega je pet eksploabilno sa različitim debljina od 1,5-4,4m.

U ležištu "Progorelica" ugljeni horizont je predstavljen sa dva ugljena sloja koja imaju skoro isto prostorno razviće na prostoru celog ležišta.

Na Slici 3.16. predstavljena je geološka karta Ibarskog ugljenosnog basena a na Slici 3.17. dati su karakteristični stubovi ležišta "Tadenje" i ležišta "Progorelica".



Slika 3.16. Prikaz geološke karte Ibarskog ugljenosnog basena [Lojanica V., 2013]



Slika 3.17. Šematski prikaz geološkog stuba ležištakamenog uglja“Progorelica” i “Tadenje” [Lojanica V., 2013]

U svim ležištima Ibarskog basena prusutne su u jamama pojave podzemnih voda manjeg ili većeg intenziteta, a u jami “Jarando” je zabeleženo i potapanje celog spuštenog dela jame.

Sa stanovišta fizičko-mehaničkih svojstava radne sredine, odnosno stabilnosti izrađenih rudarskih prostorija može se zaključiti da su relativno povoljni i dozvoljavaju primenu najčešće drvene podgrade i delom čelične kružne ili okvirne podgrade. Ugljeni slojevi u sva tri ležišta su skloni ka samozapaljenju, a što je potvrđeno brojnim endogenim oksidacionim procesima i endogenim jamskim požarima.

Ugljena prašina slojeva uglja je prema izvršenim ispitivanjima potencijalno opasna jer pod određenim uslovima pokazuje zapaljiva, eksplozivna i agresivna svojstva.

3.8.3. Tehničko-tehnološki uslovi eksploatacije

Otvaranje jama "Jarando" i "Tadenje" Ibarskih rudnika kamenog uglja – Baljevac izvršeno je kombinovanim rudarskim prostorijama.

Specifičnosti ležišta "Jarando" u pogledu oblika prostiranja, zaleganja slojeva i tektonike usloveli su da se jama otvori potkopom "Baljevac" sa kotom na površini terena K 404m. Ova prostorija je ranije za vreme otkopavanja u zatvorenoj "Staroj jami" služila kao glavna izvozna, da bi aktiviranjem eksploatacije u Spuštenom bloku dobili namenu izvođenja glavne izlazne vazdušne struje. Drugu glavnu prostoriju otvaranja spuštene bloka jame "Jarando" čini glavni izvozni niskop izgrađen sa kote 404m do kote 212m u jami. Spajanjem ovih prostorija vertikalnim i kosim prostorijama dobijen je osnovni model jame, čime je omogućeno da se iz ovih prostorija dalje vrši razrada i priprema otkopnih polja.

Jama "Tadenje" otvorena je sa glavnim izvoznim niskopom na koti terena 497m i potkopom na istoj visini. Ovim prostorijama su sve rezerve uglja u ležištu poduhvaćene te se njihovim spajanjem prostorija omogućila razrada otkopnih polja po ugljenim slojevima.

Sve rudarske prostorije u jamama Ibarskih rudnika izrađuju se klasičnom tehnologijom bušačko-minerskim radovima, ručnim utovarom iskopine u dvolančane grabuljaste transportere, podgrađivanjem sa čeličnom ili drvenom podgradom i uz separatno provetravanje sa cevnim ventilatorima.

Za otkopavanje uglja u jamama "Jarando" i "Tadenje" u primeni su stubne metode sa različitim varijantama vođenja fronta otkopa. Dobijanje uglja vrši se bušačko-minerskim radovima za obaranje krovnog i potkopnog uglja u dvolančane grabuljaste transportere kojima se ugalj dalje odvozi.

Provetravanje otkopa je takođe separatno, a obaranje krovine se vrši samozarušavanjem.

Provetravanje obe jame obavlja se veštački, depressionim sistemom sa ventilatorima ugrađenim u ventilacionim stanicama sa glavnim i rezervnim ventilatorima, pripadajućom opremom i dizel agregatima.

Glavni i rezervni ventilator za jamu "Jarando" vezani su ventilacionim kanalom sa potkopom "Baljevac" pri čemu su oba ventilatora istog tipa AV 1000 kapaciteta dobave vazduha 20 m³/s i depresije 1.200 Pa. Sveža ulazna vazдушna struja ulazi u jamu glavnim transportnim prostorijama a izvodi putevima izlazne vazdušne struje putem potkopa "Baljevac" na površinu.

Jama Tadenje se provetrava sa glavnim ventilatorom istog tipa kao i jama Jarando i postavljen je na izlazu iz potkopa Tadenje. Putem glavnog izvoznog niskopa uvodi se sveža vazдушna struja i dalje se razvodi do radilišta i izvodi preko potkopa.

Separatno provetravanje radilišta na izradi rudarskih prostorija i otkopnih radilišta vrši se sa cevnim ventilatorima i gipkim plastičnim cevovodima. U primeni su u obe jame cevni ventilatori tipa VKT 600; VKT 1611; AB 600 i DVT 2103.

Kontrola gasno-ventilacionog stanja i mikroklimatskih prilika u jami "Jarando" vrši se putem ugrađenog sistema automatske daljinske kontrole projektovanih parametara i operativno od strane posebno zaduženih lica sa ručnim instrumentima dok se u jami "Tadenje" ove kontrole vrše samooperativno.

U jamama su za transport uglja i iskopine uređeni radilišni, revirni, glavni i izvozni sistemi.

Radilišni i revirni sistemi izvode se sa dvolančanim grabuljastim transporterima, dok glavne i izvozne sisteme transporta čine gumeni trakasti transporteri. Doprema opreme i repromaterijala za potrebe pripremnih i otkopnih radilišta vrši se putem gornje šine sa vitlovskom vučom.

Odvodnjevanje jama "Jarando" i "Tadenje" ustrojeno je kao višestepeno, veštačko sa centrifugalnim pumpama za glavno odvodnjavanje i muljnim potapajućim pumpama sa radilišta. Na određenim lokacijama sa radilišta voda se gravitaciono spušta do pomoćnih vodosabirnika, a gde uslovi ne dozvoljavaju vrši se pumpanje.

Voda se iz pomoćnih vodosabirnika prepumpava u glavne vodosabirnike i dalje cevovodima na površinu.

Jama "Jarando" kao pogonsku energiju koriste električnu energiju kojom se snabdeva iz dva pravca i to iz trafostanice preduzeća Eteks i iz mreže Elektrodistribucije kojima se napon dovodi do rudničke trafostanice "Jarando". Iz nje se napajaju potrošači na površini i drugim krakom napon distribuira do jamskih trafostanica i jamskih potrošača.

Jama "Tadenje" napaja se električnom energijom iz spoljašnje trafostanice TS 10/40 kV snage 630 kVA, priključene na 10 kV dalekovod koji služi za napajanje pogona vazdušne žičare Progorelica na trasi Ušće - Baljevac. Iz ove trafo stanice napajaju se potrošači na površini pored potkopa, a drugim izvodom jamska trafostanica, odnosno jamski potrošači.

Površinski kompleks objekata Ibarskih rudnika kamenog uglja je kompleksan i razuđen na mnoštvo lokacija, obzirom na raspored proizvodnih objekata.

Na lokaciji jame "Jarando" glavni objekat je Uprava rudnika sa kancelarijskim prostorom, službama i opremom, dispečerskim centrom i objektima za smeštaj radnika. Pored ulaza u jamu "Jarando" izgrađena je upravna zgrada sa svom potrebnom infrastrukturom (kancelarije, prozivaonica, lampara, garderoba, kupatila, kotlarnica, restoran, četa za spasavanje), radionice (mašinska, elektro, stolarska), magacini za opremu i rezervne delove, uređen plato za repromaterijal, ventilatorska stanica sa pripadajućom opremom, pogon glavne izvozne trake i pretovarni bunker.

U pogonu "Ušće" u čijem su sastavu jama "Tadenje" i PK "Progorelica" nalaze se objekti upravna zgrada sa kancelarijama, četom za spasavanje, prozivaonicom, lamparom, kupatilima, kotlarnicom, garderobom, magacini za opremu i repromaterijal, radionice (mašinska, elektro i stolarska) i restoran.

Na platou ispred jame "Tadenje" izgrađeni su ventilaciona stanica, pogon glavne izvozne trake, bunker za uglj, priručni magacini i uređen plato za repromaterijal.

U naselju Piskanja izgrađena je teškotekućinska separacija sa svom potrebnom infrastukturom: upravna zgrada sa kancelarijama, laboratorijom, magacinima, radionicama (mašinska i elektro), a u neposrednom blizini je odlagalište jalovine.

3.9. Rudnik antracita „Vrška Čuka“ – Avramica (Zaječar)

3.9.1. Opšti podaci o rudniku

Prvi rudarski radovi u ugljonosnom basenu „Vrška Čuka“ otpočeli su još 1884 godine i do danas traju sa manjim prekidima. Sada se otkopavanje uglja vrši u ležištu „Mala Čuka“ koje je otvoreno uz potok Avramica, na 10 km jugoistočno od Zaječara.

U naselju Avramica izrađeni su rudnički objekti sa infrastrukturom i rudarsko naselje.

Ugljonosni basen „Vrška Čuka“ predstavlja severno pobrđe Stare planine a ograničeno je sa istoka državnom granicom sa Bugarskom, sa zapada dolinom Timoka, a sa severoistoka granicu čini Velikoizvorski plato.

Sa Zaječarom rudnik je povezan asfaltnim putem dužine 3,5 km do raskrsnice u selu Grljan gde se priključuje na regionalni put Niš – Knjaževac.

U Grljanu je lociran utovarni bunker na železničkoj pruzi Niš - Prahovo. Transport uglja od Separacije (rudnika) obavlja se kamionski do utovarnog bunkera.

U morfološkom pogledu oblast Vrške Čuke je razruđena, pri čemu u reljefu dominiraju uzvišenja Vrška Čuka sa kotom 670m i Mala Čuka sa kotom 502. Najniža kota terena je potkop Avramica na 200m te je visinska razlika između najniže i najviše kote preko 430m.

Hidrografske prilike područja Vrška Čuka usko su povezane za postojanje raseda na ovom terenu.

Svi vodeni tokovi na području ležišta se preko Avramičkog i Prlitskog potoka slivaju u reku Beli Timok.

Lokacija ugljonosnog basena „Vrška Čuka“ i ležišta „Mala Čuka“ prikazana je na Slici 3.2.

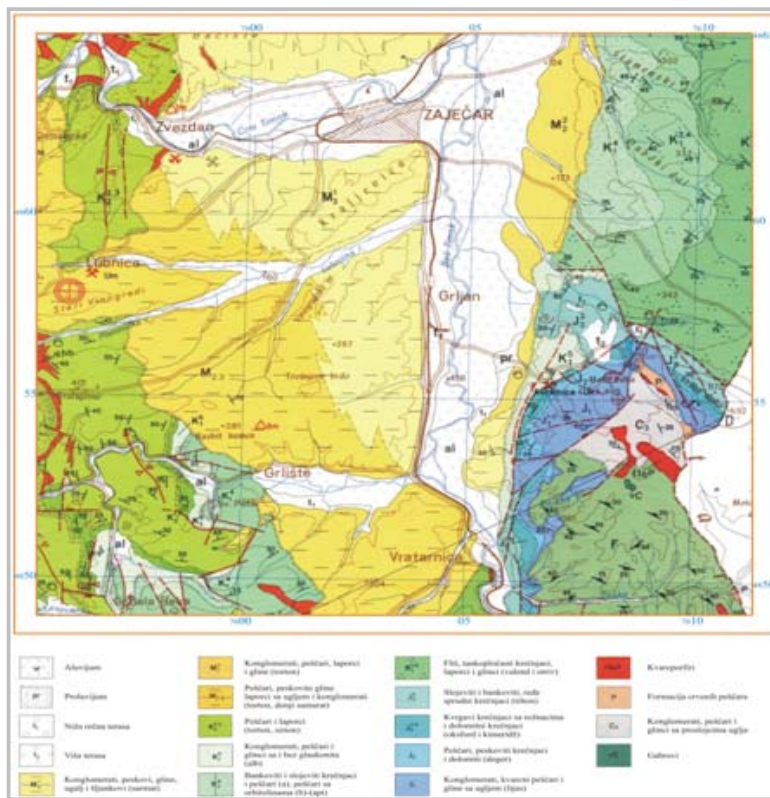
Prema Knjizi rezervi uglja, stanje bilansnih rezervi A+B+C₁ iznosi 1.446.851 tona dok su rezerve C₂ kategorije procenjene na 6 miliona tona.

3.9.2. Prirodno-geološki uslovi eksploatacije

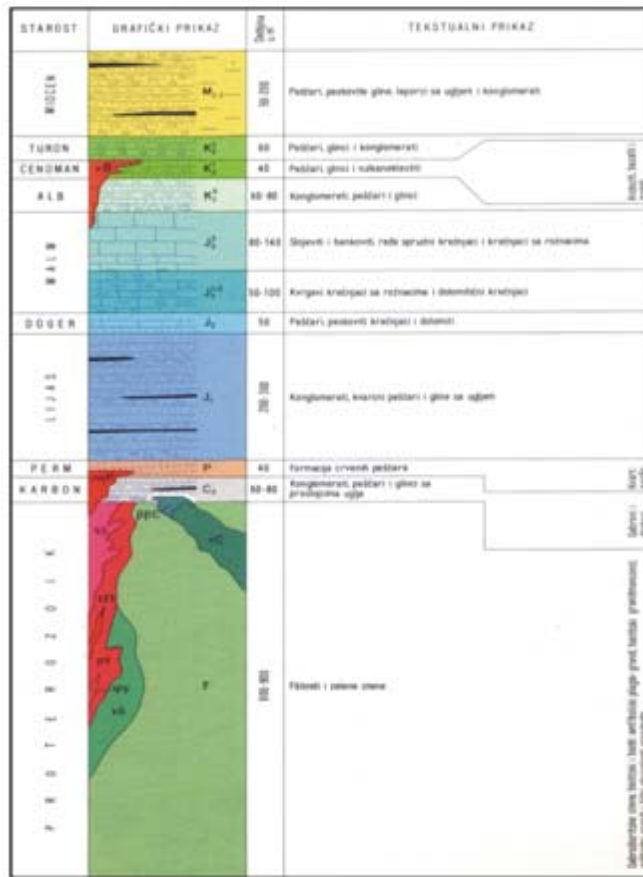
Teren na kome se prostire ugljunosni basen „Vrška Čuka“ pripada Karpatsko-Balkanskom luku Istočne Srbije, sa sedimentnim, metamorfnim i magmatskim stenama različitog sastava i starosti. Oblast Vrške Čuke predstavlja složenu antiklinalnu strukturu pri čemu osa antiklinale tone ka SZ pa je shodno tome i uža, dok se prema SI širi. Tektonski pokreti su pored nabora stvorili brojne uzdužne i poprečne frakture i rasede.

Jaka tektonika čitave oblasti i heterogenosti litološkog sastava usloveli su da se lijaski sedimenti, koji predstavljaju produktivnu seriju ponašaju kao plastična masa, te je dolazilo do nabiranja i migracije materijala pri nabiranju, tako produktivna serija često dobija oblik sočiva.

Na slici 3.18. data je geološka karta ugljunosnog basena „Vrška Čuka“ a na Slici 3.19. predstavljen je karakterističan geološki stub basena.



Slika 3.18. Prikaz geološke karte ugljunosnog basena „Vrška Čuka“ [JP PEU, 2004-2014]



Slika 3.19. Šematski prikaz geološkog stuba ugljonosnog basena „Vrška Čuka“ [JP PEU, 2004-2014]

Ležište uglja „Mala Čuka“ izgrađeno je od jurskih sedimenata koji sadrže i slojeve uglja, a rasčlanjeni su na lijas, doger i malm sa dominantnim učešćem lijaskih sedimenata.

U ležištu su izdvojene sledeće stratigrafske jedinice, polazeći od najstarijih ka mlađim: permski crveni peščari i kvarc porfiriti, lijaski bazalni konglomerati, produktivna serija lijasa, dogerski klastiti, titorski krečnjaci, alpski peščari i glinci, pliokvartalni šljunkoviti i u kvartarnom nizu terasne, aluvijalne, deluvijalne, i različite tehnogene naslage.

Produktivna serija, odnosno eksploatabilni deo serije predstavljen je sa više ugljenih slojeva od kojih su za eksploataciju interesantna 3 sloja. Sva tri sloja su razgranata na više grana i obično se grane posebno otkopavaju.

Debljina produktivne serije je promenljiva, pri čemu je manja u istočnim delovima ležišta gde je oko 50m, a postepeno se povećava ka zapadu gde iznosi i do 140m. Debljina slojeva uglja je promenljiva, pri čemu maksimalna debljina utvrđena rudarskim radovima ne prelazi 5m.

Prvi ugljeni sloj je konstantovan u svim delovima ležišta i kao granična debljina za proračun rezervi iznosila je 0,5m, a maksimalna debljina na određenim delovima iznosi i do 2m.

Drugi ugljeni sloj je najrazvijeniji u ležištu pri čemu zauzima i najveće prostranstvo i ima najviše rezervi uglja.

Debljina mu je promenljiva, posebno što su prisutna sočivasta zadebljanja, tako da u tim uslovima debljina ide i do 7m.

Treći ugljeni sloj je razvijen u istočnim i jugozapadnim delovima ležišta, pri čemu mu debljina iznosi 1-3m. Složena tektonska aktivnost u basenu stvorila je u okviru ležišta još niz sekundarnih oblika-antiklinala i sinklinala, a kao rezultat su brojni uzdužni i poprečni rasedi.

U pogledu hidroloških uslova, a na osnovu iskustva iz dugogodišnje eksploatacije u ovom basenu ocenjuje se da su za eksploataciju povoljni i sve jame koje su bile aktivne su bile "suve" jame sa malim do neznatnim prilivom vode.

Sada aktivna jama „Avramica“ u ležištu „Mala Čuka“ je modelirana tako da je u potpunosti obezbeđeno gravitaciono odvodnjavanje sistemom kanala i rudarskih prostorija do glavnog izvoznog potkopa kojim voda otiče kanalom na površinu.

Fizičko-mehanička svojstva ugljene serije su povoljna sa stanovišta lociranja rudarskih prostorija u njima i one u dužem periodu zadržavaju stabilnost.

Jama „Avramica“ je metanska jama i pri izvođenju rudarskih radova pojavljuje se metan, te se radovi izvode u takozvanom metanskom režimu.

Ugalj ugljenih slojeva nije samozapaljiv, a što je utvrđeno brojnim ispitivanjima, a potvrđeno u praksi, jer do sada nije zabeležen ni jedan slučaj endogenih oksidacionih i jamskih požara.

Ugljena prašina prema rezultatima ispitivanja nije sklona ka zapaljenju niti iskazuje eksplozivna svojstva.

3.9.3. Tehničko-tehnološki uslovi eksploatacije

Jama „Avramica“ otvorena je kombinovano: horizontalnom rudarskom prostorijom – glavnim izvoznim potkopom, vertikalnom prostorijom - ventilacionim oknom i kosom prostorijom – ventilaciono dopremni niskop.

Čitavo eksploataciono područje jame podeljeno je na 3 polja:

- Severoistočno otkopno polje;
- Istočno otkopno polje;
- Zapadno otkopno polje.

Glavnim izvoznim potkopom na koti 206m poduhvaćene su sve rezerve uglja u ležištu, a spajanjem sa ventilacionim oknom uspostavljeno je dijagonalno provetravanje. U fazi otkopavanja Istočnog polja izvršena je izrada ventilaciono-dopremnog niskopa čime je zaokružen model jame na jedan racionalan način.

Razrada otkopnih polja vrši se iz glavnih prostorija kojima je jama otvorena, izradom transportnih i ventilacionih prostorija do granice otkopavanja, a unutar polja vrši se izrada pripremnih prostorija za otkopavanje.

Izrada rudarskih prostorija u jami „Avramica“ obavlja se bušačko-minerskim radovima, podgrađivanjem najčešće sa drvenom trapeznom podgradom i separatnim provetravanjem cevnim ventilatorima odgovarajućeg kapaciteta i gipkim plastičnim cevovodima.

Za otkopavanje ugljenih slojeva u primeni su stubne metode otkopavanja u različitim varijantama, a samo dobijanje uglja vrši se bušačko-minerskim radovima.

Najčešće primenjene varijante metoda stubnog otkopavanja su:

- Otkopavanje u povlačenju ugljenih slojeva, njihovih delova i sočiva oko otkopnih uskopa ili niskopa;
- Uskopno stubno otkopavanje manjih delova ugljenih slojeva i njihovih grana ispod nivoa horizontalnih prostorija;
- Bočno stubno otkopavanje delova ugljenih slojeva ili njihovih grana oko nagnutih otkopnih prostorija.

Provetravanje jame „Avramica“ vrši se veštački, depresiono, pomoću glavnog radijalnog ventilatora lociranog na ventilacionom oknu gde je na površini izgrađena ventilaciona stanica. U ovoj stanici pored glavnog ventilatora ugrađen je i rezervni ventilator kao i pripadajuća oprema za iste i dizel agregat za rezervno snabdevanje ventilatora energijom.

Oba ventilatora su istog tipa, proizvođača „Ventilator“ – Zagreb kapaciteta 12 m/s i depresije 488 Pa i imaju mogućnost preokretanja (reverzije) vazdušne struje u slučaju potrebe za tim.

Sveža vazдушna struja u jamu uvodi se dvostrano i to putem glavnog izvoznog potkopa i putem ventilacionog niskopa te razvodi po transportnim prostorijama po delovima jame, a izvodi ventilacionim prostorijama do ventilacionog okna i dalje na površinu.

Za separatno provetravanje pripremnih i otkopnih radilišta u primeni su razni tipovi separatnih ventilatora i gipkih plastičnih cevovoda.

Kontrola gasno - ventilacionog stanja i mikroklimatskih uslova u jami obavlja se operativno od strane posebno zaduženih lica sa ručnim instrumentima. Transport iskopine u jami čini sistem grabuljastih transportera na koji se nadovezuje sistem od gumenih trakastih transportera sa kojih se vrši pretovar u jamske vagonete. Dalji izvoz je preko glavnog izvoznog potkopa u kome je ugrađena dvokolosečna pruga, sa lokomotivskom vučom.

Vagoneti su zapremine 0,9m³ a vuča se vrši akulokomotivom tipa „Bartz“ (Austrija) i tipa LA-4 (Rumunija). U okviru industrijskog kruga ugrađen je bunker – izvrtič kojim se iskopina prebacuje na površinski gumeni transporter za odvoz do bunkera u separaciji.

Doprema opreme i repromaterijala vrši se dvokolosečnom prugom kroz glavni izvozni potkop, da bi se dalje vršilo preuzimanje tereta na gornju šinu i vitlovskom vučom obavljalo dostavljanje do radilišta.

Jama „Avramica“ se u principu odvodnjava gravitaciono obzirom da je to omogućeno izgrađenim modelom jame, gde se sva voda sliva u glavni izvozni potkop i kanalom otiče na površinu. Za slučaj potrebe ukoliko se voda pojavi na radilištima ispod nivoa osnovno hodnika otkopnog polja tada se rade pomoćni (radilišni) vodosabirnici iz kojih se voda muljnim pumpama i plastičnim cevovodima odvodi do nivoa osnovnog hodnika.

Rudnik „Vrška Čuka“ koristi dva tipa energije i to: električnu energiju i energiju komprimiranog vazduha. Snabdevanje rudničkih objekata na površini i potrošača u jami vrši se iz trafostanice TS 35/10kV snage 1,2 MVA. Dalekovodom 10kV dužine 3780m dovodi se napon do TS „Avramica“ koja je locirana u neposrednoj blizini glavnog izvoznog potkopa.

Iz ove trafostanice snabdevaju se potrošači u industrijskom krugu rudnika preko trafostanice „Mala Čuka“ i potrošači u jami posebnim izvodom do jamskih trafostanica.

Snabdevanje jame komprimiranim vazduhom vrši se iz kompresorske stanice locirane neposredno pored ulaza u glavni izvozni potkop u kojoj su ugrađena dva kompresora. Razvod vazduha je putem plastičnih cevovoda.

Rudnik „Avramica“ ima izgrađene površinske industrijske komplekse na dve lokacije:

- Lokacija Uprave rudnika;
- Lokacija pogona jame „Avramica“.

Na lokaciji Uprave rudnika izgrađena je zgrada uprave sa pratećom infrastrukturom (kancelarije, restoran, kuhinja, kafe..).

Na lokaciji pogona izgrađeno je sledeće: prijavnica, separacija, bezeni za čišćenje uglja, uređeno odlagalište jalovine, prostor za deponovanje uglja, plato za repromaterijal, pretovarno mesto sa viperom, transportni most sa trakom, kompresorska stanica, trafostanica, radionice (mašinska, elektro, stolarska), magacini i upravna zgrada

pogona sa potrebnom infrastrukturom (kancelarije, kupatila, garderoba, prozivaonica, četa za spasavanje).

3.10. Zbirni podaci o stanju aktivnih podzemnih rudnika uglja

3.10.1. Opšte stanje aktivnih rudnika

Rudnicima iz sastava JP PEU pripadaju sve rezerve uglja koje su predodređene po svojim ležišnim karakteristikama za sisteme podzemne eksploatacije, a one su razvrstane na:

- Rezerve uglja u aktivnim ležištima u fazi eksploatacije;
- Ležišta uglja u kojima su obustavljeni eksploatacioni radovi, a preostale rezerve su takve da su potencijalne i atraktivne za ponovno aktiviranje;
- Rezerve uglja u ležištima u kojima ranije nisu izvođeni rudarski radovi, a istražene su i utvrđene rezerve za ekonomičnu i sigurnu eksploataciju.

U Knjizi rezervi ugljau ležištima JP PEU vode se bilansne rezerve uglja u aktivnim ležištima sa stanjem na dan 31.12.2016. godine u veličini od 269.752.930 tona uglja kategorije A+B+C₁, dok rezerve uglja kategorije C₂ iznose oko 219.000.000 tona (Tabela 3.2. i Tabela 3.3).

Rezerve uglja u neaktivnim (a istraženim) ležištima, a potencijalno ocenjena kao perspektivna iznose 417.425.714 tona (Tabela 3.4.).

Tabela 3.2. Izvod iz Knjige rezervi uglja - Stanje bilansnih rezervi uglja A+B+C₁ kategorije u aktivnim ležištima

L E Ž I Š T E	Bilansne rezerve uglja (tona)			
	A-kat.	B-kat.	C ₁ -kat.	A+B+C ₁ kategorija
Soko	351.882	13.823.971	37.160.407	51.336.260
Štavalj	1.477.710	99.736.775	84.262.488	185.476.973
Rembas (ukupno)	748.500	2.994.920	3.278.780	7.022.200
Strmosten	327.480	928.970	1.690.930	2.947.380
Jelovac	610	1.085.440	514.600	1.600.650
Senjski rudnik	70.750	131.130	192.480	394.360
Ravna reka	349.660	849.380	880.770	2.079.810
Lubnica	534.286	9.247.796	506.079	10.288.161
Jasenovac	47.910	268.840	-	316.750
Bogovina	-	1.700.802	676.248	2.377.050
Ibarski rudnici (ukupno)		1.436.399	283.434	7.155.833
Jarando	-	584.543	283.434	867.977
Tadenje	-	367.139	-	367.139
Progorelica	-	520.717	-	520.717
Vrška Čuka - Mala Čuka	10.200	662.609	774.042	1.446.851
UKUPNO	3.170.488	129.908.112	126.941.470	260.020.078

*Izvor podataka Knjiga rezervi uglja JP PEU

Tabela 3.3. Izvod iz Knjige rezervi uglja - potencijalne rezerve uglja C₂ kategorije u aktivnim ležištima

LEŽIŠTE UGLJA - BASEN	Rezerve C ₂ kategorije (tona)
Sokobanjski basen	140.000.000
Sjenički basen	50.000.000
Resavsko-moravski basen	15.000.000
Basen Vrška Čuka	6.000.000
Ugljonosna zona Jasenovac-Bliznjak	8.000.000
UKUPNO (t)	219.000.000

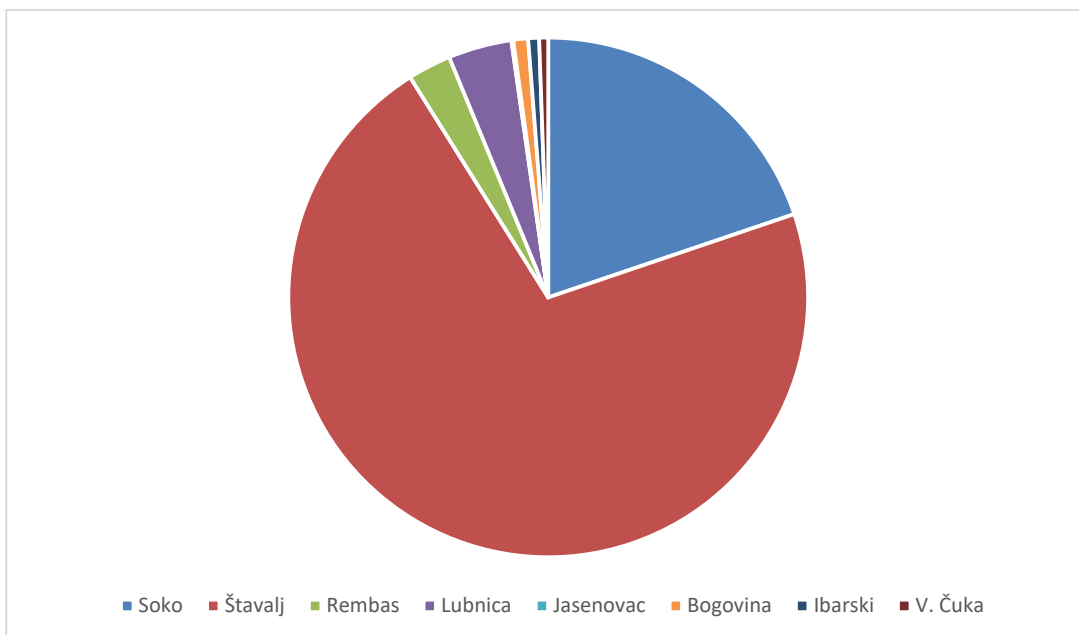
*Izvor podataka: Knjiga rezervi uglja JP PEU

Tabela 3.4. Izvod iz Knjige rezervi uglja – stanje bilansnih rezervi uglja A+B+C₁ kategorije u neaktivnim (a ranije aktivnim) ležištima

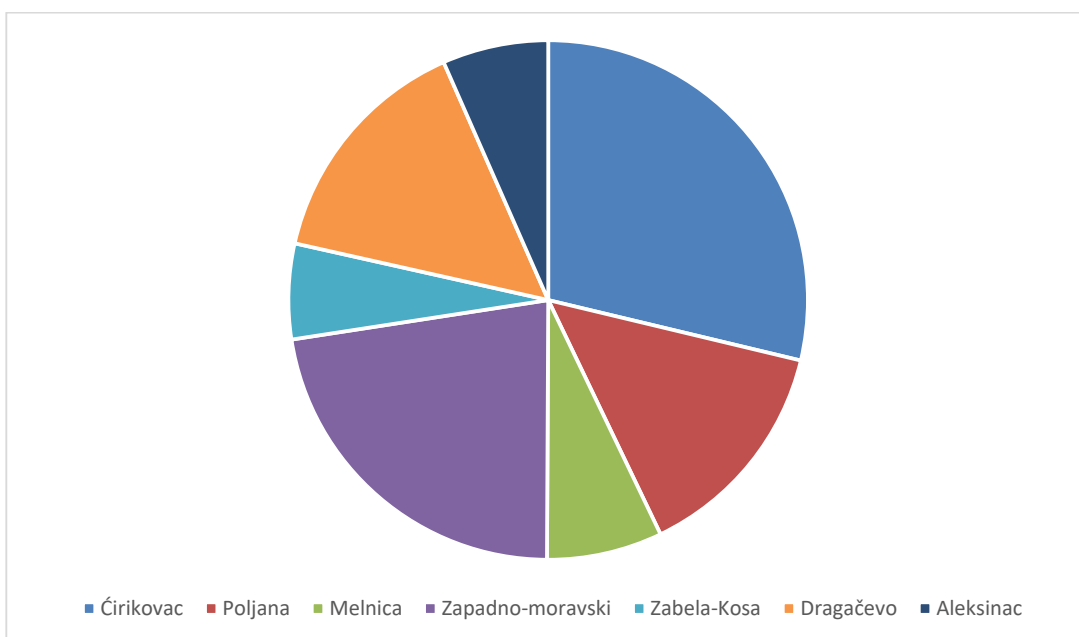
LEŽIŠTE	Bilansne rezerve uglja (tona)			
	A-kat.	B-kat.	C ₁ -kat.	A+B+C ₁ kategorija
Ćirikovac	-	-	-	149.517.868
Poljana	-	48.467.000	10.527.590	58.994.590
Melnica	-	21.121.761	8.899.908	30.021.669
Zapadno-Moravski	-	72.111.343	21.792.492	93.903.835
Zabela-Kosa	-	15.080.000	9.710.000	24.790.000
Dragačevo	-	-	-	62.500.000
Aleksinac	2.731.960	17.017.380	7.766.280	27.515.620
UKUPNO	2.731.960	173.797.484	58.696.270	447.243.582

*Izvor podataka: Knjiga rezervi uglja JP PEU

Grafički prikaz veličine bilansnih rezervi u aktivnim ležištima prikazana je na Slici 3.20., a na Slici 3.21. dat je kružni dijagram rezervi uglja u neaktivnim ležištima.



Slika 3.20. Grafički prikaz bilansnih rezervi uglja u aktivnim ležištima“[Ivković, at all, 2022]



Slika 3.21. Grafički prikaz bilansnih rezervi uglja u sada neaktivnim (ranije aktivnim) ležištima [Ivković, at all, 2022]

U proizvodnim objektima – rudnicima uglja proizvodi se antracit-kameni ugalj, mrki ugalj i mrkolignitski ugalj-lignit različitog kvaliteta i asortimana, (Tabela 3.5) pogodnim za primene u termoelektranama, industriji, industrijskim kotlarnicama i širokoj potrošnji.

Tabela 3.5. Deklarisani kvalitet asortimana uglja iz podzemnih rudnika JP PEU [Ivković, 1997]

Red. br.	Rudnik	Asortiman	Toplotna moć (KJ/kg)
1.	"Soko"	Komad 60/150	19.150
		Kocka 30/60	18.210
		Orah 15/30	17.215
		Grah 0/30	15.410
		Sitan 0/15	14.746
2.	"Štavalj"	Komad +80	14.732
		Kocka	13.816
		Orah	13.316
3.	"Rembas"	Komad 60/150	25.505
		Kocka 30/60	20.105
		Orah 15/30	20.030
		Grah 6/15	18.438
		Sitan 0,5/6	17.246
		Prah 0/25	7.999
4.	"Lubnica"	Komad +80	15.670
		Kocka 40/80	14.670
		Orah 20/40	10.526
		Orah 0/30	8.580
		Sitan 0/15	7.370
5.	"Ibarski rudnici"	Komad +8	25.330
		Kocka 30/60	24.911
		Orah 10/30	24.702
		Koksni 0,5/1	28.429
		Indusrtijski 0,5/10	24.284
		Kotlovski 0,5/10	16.747
		Prah 0/0,5	15.072
		Mešani 0,5/30	24.498
		Komad 60/150	19.995
6.	"Jasenovac"	Kocka 30/60	14.976
		Orah 15/30	10.681
		Grah 0/30	10.041
		Sitan 0/15	9.501
		Komad 60/150	21.673
7.	"Bogovina"	Kocka 30/60	22.127
		Orah 3/30	19.200
		Grah 0,5/25	19.200
		Sitan 0,25/3	18.786
		Sitan 0/10	16.997
		Prah 0/25	9.000
		Sitan	28.018
8.	"Vrška Čuka"	Sitan	28.018

3.10.2. Proizvodno stanje aktivnih rudnika

Primenjena tehnološka rešenja eksploatacije slojeva uglja u sada aktivnim rudnicima karakteriše zastarela tehnologija, niska mehanizovanost i visoko učešće radne snage,

što utiče na niske proizvodne kapacitete, male učinke, nepovoljne finansijske rezultate poslovanja i povećanu ugroženost zaposlenih.

Analizom obimih podataka o proizvodnji u rudnicima uglja i primenjenih sistema otkopavanja došlo se do zaključka da su do 90-ih godina prošlog veka podzemni rudnici uglja u Republici Srbiji pratili svetske trendove u mehanizovanju tehnoloških procesa, a uvođenjem sankcija Evropskih zapadnih zemalja i ratnih dešavanja došlo je do stagnacije u osavremenjavanju tehnoloških procesa i nedovoljnih finansijskih ulaganja za podršku proizvodnji i nove investicije.

Navedeno je dovelo do kontinuiranog pada proizvodnih kapaciteta kod svih rudnika i ukupno, a što je prikazano u Tabeli 3.6.

Tabela 3.6. Tabelarni prikaz ostvarenih proizvodnih kapaciteta u rudnicima JP PEU u periodu 1965-2020 godina (t/god).

Godina	OSTVARENA GODIŠNJA PROIZVODNJA JP PEU RESAVICA OD 1965. GOD. DO 2020. GOD. (t)								
	VRŠKA ČUKA	IBARSKI RUDNICI	REMBAS	BOGOVINA	SOKO	JASENOVAC	ŠTAVALJ	LUBNICA	UKUPNO
1965	41.000	168.000	648.000	134.000	142.000	16.400	52.400	102.900	1.304.700
1966	42.000	165.100	625.800	149.000	129.000	21.000	40.200	179.000	1.351.100
1967	51.700	143.300	672.000	136.000	129.000	21.200	37.100	174.000	1.364.300
1968	52.400	192.400	732.200	191.783	151.500	23.000	42.300	177.000	1.562.583
1969	50.700	18.900	672.800	213.794	167.800	24.000	40.500	188.200	1.376.694
1970	55.700	180.900	600.000	172.596	224.400	19.000	42.000	181.500	1.476.096
1971	53.800	184.300	672.500	209.734	90.500	12.200	31.600	163.700	1.418.334
1972	40.500	160.400	585.156	205.236	92.800	9.700	38.200	100.000	1.231.992
1973	46.000	145.000	491.400	218.219	134.225	5.000	42.200	27.900	1.109.944
1974	46.000	181.100	538.800	216.155	147.668	7.000	42.260	117.200	1.296.183
1975	47.000	196.000	538.000	234.299	105.470	6.400	53.200	118.400	1.298.769
1976	48.000	182.400	487.000	226.749	75.100	11.400	39.190	120.000	1.189.839
1977	40.200	188.300	435.610	208.888	62.000	17.300	46.045	113.100	1.111.443
1978	38.300	163.741	308.614	226.300	46.275	17.500	42.532	107.400	950.662
1979	31.600	181.480	355.264	202.900	87.000	28.200	54.979	104.600	1.046.023
1980	40.143	148.579	385.796	192.495	130.469	24.204	62.201	53.000	1.036.887
1981	33.721	136.741	341.800	213.451	105.599	12.750	40.066	49.200	933.328
1982	36.952	134.720	397.000	210.643	145.533	23.109	88.407	69.071	1.105.435
1983	33.682	126.717	420.000	141.539	171.489	36.000	64.064	71.666	1.065.157
1984	26.476	116.886	391.014	121.240	182.927	33.855	78.868	66.028	1.017.294
1985	20.693	118.665	391.676	118.236	206.565	49.000	100.036	49.000	1.053.871
1986	37.542	107.864	387.983	80.167	224.658	53.950	83.034	41.108	1.016.306
1987	34.787	120.069	389.870	82.043	222.207	71.540	85.596	45.949	1.052.061
1988	33.853	113.860	288.911	86.195	179.591	78.022	78.482	49.094	908.008

	1989	26.463	105.197	270.950	102.391	182.932	80.956	78.798	48.306	895.993
	1990	25.559	111.215	343.859	84.918	141.864	72.917	59.230	47.463	887.025
	1991	29.000	93.182	350.048	95.623	187.338	81.046	61.896	56.075	954.208
RAD U OKVIRU JPPEU	1992	22.502	85.814	301.438	112.001	207.380	84.248	82.482	65.107	960.972
	1993	11.425	64.243	194.013	45.736	163.974	63.330	86.241	49.051	678.013
	1994	6.143	78.107	241.973	62.602	114.206	71.100	60.025	52.417	686.573
	1995	0	55.206	235.286	48.305	150.262	76.730	44.598	52.062	662.449
	1996	1.580	62.754	252.839	29.567	135.460	75.780	43.103	50.156	651.239
	1997	13.269	77.690	267.475	1.284	154.030	80.321	65.017	38.860	697.946
	1998	27.583	77.013	178.198	30.784	99.055	80.870	89.984	50.702	634.189
	1999	16.105	31.779	160.879	43.200	130.001	76.620	72.164	48.471	579.219
	2000	19.263	68.618	165.531	49.978	123.668	59.290	87.119	49.763	623.230
	2001	18.946	50.767	171.185	46.272	91.074	61.940	57.727	51.248	549.159
	2002	14.413	55.899	177.209	39.037	92.012	54.730	50.406	57.035	540.741
	2003	2.004	51.802	171.174	28.211	104.216	73.650	56.653	52.948	540.658
	2004	0	72.152	178.221	25.498	77.717	71.100	60.737	48.836	534.261
	2005	906	65.490	190.035	22.666	83.534	66.950	67.393	54.986	551.960
	2006	5	64.998	171.746	32.772	66.595	45.190	55.721	54.791	491.818
	2007	8.295	57.574	158.161	24.521	69.062	21.790	61.125	49.281	449.809
	2008	7.018	59.084	153.647	28.925	83.096	51.890	69.419	60.680	513.759
	2009	8.018	60.100	126.673	27.507	111.298	55.470	70.029	61.886	520.981
	2010	7061	101.200	113.000	4.160	121.317	62.000	76.118	67.330	552.186
	2011	7.034	134.474	133.001	9.684	123.980	65.230	82.665	78.150	634.218
2012	6.807	140.983	126.751	18.758	122.330	62.240	47.202	58.770	583.841	
2013	5.121	155.299	138.092	1.441	119.006	40.390	82.075	60.015	601.439	
2014	5.115	120.939	147.902	5.270	117.028	36.530	84.305	48.140	565.229	
2015	6.016	123.318	150.521	13.490	101.200	38.960	84.180	42.966	560.651	
2016	5.156	104.995	174.000	13.708	84.697	41.090	85.198	32.413	541.257	
2017	5.004	73.600	170.079	11.295	75.380	32.180	85.145	47.457	500.140	
	2018	4.891	96.221	146.234	10.395	46.716	18.370	73.258	39.670	435.755
	2019	4.826	102.859	155.268	10.840	82.531	22.020	82.249	48.182	508.775
	2020	5.006	25.101	135.320	10.230	72.680	20.100	67.706	43.192	379.335
	UKUPNO	1.288.560	5.978.914	17.371.080	5.011.571	6.787.488	2.406.268	3.332.215	4.004.381	46.180.477

*Izvor podataka: Tehnička dokumentacija rudnika JP PEU

3.10.3. Prirodno- geološki uslovi ležišta

Kod eksploatacije uglja podzemnom sistemom eksploatacije za izbor tehničko-tehnoloških rešenje odlučujući uticaj imaju prirodno-geološki uslovi prisutni u ležištima.

Na osnovu svestrane analize prirodno-geoloških uslova u aktivnim ležištima može se oceniti da su u našim rudnicima relativno teški uslovi za eksploataciju, a karakterišu se uglavnom znatnim promenama od ležišta do ležišta, a često i između pojedinih delova ležišta.

Veoma česta pojava u ležištima uglja u kojima se sada vrše radovi eksploatacije je intenzivna tektonika koja je izdelila delove ležišta na otkopna polja i otkopne blokove, a time je znatno sužena mogućnost primene visokomehnizovanih sistema otkopavanja.

Prema stratigrafskim odlikama može se reći da se javljaju različite strukture, kako u podinskim tako i u krovinskim stenama, te se pri otkopavanju menjaju i geomehanički uslovi.

U ležištima uglja u kojima se vrši eksploatacija, otkopavaju se pretežno debeli slojevi mrkog uglja (3-40m), lignite-mrkolignitskog (2-9m) i kamenog uglja (1,5-7,0m), sa različitim padnim elementima od 5° – 45° .

U Tabeli 3.7. prikazana je sistematizacija prirodno-geoloških uslova u ležištima uglja koja je sada u primeni pri rešavanju problema eksploatacije u našim rudnicima.

Tabela 3.7. Prirodno geološki uslovi u ležištima uglja [Ivković, 1997]

PRIRODNI USLOVI	VRŠKA ČUKA	IBARSKI RUDNICI			REMBAS				BOGOVINA	SOKO	JASENOVAC	LUBNICA	ŠTAVALJ
		Jarando	Progorelica	Tadenje	S. Rudnik	Strmosten	Jelovac	IV Blok					
Vrsta uglja	Antracit	Kameni ugalj	Kameni ugalj	Kameni ugalj	Mrki ugalj	Mrki ugalj	Mrki ugalj	Mrki ugalj	Mrki ugalj	Mrki ugalj	Mrki ugalj	Lignit	Lignit
Način pojave sloja	Više slojeva (III) i proslojka	Dva ugljena sloja (glavni i podinski)	Dva ugljena sloja (glavni i podinski)	Pet slojeva	Jedan ugljeni sloj	Jedan ugljeni sloj	Jedan ugljeni sloj	Jedan ugljeni sloj	Dva ugljena sloja	Jedan sloj	Jedan sloj	Dva ugljena sloja	Jedan sloj
Debljina sloja (m)	0,3-3,0 sa zadebljanjima i do 6,0	Glavni 1,5-12 Podinski 1,0-2,5	Glavni 4,0 Podinski 5,5	I-4,4 II-2,2 III-1,95 IV-1,9 V-2,4	7	7,7	4,5	0,5 - 12	I - 1-7,2 II - 1-4,55	25-40	1,5-20	I - 5-9 II - 2-5	10,0-14,0
Nagib sloja (°)	0-35	10-40	10-40	5-25	10-25	10-20	5-10	10-25	12-14	25-50	20-33	18-35	5-20
Tektonika	Veoma izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena	Izražena
Dubina zaleganja (m)	Do 270	150-550	40-110	70-120	250-450	150-340	160-180	150-400	150-300	200-600	150-350	150-300	150-250
Metanonosnost (m ³ /tru)	Preko 10,0	0,245	Nemetanska	Nemetanska	Registrov. pojave CH ₄	Registrov. pojave CH ₄	cca 5	Registrov. pojave CH ₄	Registrov. pojave CH ₄	1,8-7,10	Nemetanska	0,49-0,89	Nemetanska
Samozapaljivost uglja i prašine (°C/min)	Nije sklon samozapaljivanju	Ugalj 69-98 Prašina 630-700	Ugalj 62-120	Nije sklon samozapaljivanju	Ugalj 118-140 Prašina 260-290	Ugalj 120 Prašina 280-290	Ugalj 110 Prašina 300	Ugalj 95 Prašina 250	Ugalj 80-120	Ugalj 115-188 Prašina 250-350	Ugalj 80-100 Prašina 260	Ugalj 80 Prašina 215-235	Ugalj 103 Prašina 220-280
Eksplozivnost (g/m ³)	Nije eksplozivna	70-110	-	270	200	180	230	75	225	230	225	110	Nije ispitivana
Vodonosnost (m ³ /min)	0,09	1,0	2,0	0,03	0,18	0,15	0,6-1,0	0,2-0,4	0,04	3,67	0,18	0,5	6-8

Uticaji pojedinih uslova su različiti te je za ležišne uslove podzemnih rudnika uglja u Srbiji izvršeno rangiranje uticaja na izbor sistema otkopavanja, a što je prikazano u Tabeli 3.8.

Tabela 3.8. Rang uticaja prirodno-geoloških uslova za definisanje racionalnog sistema otkopavanja [Ivković, 2012]

SISTEM OTKOPAVANJA		KATEGORIJA-RANG UTICAJA PRIRODNO-GEOLOŠKIH USLOVA			
		OPREDJELJUJUĆI	DOPUNSKI	OGRANIČAVAJUĆI	ISKLUJUĆIVI
Princ. koncent. otkopa	HORIZONTALNA KONCENTRACIJA	1. Debljina sloja do 5m	1. Nagib sloja	1. Gorski udar 2. Ekspanzija gasa	
	VERTIKALNA KONCENTRACIJA	1. Debljina sloja preko 5 m	1. Nagib sloja	1. Sklonost ka samoupali	1. Debljina sloja manja od 5 m
METODA OTKOPAVANJA	2.1. ŠIROKO ČELO (HK)	1. debljina sloja do 5m 2. racionalna dužina otkop. polja po pružanju i padu	1. nagib sloja 2. fizičko-mehanička svojstva sloja i pratećih stijena 3. izmjene debljine sloja	1. visoka metanonosnost 2. veličina rezervi uglja 3. fizičko-mehanička svojstva podine	1. neracionala dužina otkopnog polja po pružanju i padu
	2.2. ŠIROKO ČELO (VK)	1. debljina sloja do 5m 2. racionalna dužina otkop. polja po pružanju i padu	1. nagib sloja 2. fizičko-mehanička svojstva sloja i pratećih stena	1. vodoobilnost 2. sklonost uglja ka samozapaljenju 3. visoka metanonosnost 4. veličina rezervi uglja	1. neracionala dužina otkopnog polja po pružanju i padu
	2.3. KOMORNA METODA	1. debljina sloja preko 5 m 2. čvrstoća i kompaktnost neposredne krovine	1. Izmene nagiba debljine sloja	1. nagib sloja 2. visoka metanonosnost 3. sklonost uglja ka samozapaljenju	1. nepovoljne veličine čvrstoće i kompaktnosti krovine 2. gorski udar
	2.4. STUBNA METODA	1. debljina sloja do 5 m 2. racionalna dužina otkop. polja po pružanju i padu	1. nagib sloja 2. fizičko-mehanička svojstva sloja i pratećih stena	1. nagib sloja 2. visoka metanonosnost 3. sklonost uglja ka samozapaljenju 4. gorski uda	prema izabranom principu i metodi otkopavanja i opredeljujućim faktorima izabira se odgovarajuća tehnologija otkopavanja (alternativna kombinacija dvije ili više tehnologija).
TEHNOLOGIJA OTKOPAVANJA	3.1. MINIRANJE	1. fizičko-mehanička svojstva ugljenog sloja	1. debljina ugljenog sloja	1. svojstva ugljene prašine 2. metanonosnost 3. struktura ugljenog sloja	
	3.2. PODSIJEĆANJE	1. fizičko-mehanička svojstva ugljenog sloja	1. debljina ugljenog sloja	1. struktura ugljenog sloja	
	3.3. STRUGANJE	1. fizičko-mehanička svojstva ugljenog sloja 2. debljina sloja	1. fizičko-mehanička svojstva podine	1. struktura ugljenog sloja	
	3.4. REZANJE	1. fizičko-mehanička svojstva ugljenog sloja	1. nagib sloja 2. fizičko-mehanička svojstva podine	1. nagib sloja preko 25° 2. struktura ugljenog sloja	

Prema ovoj tabeli prirodno-geološki uslovi su razvrstani na četiri grupe, zavisno od stepena i načina uticaja i to:

- Opredeljujući uslovi;
- Dopunski uslovi;

- Ograničavajući uslovi;
- Isključivi uslovi.

Opređeljujući uslovi predstavljaju osnovni uslov za primenu odgovarajućeg principa koncentracije i sistema otkopavanja (metoda i tehnologija).

Dopunski uslovi su oni prirodno-geološki uslovi koji potražuju povremeno preduzimanje odgovarajućih tehničkih mera za otklanjanje njihovog negativnog ispoljavanja kod izabranog sistema otkopavanja.

Ograničavajući uslovi ograničavaju primenu tehnoloških rešenja sistema otkopavanja i utiču na tehničke i ekonomske parametre eksploatacionih radova.

Isključivi uslovi su oni prirodno-geološki uslovi koji isključuju primenu pojedinih rešenja sistema otkopavanja ugljenih slojeva.

3.10.4. Prikaz faza tehničko-tehnoloških rešenja eksploatacije

U svim podzemnim rudnicima JP PEU za izradu rudarskih prostorija otvaranja, pripreme i razrade ležišta primenjena je klasična tehnologija bušačko-minerskim radovima, a za otkopavanje ugljenih slojeva isključivo su u primeni stubne i stubno-komorne metode otkopavanja. Radi se o zastarelim tehnologijama, obzirom na izostanak investiranja u modernizaciju u dužem vremenskom periodu, a što ima direktan uticaj na proizvodne kapacitete.

Otvaranje, razrada i priprema ležišta

Aktivni rudnici uglja JP PEU otvoreni su različitim sistemima rudarskih prostorija zavisno od konkretnih prirodno-geoloških uslova i opšta ocena o lociranju ovih prostorija je da su adekvatno određeni.

Rudnici, odnosno jame kao njihove proizvodne celine, otvorene su horizontalnim i kosim prostorijama ("Štavalj", "Lubnica-Osojno", "Jarando", "Tadenje", "Jasenovac"), kombinovano kosim prostorijama i oknom ("Strmosten", "Bogovina-Istočno polje", "Avramica") i oknima ("Senjski rudnik" i "Soko").

Iz prostorija otvaranja izrađuju se prostorije razrade ležišta i prostorije pripreme za otkopavanje, te se na taj način formiraju odgovarajući proizvodni modeli jame.

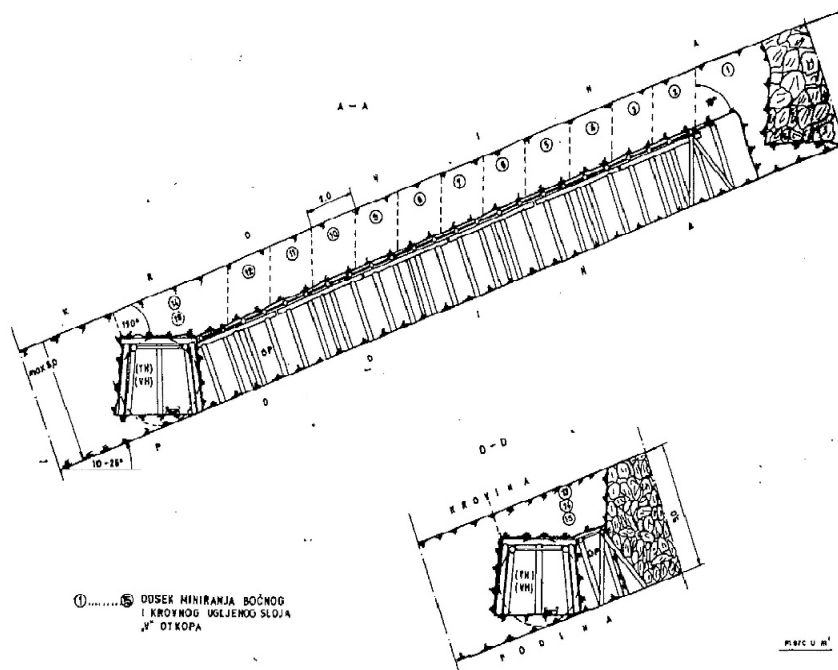
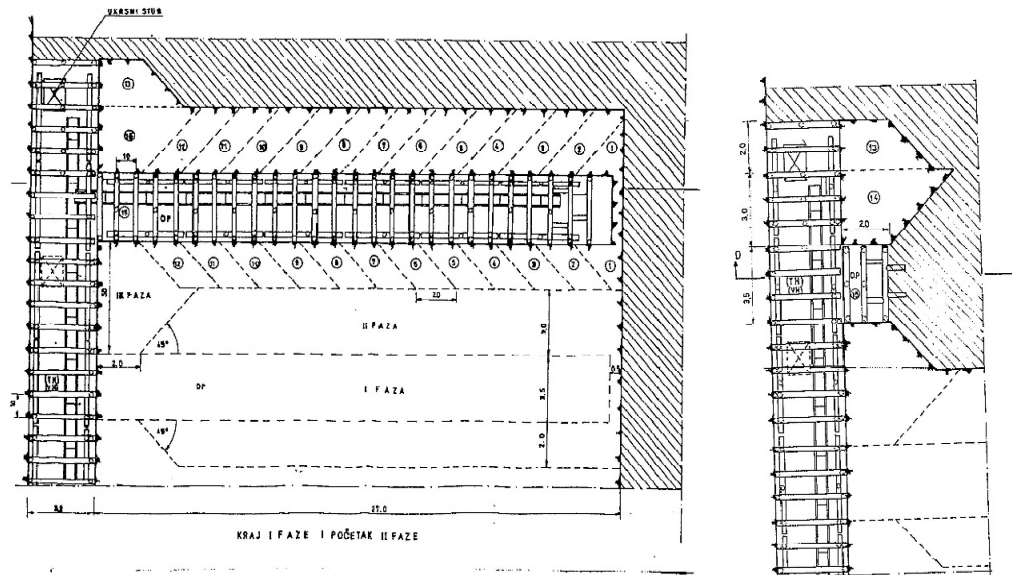
Funkcionalnost sistema prostorija otvaranja, razrade i pripreme sa aspekta provetravanja, transporta iskopine, dopreme opreme i repromaterijala, te prevoza ljudi zavisi direktno od održavanja predviđenog profila prostorija, obima održavanja i ugrađene opreme.

Podgrađivanje podzemnih prostorija obavlja se različitim sistemima podgrade, pri čemu se za kapitalne prostorije predviđene za duži vek trajanja primenjuje čelična podgrada (kružna, potkovičasta...) dok se pripremne prostorije podgrađuju obično drvenom podgradom.

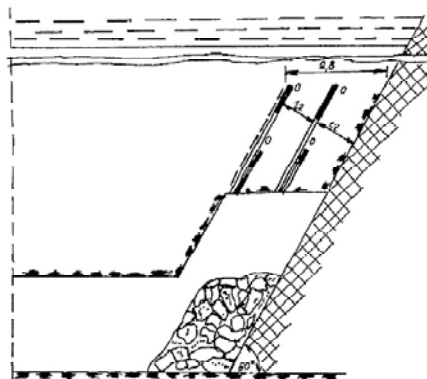
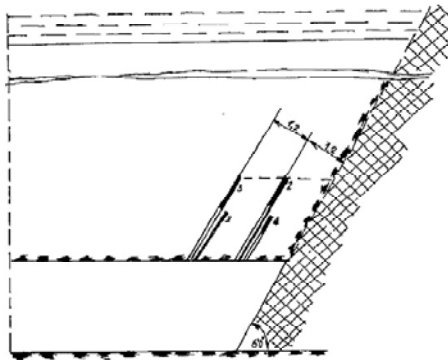
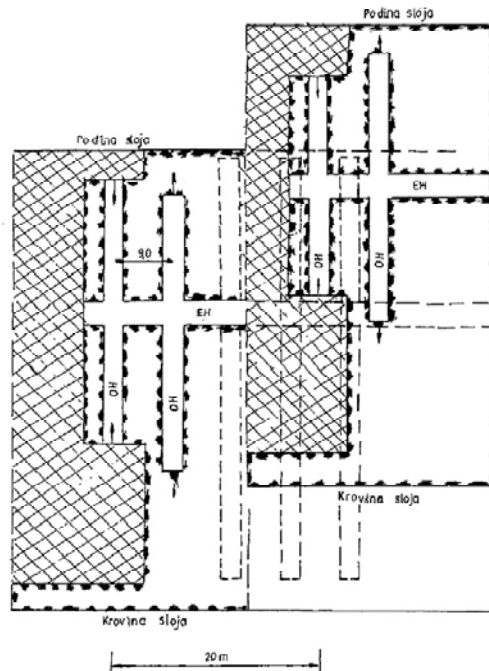
Sistemi otkopavanja

Primenjeni sistemi otkopavanja (metoda i tehnologija) karakterišu se niskim kapacitetima dekoncentrisanosti otkopnih jedinica, a sa druge strane prednost im je u lakom prilagođavanju otkopnih radova čestim izmenama debljine i pada slojeva i savlađivanju tektonskih poremećaja.

Na Slici 3.22. dat je šematski izgled stubne metode otkopavanja, dok je na Slici 3.23. prikazan izgled stubno-komorne metode sa tehnologijom otkopavanja miniranjem.



Slika 3.22. Šematski prikaz stubne V metode otkopavanja sa tehnologijom dobijanja uglja miniranjem [Miljanović, at all, 2014]



Slika 3.23. Šematski prikaz stubno-komorne metode otkopavanja sa tehnologijom dobijanja uglja miniranjem, primenjene u rudniku „Soko“ [Ivković, 1997]

Jamski transport i izvoz

Transport iskopine u svim jamama obavlja se sistemima gumenih trakastih transportera kao sabirnih-revirnih, a sa otkopa i pripremnih radilišta sistemima dvolančanih grabuljastih transportera. Izvoz iz jama je organizovan tako da se kod jama otvorenih oknima primenjuju izvozna postrojenja, a kod jama otvorenih kosim prostorijama u primeni su gumeni trakasti transporteri [Majstorović et al, 2019].

Samo se u jamama "Ravna Reka" i "Senjski rudnik", rudnika "Rembas" i jami "Avramica" rudnika "Vrška Čuka" primenjuje lokomotivski izvoz obzirom da su otvorene za transport potkopima.

Doprema repromaterijala i opreme u rudnicima je organizovana uglavnom diskontinualno sa sistemima gornjošinskog transporta vučenog dizel lokomotivama ili mašinama užetnjačama.

Odvodnjavanje

U svim jamama primenjuje se veštačko odvodnjavanje pomoću pumpi i cevovoda, kojima se prtok vode u jamama savlađuje prikupljanjem u pomoćnim i glavnim vodosabirnicima odgovarajućeg kapaciteta.

U primeni su muljne mobilne pumpe na radilištima i pri manjim dotocima, dok se za glavno revirno i glavno jamsko odvodnjavanje primenjuju centrifugalne pumpe odgovarajućeg kapaciteta biranog na osnovu predviđenih dotoka vode u jamske prostorije.

Posebno ugrožene jame od dotoka vode su "Soko" i "Štavalj", dok su kod ostalih jama dotoci vode niski, a kod mnogih isključeni iznadanji prodori vode.

Provetravanje

Glavno provetravanje u svim rudnicima – jamama vrši se veštački sa glavnim ventilatorima, različitih tipova i kapaciteta dobave vazduha zavisno od potreba, odnosno intenziteta izvođenja rudarskih radova i izdvajanja gasova.

U svakom glavnom ventilacionom postrojenju pored glavnog ventilatora ugrađuje se i rezervni ventilator, kao i pripadajuća oprema za snabdevanje energijom i kontrolu rada ventilatora. Za svako ventilaciono postrojenje obezbeđeno je dvostrano snabdevanje električnom energijom i rezervno snabdevanje dizel agregatima. Jedan od ventilatora za glavno jamsko provetravanje, bilo glavni bilo rezervni, mora imati mogućnost preokretanja-reverzije toka vazdušne struje.

Provetranje slepih prostorija, odnosno radova izrade rudarskih prostorija i otkopnih radova vrši se sa separatnim cevnim ventilatorima i gipkim plastičnim cevovodima kojima se doprema potrebna (proračunata) količina vazduha, kojom se obezbeđuje odvođenje gasova, omogućuju povoljni mikroklimatski uslovi rada i vazduh za ljude.

U svim jamama glavno provetravanje je ustrojeno sistemima depresionog provetravanja, dok se separatno provetravanje obavlja kompresiono.

Snabdevanje pogonskom energijom

Električna energija je u svim aktivnim rudnicima-jamama osnovni vid pogonske energije i koristi se u svim fazama tehnoloških procesa eksploatacije.

Kod rudnika je organizovano dovođenje električne energije iz glavnih distributivnih mreža do rudničkih trafostanica lociranih na površini terena odakle se dalje vrši razvod do jamskih trafostanica i potrošača u jamama.

Potreba za razgranatim električnim mrežama kako na površini (rudničkim krugovima) tako i u jamama zahteva i odgovarajuće osiguranje kako bi se sprečile opasnosti od električnog udara, požara i eksplozija. Za te potrebe razvijen je i ugrađuje se u električne mreže niz specijalnih kontrolnih uređaja.

Pored električne energije kao drugi izvor energije u većini rudnika primenjen je sistem razvoda komprimiranog vazduha kojim se snabdevaju određeni potrošači. Na površini pored glavnih otvora locirane su kompresorske stanice u kojima se ugrađuju kompresori sa pripadajućom opremom, a od stanice komprimirani vazduh se vodi sistemima cevovoda do mesta izvođenja radova, odnosno potrošača.

Prerada uglja

Pri otkopavanju uglja u iskopini se pojavljuju i određene količine jalovine, a koja potiče iz krovnih naslaga pri rušenju sloja i međuslojne jalovine kojom je svaki ugljeni sloj u određenoj meri, manje ili više, onečišćen.

Pre isporuke potrošačima ugalj se tretira u objektima za preradu, separacijama i klasirnicama, te nakon toga otprema.

Kod aktivnih rudnika uglja izgrađeni su sledeći objekti za tretman i čišćenje ugljeva:

- U rudnicima Ibarski rudnici, Vrška Čuka i Rembas izgrađene su teškotekućinske separacije u kojima se ugalj čisti od jalovine i klasifikuje po asortimanima;
- U rudnicima Soko, Štavalj i Bogovina izgrađene su separacije tipa „Parnaby“-postrojenja koje su znatno efikasnija od teškotekućinskih procesa prerade;
- U ostalim rudnicima Jasenovac i Lubnica izgrađene su klasirnice u kojima se vrši ručno odvajanje jalovina i klasiranje proizvoda po asortimanima.

Pomoćni rudnički objekti

U okviru površinskih rudničkih objekata, pored upravnih zgrada, separacija, klasirnica, trafo i kompresorskih stanica, magacina, depoa uglja i odlagališta jalovine izgrađene su radionice (mašinska, elektro, stolarska), rudnička kupatila, lampare, kotlarnice i objekti za snabdevanje pitkom vodom.

U ovim objektima obavljaju se predviđeni radovi vezani za glavne i pomoćne tehnološke operacije, te uslužne i sporedne delatnosti i radnje vezane za standard zaposlenih.

Rudnici u svojoj delatnosti razvijaju i principe društveno odgovornog poslovanja usmerenog ka unapređenju standarda zaposlenih i lokalnih zajednica.

4. PRAVCI RAZVOJA PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA U REPUBLICI SRBIJI

4.1. Energetika Republike Srbije

Energetika čini oblast od posebnog značaja za privredni sistem i ekonomiju jedne države.

Ukoliko je energetika stabilna i dobro organizovana to pozitivno utiče na ostale privredne grane. Uloga energetike je da društvu obezbedi potrebne količine energije i energenata i da ima što niži štetni uticaj na životnu sredinu. Pri ovome treba imati u vidu da je energija roba i njene cene i promet podležu tržišnim zakonima.

Preduslovi za uspešno funkcionisanje svakog društva, podizanje konkurentnosti nacionalne privrede i blagostanje stanovništva je sigurno i bezbedno snabdevanje energijom, proizvodnja i korišćenje u skladu sa principima održivog razvoja i dostupnost i raspoloživost energije pod transparentnim uslovima.

4.1.1. Karakteristike energetskeg sektora Republike Srbije

Energetski sistem Republike Srbije čine elektroenergetika, naftna i gasna privreda, rudnici uglja i sistemi gradskih toplana i industrijske energetike, u okviru čega se obavljaju sledeće delatnosti:

- Proizvodnja električne energije;
- Proizvodnja toplotne energije;
- Eksploatacija i sekundarna prerada uglja;
- Eksploatacija nafte i gasa;
- Uvoz primarne energije (nafte i gasa);
- Transport i distribucija energije i energenata do potrošača.

Elektroenergetski sektor čine elektroenergetski izvori za proizvodnju električne energije: termoelektrane, termoelektrane-toplane i hidroelektrane, sistemi za prenos električne energije proizvedene u zemlji i obavljanje razmene sa sistemima susednih zemalja, te elektrodistributivni sistemi putem kojih se isporučuje energija potrošačima.

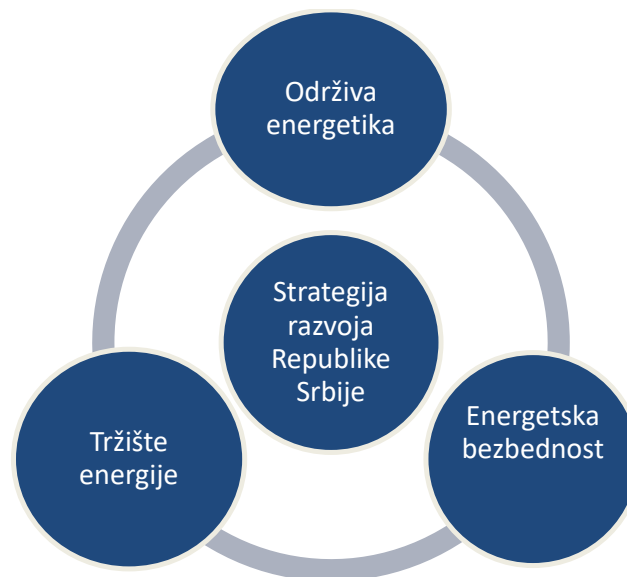
U sektoru nafte vrši se eksploatacija domaćih rezervi nafte, obavlja uvoz, transport i prerada nafte i naftnih derivata, distribucija i prodaja.

U sektoru prirodnog gasa obavlja se: uvoz gasa, eksploatacija domaćih rezervi prirodnog gasa, njihova primarna prerada, sakupljanje, transport i distribucija do potrošača.

Sektor uglja čine rudnici u kojima se vrši eksploatacija uglja podzemnim, površinskim i podvodnim sistemima i njegova priprema za dalji tretman.

Sisteme za toplotnu energiju čine toplane za daljinsko grejanje kako gradova tako i industrijske toplane a u okviru njih su toplotni izvori koji se koriste za proizvodnju tehnološke pare i toplotne energije za potrebe proizvodnih procesa i grejanje radnog prostora. Sada u Republici Srbiji postoji više preduzeća koja poseduju energane koje omogućavaju spregnutu proizvodnju toplotne i električne energije.

Na dijagramu Slika 4.1. prikazani su šematski odnosi strategije razvoja energetike i energetske ciljeve.



Slika 4.1. Strateški prioriteti razvoja energetike Republike Srbije [Vlada RS, 2017].

Obezbeđenje održivosti energetike, energetske bezbednosti, razvoj tržišta energije nameću se kao ključni prioriteti energetske razvoja Republike Srbije, odnosno principi na kojima je potrebno razvijati energetske politiku do 2030. godine, prikazano je u Tabeli 4.1.

Tabela 4.1. Principi kojima se treba razvijati energetska politika Republike Srbije [Vlada RS, 2017].

ODRŽIVA ENERGETIKA	<ul style="list-style-type: none"> - Obezbeđenje uslova za unapređenje energetske efikasnosti u obavljanju energetske delatnosti i potrošnji energije; - Stvaranje ekonomskih, privrednih i finansijskih uslova za povećanje udela energije iz obnovljivih izvora energije, kao i za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije; - Stvaranje institucionalnih, finansijskih i tehničkih pretpostavki za korišćenje novih izvora energije; - Unapređenje stanja i sistema zaštite životne sredine u svim oblastima energetske delatnosti; - Uspostavljanje povoljnijih zakonskih, institucionalnih i logističkih uslova za dinamičnije investiranje u energetiku.
TRŽIŠTE ENERGETIKE	<ul style="list-style-type: none"> - Konkurentnost na tržištu energije na načelima nediskriminacije, javnosti i transparentnosti; - Zaštita kupaca energije i energenata; - Razvoj tržišta električne energije i prirodnog gasa i njihovo povezivanje jedinstvenim tržištem energije sa drugim zemljama i EU; - Intenzivnije povezivanje energetske sistema Republike Srbije sa energetskim sistemima drugih država.
ENERGETSKA BEZBEDNOST	<ul style="list-style-type: none"> - Pouzdano, sigurno, efikasno i kvalitetno snabdevanje energijom i energentima; - Uspostavljanje uslova za pouzdan i bezbedan rad i održivi razvoj energetske sistema i energetske sistema u opšte.

U Tabeli 4.2. dati su osnovni pokazatelji proizvodnje električne energije, preuzeti iz Strategije razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijama do 2030. Godine [Službeni glasnik RS, br. 18/2018].

Tabela 4.2. Bilans proizvodnje električne energije u termoelektranama i uglja za proizvodnju u referentnom scenariju i scenariju sa merama energetske efikasnosti

Red. broj	L E Ž I Š T E	Godina			
		2015.	2016.	2017.	2018.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	REFERENTNI SCENARIO				
1.1.	Proizvodnja električne energije u termoelektranama (GWh)	26.679	23.865	25.563	27.284
1.2.	Ugalj za proizvodnju električne energije (u 1000t)	38.772	34.203	34.946	37.711
2	SCENARIO SA PRIMENOM MERA ENERGETSKE EFIKASNOSTI				
2.1.	Proizvodnja električne energije u termoelektranama (GWh)	26.621	24.283	25.481	27.284
2.2.	Ugalj za proizvodnju električne energije (u 1000t)	38.772	24.203	34.946	37.706

4.1.2. Uloga uglja u energetske bilansu Republike Srbije

Energetske resurse i potencijale Republike Srbije čine fosilna, nekonvencionalna (ugalj, nafta i prirodni gas) i nekonvencionalna goriva (uljni škriljci) kao i obnovljivi izvori energije [Službeni glasnik RS, br. 18/2018].

U Tabeli 4.3. prikazana je struktura energetske rezervi fosilnih goriva. Uočljivo je da su rezerve kvalitetnih energenata (nafta i gas) veoma niske sa učešćem do 1% istraženih geoloških bilansnih i vanbilansnih rezervi, dok preostalo čine ugljevi, sa najvećim udelom lignita i to čak 95% u bilansnim rezervama.

Pored navedenih rezervi u Tabeli 4.3. nisu obuhvaćene rezerve uglja na teritoriji AP Kosovo i Metohija, koje su veoma značajne i u Tabeli 4.4. prikazuju ukupne geološke rezerve uglja Republike Srbije.

Tabela 4.3. Prikaz rezervi konvencionalnih i nekonvencionalnih fosilnih goriva [Službeni glasnik RS, br. 18/2018] (u milionima tona).

Resursi	Bilansne i vanbilansne geološke rezerve	Ukupne geološke rezerve
Nafta	10.14	50
Prirodni gas	3.37	50
Ugalj - lignit	1.583 (780*)	3.698
Ugalj - mrki	37.7	45.17
Ugalj - mrkolignitski	134.25	193
Ugalj - kameni	2.77	4.02
Uljni škriljci	-	3.98**

*Podaci su bez AP Kosovo i Metohija

**Kerogen - organski deo uljnih škriljaca

Tabela 4.4. Prikaz ukupnih geoloških rezervi uglja (u hiljadama tona) [Vlada RS, 2017].

Geološke rezerve	Srbija bez AP	AP Kosovo i Metohija	AP Vojvodina	Ukupno Republika Srbija
Lignit	3.989.333	15.746.000	275.000	20.010.333
Mrkolignitski	536.678	-	8.729	545.407
Mrki	111.294	-	-	111.294
Kameni	8.215	-	-	8.215
Ukupno	4.645.520	15.746.000	283.729	20.675.249

Prema podacima bilansa rezervi iz 2010. godine više od 76% ukupnih rezervi uglja nalazi se u Kosovsko-Metohijskom basenu, dok se u Kolubarskom basenu nalazi 14% uglja, a u Kostolačkom basenu 3,3%. Ležišta uglja „Kovin“ i „Štavalj“ sadrže 2,7% ukupnih rezervi uglja. Sada su najveći proizvođači uglja u Republici Srbiji PK RB „Kolubara“ i TE-KO „Kostolac“ koji posluju u okviru JP Elektroprivreda Srbije-Beograd.

Od lignita proizvedenih na ovim kopovima sada se dobija preko 70% električne energije koja se proizvodi u Termoelektranama EPS.

PK RB „Kolubara“ proizvodi 75% lignita, a TE-KO „Kostolac“ oko 25% lignita za proizvodnju električne energije u Republici Srbiji.

U Kolubarskom basenu bilansirane su ukupne geološke rezerve uglja – lignita (bilansne i vanbilansne) od 2,987 milijardi tona, a u istočnom delu Kostolačkog basena preko 812 miliona tona. U zapadnom delu Kostolačkog basena rezerve uglja su procenjene na preko 1,35 milijardi tona, dok je u Kovinskom basenu bilansirano preko 275 milona tona. Navedene rezerve uglja obezbeđuju dugotrajan period eksploatacije. Uz uslov da se proizvodnja uglja poveća sa sadašnjih oko 37 miliona tona godišnje na 50 miliona tona godišnje i ostvari iskorišćenje rezervi od samo 70%, vek eksploatacije ovih rezervi iznosio bi preko 70 godina.

Prema sadašnjem stanju izvora električne energije ukupno izbilansirana snaga proizvodnih kapaciteta JP EPS je 7.326MW, od čega 4.390 otpada na 22. termobloka. Prema podacima iz Energetskog bilansa Republike Srbije za 2020 (Službeni glasnik RS, br. 94/2019.), bilans uglja obuhvata proizvodnju, preradu, uvoz, izvoz i potrošnju uglja, kao i proizvodnju i potrošnju visokopećnog gasa, pri čemu je predviđeno da se za uredno snabdevanje potrošača iz domaćih izvora obezbedi 95%, a 5% iz uvoza.

Za 2020. godinu predviđeno je da se ugalj proizvodi u:

- rudnicima sa podzemnom eksploatacijom (JP PEU) u kojima se proizvodi kameni ugalj, mrki ugalj i lignit, predviđen je nivo proizvodnje od 526.000 tona, što je za 3% više u odnosu na procenjenju proizvodnju u 2019 godini, koja iznosi 503.445 tona;
- rudnicima sa površinskom eksploatacijom uglja iz sastava JP EPS predviđa se proizvodnja od 38,55 miliona tona (RB „Kolubara“ 29,10 miliona i TE-KO „Kostolac“ 9,450 miliona tona), što je za 3% više u odnosu na procenjenju proizvodnju u 2019 godini, koja iznosi 38,38 miliona tona;
- rudnik sa podvodnom eksploatacijom lignita predviđa proizvodnju od 215.000 tona, što je za 3% više od procenjene proizvodnje u 2019. godini, koja iznosi 206.785 tona.

Od ukupno predviđene količine uglja za 2020. godinu planirano je da se 94% proizvedenog uglja nameni potrošnji električne energije u termoelektranama.

Planirani uvoz uglja u 2020. godini iznosi 0,085 miliona tona što je na istom nivou u odnosu na ostvareni uvoz u 2019. godini.

Ukupne raspoložive količine uglja iz domaće proizvodnje uglja i neto uvoza u 2020. godini planirane su u iznosu od 7,766 miliona tona. Od ove količine za transformaciju se predviđa potrošnja od 7,442 miliona tona. Potrošnja za transformaciju obuhvata sledeću strukturu:

- za proizvodnju električne energije i toplotne energije potrošice se 6,638 Mtoe što je za 12% više u odnosu na procenjenu potrošnju od 6,541 Mtoe u 2019. godini;
- potrošnju za preradu uglja u sušari u iznosu od 0,187 Mtoe što je za 46% više od procenjene potrošnje u 2019. godini koja iznosi 0,128 Mtoe. Za proizvodnju sušenog lignita u 2020. godini planirano je 575 hiljada tona, što je za 43% više od procenjene proizvodnje u 2019. godini koja iznosi 396,93 hiljada tona;
- potrošnju koksa za visoke peći u iznosu od 0,617 Mtoe što je za 17% više u odnosu na procenjenu potrošnju u 2019. godini, koja iznosi 0,526Mtoe.

Finalna potrošnja uglja (uključujući sušeni lignit i visokopećni gas) u 2020. godini iznosi 0,585 Mtoe što je za 5% manje od procenjene potrošnje u 2019. godini koja iznosi 0,630 Mtoe. Ove količine obuhvataju potrošnju za neenergetske svrhe (0,005 Mtoe).

U strukturi finalne potrošnje za energetske svrhe industrija učestvuje sa 49% a ostali sektori 51% Strategija [Službeni glasnik RS, br. 18/2018].

Napominje se da kapaciteti za proizvodnju toplotne energije u Republici Srbiji koriste prirodni gas, ugalj, naftne derivate i biomasu, pri čemu je planirana potrošnja prirodnog gasa u 2020. godini 620,976 miliona m³ (80%), uglja 208.000 tona (7,8%), naftnih derivata 67.651 tona (11,7%), a biomase 6.470 tona (manje od 1%).

U oblasti uglja Dokumentom [Službeni glasnik RS, br. 18/2018] su predviđeni sledeći strateški pravci delovanja:

- intenziviranje istražnih radova u aktivnim i perspektivnim ležištima uglja;
- otvaranje zamenskih kapaciteta za postojeće površinske kopove koji prestaju sa radom i otvaranje kopova koji će biti namenjeni za nove termoenergetske kapacitete;
- optimizacija i koncentracija proizvodnje uglja iz rudnika sa podzemnom eksploatacijom.

Navedenim treba da se obezbedi sigurno i pouzdano snabdevanje elektroenergetskih kapaciteta potrebnim količinama uglja za finalnu potrošnju i za proizvodnju toplotne energije.

U narednom periodu vezano za otvaranje zamenskih kapaciteta za postojeće površinske kopove koji prestaju sa radom i otvaranje kopova koji će biti za nove termoenergetske kapacitete predviđa se sledeće [Strategija, Službeni glasnik RS, 94/2019]:

- u okviru Kolubarskog basena predviđa se povećanje proizvodnje iz Polja „C“ u funkciji otvaranja Polja „E“, otvaranje Polja „E“ kao zamenskog kapaciteta površinskom kopu Polje „C“ i Polje „D“, otvaranje površinskog kopa Polje „G“ kao zamenskog kapaciteta kopu Veliku Crljani, kao i otvaranje kopa „Radljevo“. U slučaju potrebe za novim kapacitetima na površinskom kopu „Radljevo“ kapacitet proizvodnje se može povećati za nove termoelektrane;
- za Kostolački basen se predviđa povećanje kapaciteta kopa „Drmno“ sa postojećih oko 9 na 12 miliona tona uglja godišnje zbog izgradnje novog bloka TE Kostolac B3 snage 350MW;
- u okviru Kovinskog basena razmatra se mogućnost otvaranja novog kopa sa podvodnom eksploatacijom za snabdevanje nove termoelektrane kapaciteta 700MW;
- u okviru ležišta uglja Štavalj-Sjenica predviđa se mogućnost izgradnje bloka od 320MW za što je potrebno snabdevanje sa ugljem iz postojećih rudnika sa

podzemnom eksploatacijom koji treba da poveća kapacitet proizvodnje na 2,3 miliona tona godišnje.

Ceni se da će ugalj i u narednom periodu biti oslonac u proizvodnji električne energije, kao što je i sada, u Republici Srbiji, a i u EU koristi značajne količine uglja pri čemu sada godišnje uvozi oko 180 miliona tona.

Ovo naglašavamo, kao stvarno stanje uprkos proklamovanoj politici EU o zatvaranju rudnika uglja i što EU vrši zatvaranje sopstvenih rudnika ali povećava uvoz iz drugih regiona u svetu. Ovo je rezultat viših proizvodnih troškova u rudnicima EU u odnosu na nerazvijene zemlje Azije i Afrike.

4.2. Strateški pravci razvoja podzemne eksploatacije uglja u Republici Srbiji

4.2.1. Karakteristike rada i poslovanja podzemnih rudnika JP PEU

Rudnici uglja sa podzemnom eksploatacijom organizaciono su povezani u Javno preduzeće za podzemnu eksploataciju uglja (skraćeno – JP PEU), sa sedištem u Resavici.

Preduzeće je osnovano 1992. godine i do 2003. godine bilo je u sastavu moćnog privrednog sistema Elektroprivreda Srbije (JP EPS) što je podzemnim rudnicima omogućilo da opstanu u teškim uslovima poslovanja sa ratnim dešavanjima u okruženju i u zemlji i nezabeleženim sankcijama u Evropi.

Preduzeće je 100% u vlasništvu države od 2003. godine i održava se uz finansijsku pomoć iz budžeta Republike Srbije, koja je uglavnom nedovoljna za ozbiljnija investiciona ulaganja.

Izostanak investiranja u nabavku nove opreme i za otvaranje novih rudnika sa većim rezervama i povoljnijim uslovima za primenu savremene tehnologije kojima bi se značajno podigli proizvodni kapaciteti i postigli traženi ekonomski parametri, dovodi rudnike do daljeg devastiranja.

Kompleksnost uslova podzemne eksploatacije uglja, novi uslovi poslovanja po takozvanom liberalnom konceptu i sve teža finansijska situacija doveli su rudnike u

situaciju da se moraju reorganizovati i sa nadležnim državnim organima uskladiti finansiranje u određenom vremenskom roku i uslove poslovanja.

Država kao vlasnik rudnika je direktno zainteresovana za razvoj ove privredne grane sa jedne strane, a sa druge strane za njihovo odgovorno društveno poslovanje radi ravnomernog razvoja privredno nerazvijenih područja u kojima su locirani rudnici, održavanje zaposlenosti i sprečavanje migracija stranovništva posebno iz pograničnih područja Republike Srbije.

Zaostajanjem u tehnološkom razvoju izostankom koncentracije proizvodnje, mehanizovanja i osavremenjavanja tehnologije podzemne eksploatacije imali su za rezultat dominaciju sistema površinske eksploatacije koja se zasniva na visokom stepenu mehanizovanih i automatizovanih tehnoloških rešenja eksploatacije. Poziciju uglja iz podzemne eksploatacije donekle je poljuljao prodor gasa, kao energenta. Treba istaći da sistemi površinske eksploatacije nemogu zahvatiti rezerve uglja na velikim dubinama, a takvih kod nas ima, to je bitna uloga sistema podzemne eksploatacije.

Do 1992. godine podzemni rudnici uglja su dosta uspešno pratili savremene tokove u tehnološkim rešenjima, imali su više mehanizovanih kompleksa za otkopavanje na širokim čelima, za izradu prostorija u više jama korišćene su mašine, kombajni za rezanje i utovarne mašine, za dopremu opreme i repromaterijala primenjivani su mahom sistemi gornjoškog transporta, da bi usled sankcija došlo do izostanka nabavke rezervnih delova za održavanje, kao i nabavke nove opreme.

Domaća industrija nije mogla izvršiti supstituciju proizvodnjom domaće opreme u potrebnom nivou te su se rudnici vraćali unazad u tehnologiji eksploatacije.

Podzemni rudnici sada proizvode svega oko 500.000 tona godišnje uglja i imaju oko 4.000 zaposlenih u rudnicima, pratećim službama i sporednim delatnostima, te je neminovno restrukturiranje poslovanja preduzeća.

4.2.2. Privredno – društveni značaj podzemnih rudnika uglja

Podzemni rudnici uglja u Srbiji u sadašnjim privrednim i društvenim okolnostima, a i u budućnosti imaju bitan značaj, kako za područja gde su locirani rudnici, tako i šire za Republiku Srbiju.

Za rad podzemnih rudnika uglja vezano je i niz preduzeća koja se za rudnike bave proizvodnjom dela opreme i repromaterijala, kao i preduzeća iz oblasti usluga, trgovine i ugostiteljstva. Uzimajući ovo u obzir proističe potreba za razvojem ove privredne grane koja je neodvojivi deo razvoja lokanih zajednica i šire društvene zajednice.

Činjenica je da svaka zemlja u svetu nastoji da vodi što nezavisniju energetska politiku jer se time direktno utiče i reguliše standard stanovništva i razvoj drugih privrednih grana, a podzemni rudnici imaju u tome svoje mesto i ulogu. Osnovni razlozi za unapređenje razvoja podzemne eksploatacije uglja, odnosno podzemnih rudnika sadržani su u sledećem:

- Rudnici čine proizvodnu delatnost i stvaraju novi proizvod tražen na tržištu;
- Zapošljavanje domaće radne snage;
- Izgrađeni infrastrukturni objekti:
- Lokacije gotovo svih rudnika u nerazvijenim područjima Republike Srbije;
- Rad rudnika utiče i na rad nekih drugih privrednih preduzeća, kako uslužnih tako i proizvodnih:
- Uticaj na smanjenje energetske zavisnosti.

4.2.3. Razvojne opcije podzemnih rudnika uglja

Na osnovu rezultata detaljne analize postojećeg stanja podzemnih rudnika uglja da se zaključiti da je više od polovine sada aktivnih rudnika usled višedecenijske a u nekim i preko 170. godina eksploatacije pred iscrpljenjem rezervi i da se bez mogućnosti povećanja proizvodnih kapaciteta, a sa većim troškovima proizvodnje, potrebno je započeti proces realizacije strateških pravaca koji se zasnivaju na:

- zatvaranju rudnika u kojima su rezerve uglja pred iscrpljenjem;
- intenziviranje rudarskih radova i mehanizovanje tehnoloških procesa eksploatacije u sada aktivnim jamama rudnika „Soko“, „Štavalj“, „Lubnica“, „Strmosten“ RMU „Rembas“ ;
- Etapno otvaranje novih rudnika u ležištima uglja sa većim rezervama i povoljnijim prirodno-geološkim i rudarskim uslovima za primenu savremene opreme kojom se postižu veći proizvodni kapaciteti

Jame rudnika „Vrška Čuka“, „Jasenovac“, „Bogovina“, te jame „Tadenje“ i „Jarando“ su pred iscrpljenjem rezervi i prema postojećoj tehničkoj dokumentaciji u toku su pripreme za potpuno zatvaranje.

Ostale jame imaju veće preostale rezerve uglja i kod njih se mogu podići proizvodni kapaciteti, za šta je potrebno investirati u otvaranje novih delova ležišta i nabavku savremene opreme posebno za tehnološke faze otkopavanja i izrade rudarskih prostorija.

Raspoložive rezerve uglja i njihov prostorni razmeštaj u ležištima rudnika „Soko“ i „Štavalj“ omogućavaju da se u ovim rudnicima umesto po jednog proizvodnog kapaciteta-jame otvori više jama, što omogućavaju veći izgrađeni infrastrukturni objekti, a sa druge strane izvršila bi se koncentracija proizvodnih objekata.

4.2.4. Strategija realizacije razvojnih opcija

Strateška vizija podzemnih rudnika, odnosno JP PEU je da održivo posluje i funkcioniše, odnosno da se realizacijom strategije razvoja dostigne nivo proizvodnje uglja koji bi omogućio da prihodi preduzeća nadmašuju troškove, što bi dovelo do nesmetanog poslovanja preduzeća i obezbedilo sredstva za nabavku opreme u stabilne rudnike, kao i mogućnost investiranja u otvaranje novih rudnika.

Strateški ciljevi JP PEU treba da se realizuju u dve vremenske faze.

U I fazi razvoja strateški ciljevi su:

- Da se kontinuirano podižu proizvodni kapaciteti u rudnicima „Soko“, „Štavalj“, „Rembas“ i „Lubnica“ do ukupno 600.000 tona godišnje;
- Da se vrše nabavke nove i redovno održavanje postojeće opreme za otkopavanje i izradu rudarskih prostorija u rudnicima koji nastavljaju eksploataciju;
- Da se pristupi radovima otvaranja novog rudnika „Poljana“ u ležištu Kostolačkog ugljenog basena;
- Unapređenje sistema osiguranja i podgrađivanja podzemnih rudarskih prostorija i smanjenja udela rekonstrukcije istih;
- Izmena strukture i broja zaposlenih radnika u rudnicima i preduzeću do optimalnog broja;

- Modernizacija sistema održavanja opreme i uređaja;
- Postupno uvođenje daljinskog nadzora i upravljanja radom transportne opreme i opreme za odvodnjavanje u rudnicima;
- Etapno smanjenje troškova proizvodnje po rudnicima i ukupno;
- Povećanje isporuke uglja termoenergetskim objektima JP EPS;
- Usklađivanje cena uglja sa drugim energentima.

U II fazi razvoja preduzeća strateški ciljevi treba da se usklađuju sa politikom države u oblasti energetike i održivog razvoja i sadržani su u sledećem:

- Definisane daljeg razvoja podzemne eksploatacije uglja u novim perspektivnim ležištima i obezbeđenje uslova za izgradnju novih rudnika;
- Stateško partenstvo kod izgradnje novih objekata za sagorevanje uglja, posebno TE „Štavalj“ i
- Uspostavljanje čvršće poslovne veze sa TE „Morava“ i preko nje sa JP EPS.

Iz ovih ciljeva definisan je proces proizvodne i poslovne reforme podzemnih rudnika uglja.

Shodno definisanim strateškim ciljevima i njihovoj hijerarhiji naredni korak predstavlja izrada projektne, tehničke i investicione dokumentacije u skladu sa zakonskim odredbama, kako bi se strateški ciljevi i dinamika njihove realizacije u potpunosti definisali.

Na osnovu napred navedenog o strateškim ciljevima izrađena je SWOT analiza.

SWOT analiza predstavlja način da se kroz uporedni prikaz osnovnih prednosti, slabosti, šansi i pretnji, sagledaju izgledi ili prepreke za realizaciju ovog projekta.

Strateški pravci razvoja podzemne eksploatacije uglja razrađeni su u okviru Strategije razvoja energetike [Republike Srbije Sl. glasnik RS, br. 94/2019] omogućava uočavanje svih pozitivnih i negativnih faktora koji bi mogli uticati na ostvarenje ciljeva, pregled onoga što bi moglo poslužiti za podsticanje realizacije, kao i onoga što bi moglo dovesti do zastoja i problema, bilo usled internih slabosti ili eksternih ograničenja.

U narednoj tabeli dati su faktori, okolnosti i činjenice koje deluju, kako pozitivno tako i negativno na ostvarivanje zacrtanih ciljeva razvoja podzemne eksploatacije uglja.

Tabela 4.5. SWOT analiza stanja i mogućnosti podzemne eksploatacije uglja Republike Srbije [Vlada RS, 2017].

SNAGE (postojeće)	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"> - Raspoloživi resursi; - Tradicija i iskustvo u podzemnom rudarenju; - Kvalitetni kadrovi; - Povoljne komunikacione veze rudnika i ležišta sa potrošačima; - Izgrađeni infrastrukturni objekti; - Deficit kvalitetnih ugljeva na tržištu; - Vek eksploatacije u perspektivnim ležištima. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prirodno-geološki uslovi u pojedinim ležištima su složeni što sužava izbor sistema otkopavanja; - Potreba za značajnim investicionim ulaganjima u nove rudnike i modernizacija 4 rudnika, ocenjena kao perspektivna i nove rudnike; - Neekonomске cene uglja i disparitet cena uglja i energenata; - Tehnološka zastarelost postojećih proizvodnih kapaciteta; - Izraženi prirodni rizici po objekte i zaposlene; - Dugotrajne i složene procedure pribavljanja saglasnosti i dozvola.
MOGUĆNOSTI (razvojni potencijal)	PRETNJE (razvoj)
<ul style="list-style-type: none"> - Modernizacija i revitalizacija aktivnih rudnika; - Izgradnja novih rudnika; - Izmena organizacione strukture preduzeća; - Izgradnja novih TE objekata za ugljeve iz podzemnih rudnika; - Nova rešenja izrade i osiguranja rudarskih objekata uz snižene troškove. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mogući krizni tokovi energenata; - Neblagovremeno obezbeđenje novčanih sredstava za tekuće poslovanje i investicije za izgradnju novih kapaciteta; - Zadržavanje principa "socijalnih cena" uglja; - Dinarske i devizne kamatne stope; - Produblјivanje socijalne i ekonomske krize, rast siromaštva i usporen privredni razvoj zemlje.

4.3. Analiza osnovnih prirodnogeoloških i rudarskih karakteristika perspektivnih ležišta uglja

U ovom poglavlju daje se prikaz do sada utvrđenih osnovnih prirodno-geoloških karakteristika perspektivnih ležišta uglja za aktiviranje, delimično obrađenih u tehničkoj i projektnoj dokumentaciji. Istovremeno za svako ležište se daju i idejna rešenja eksploatacije.

4.3.1. Ležište lignitskog uglja „Poljana“

Ležište lignitskog uglja „Poljana“ pripada Kostolačkom ugljenom basenu i nalazi se južno u neposrednoj blizini grada Požarevac. Zahvata površinu od oko 600km², a prostire se na dužini oko 9km uskim pojasom Požarevačke grede od Požarevca do sela Šljivovac.

Ležište ima dobre komunikacione veze i to drumskim i železničkim saobraćajem. Putevima I reda Požarevac je povezan sa Smederevom, Beogradom i Nišem, Kladovom, Borom i Svilajncem. Pored ovih puteva razvijena je i lokalna drumska mreža kao i preko samog ležišta. Železničkom prugom normalnog koloseka Požarevac je povezan na jednu stranu sa prugom Beograd-Niš, a sa druge istočne strane povezan za Majdanpek i Bor.

U morfološkom smislu ležište „Poljana“ je ravničarskog tipa, izuzev Požarevačke grede koja čini greben pružanja S-J i predstavlja vododelnicu između slivova reke Velike Morave i Mlave na istoku i Resave na Zapadu. Požarevačka greda spušta se od J prema S od najviše kote 237 ka kote 81 u ravnici oko Požarevca.

Površinski tokovi na terenu pripadaju slivu reka Velika Morava i Mlava, a sam teren je ispresecan većim brojem potoka koji su uglavnom sezonskog karaktera.

Šire područje ležišta „Poljana“ obuhvaćeno je osnovnom geološkom kartom, list Požarevac 1:100.000.

U geološki sastav ležišta „Poljana“ ulaze sledeći stratigrafski članovi:

- Gornji miocen (Panon);
- Kvartar (Pleistocen i Holocen);
- Gornji miocen (Panon).

Panonsku seriju predstavljaju glinovito - peskoviti sedimenti sa faunom (donji i srednji panon) i produktivna serija (gornji panon). Produktivna serija predstavljena je glinovito-peskovitim sedimentima sa dva ugljena sloja, donji A i gornji B.

Neposrednu podinu glavnog A sloja u najvećoj meri čine liskunoviti peskovi koji su ponekad zaglinjeni, a mestimično se u neposrednoj podini pojavljuju masne gline. Glavni sloj A je debljine do 7m, uglavnom je homogen. Gornji B ugljeni sloj je složenog litološkog sastava i raslojen glinom i ugljevitom glinom na dva dela: donji debljine do 2,3m i gornji debljine do 3,3m. Eksploatabilan je sada samo donji A sloj. Ugljeni slojevi A i B imaju međusobni razmak od 2-25m, najčešće 10-15m, a čine ga peskovite gline i gline sa proslojcima uglja i ugljevite gline, a ponekad i pesak.

Ležište ima mirnu tektoniku a produktivna serija sa ugljenim slojevima blago pada u pravcu SSZ pod uglom od oko 5⁰ generalno lokalno i do 10⁰.

Elaboratom o klasifikaciji i karakterizaciji rezervi uglja, sa stanjem na dan 31.12.1982. godine overene su rezerve i prikazane u Tabeli 4.6.

Tabela 4.6. Prikaz overenih rezervi uglja ležišta „Poljana“.

Kategorija	Rezerve		
	Ukupne	Bilansne	Vanbilansne
B	50.485.326	48.467.000	2.018.322
C ₁	11.693.612	10.527.590	1.166.017
B + C ₁	62.178.938	58.994.590	3.184.339

*Izvor podataka [Todorović at all, 2020]

Srednje vrednosti tehničkih analiza i analiza pepela uglja iz ležišta „Poljana“ prikazane su u Tabeli 4.7.

Tabela 4.7. Rezultati tehničkih analiza uglja i pepela (prosečne vrednosti)

Ugalj – Tehnička analiza			Pepeo – analiza komponenti		
GTV	MJ/kg	11,96	Reakcija	-	Kisela
DTV	-II-	10,45	SiO ₂	%	40,88
Vlaga	%	42,53	Fe ₂ O ₃	%	16,70
Pepeo	%	13,5	MgO	%	2,99
Koks	%	33,73	Al ₂ O ₃	%	11,17
C-fix	%	19,74	CO ₂	%	9,96
S-ukupno	%	2,26	Fe ₂ O ₅	%	0,09
S-sagorljiv	%	1,67	TiO ₂	%	0,79
Isparljivo	%	24,61	K ₂ O	%	0,82
Sagorivo	%	45,67	Na ₂ O	%	0,35

Prema analizi kvaliteta uglja i analizi pepela za ugalj ležišta „Poljana“ je zaključeno da predstavlja pogodno gorivo za sagorevanje u termoenergetskim objektima i posebno u širokoj potrošnji.

Za potrebe izrade projektne dokumentacije ležišta „Poljana“ vršena su ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava neposredne podine ugljenog sloja i neposredne krovine i na osnovu istih se zaključuje da su relativno nepovoljne i da iziskuju ostavljanje zaštitne ploče u podini i krovini. Ležište lignitskog uglja „Poljana“ obzirom na oblik prostiranja ugljenog sloja, konfiguraciju terena, dubinu zaleganja i nagib, podeljeno je u rudarskom smislu na dva proizvodna sistema, odnosno dve jame koje bi trebalo da se otvaraju zasebnim prostorijama, i to „Bresje“ i „Vinogradi“ nazvani po lokalnim nazivima površine terena.

Jama „Vinogradi“ treba da zauzme viši južni deo ležišta iznad kote 190m, a predviđeno je da se otvaranje izvrši sa zapadne strane sa dva paralelna potkopa (transportni i ventilacioni) do ulaska u sloj, nakon čega sledi razrada otkopnih polja i otkopna priprema za široka čela.

Jama „Bresje“ predviđeno je da zauzima niži severni deo ležišta i da se otvori nezavisno od jame „Vinogradi“, takođe sa zapadne strane ležišta i to sa dve paralelne kose

prostorije – niskopi. Sve podzemne rudarske prostorije izrađivaće se mehanizovano, primenom mašina za rezanje za brzu izradu, uz odvoz uglja dvolančanim grabuljastim transporterom, podgrađivanje čeličnom podgradom i uz separatno provetravanje cevnim ventilarima odgovarajućeg kapaciteta dobave vazduha.

Za otkopavanje ugljenog sloja u obe jame racionalno je primeniti metodu širokog čela po principu horizontalne visoko-produktivne otkopne mehanizacije. Samo dobijanje uglja je po principu rezanja otkopnim kombajnima, a podgrada širokog čela se izvodi od sekcija samohodne hidraulične podgrade. Predviđa se otkopavanje paralelno sa dva široka čela sa kapacitetom od 700.000 tona godišnje, a u slučaju potrebe za većim kapacitetom povećao bi se broj otkopnih jedinica.

Doprema opreme i repromaterijala za obe jame vršiće se gornjošinskim transportom sa dizel lokomotivskom vučom, alternativno mašinama užetnjačama.

Prevoz zaposlenih u jame i iz jama vršiće se posebno uređenim trakastim gumenim transporterima i gornjošinskim transportom.

Obzirom na elemente zaleganja ugljenog sloja, visinu vodonosnog horizonta i načine otvaranja, jama „Vinogradi“ može se odvodnjavati gravitaciono preko potkopa, dok za jamu „Bresje“ treba uspostaviti veštački sistem odvodnjavanja sa pumpama i cevovodima.

Glavno provetravanje obe jame ustrojiti kao veštačko sa glavnim ventilatorima, centralnim sistemom i depresionim načinom. Pojave metana se ne očekuju, a svojstva ugljene prašine se moraju detaljno utvrditi na zapaljivost i eksplozivnost.

4.3.2. Ležište mrkog uglja „Melnica“

Ležište mrkog uglja „Melnica“ nalazi se u Mlavsko-petrovačkom neogenom basenu, koji se na jugu naslanja na Despotovački ugljeni basen, a na severu prema Požarevcu naslanja na Kostolački lignitski basen.

Ležište je oko 10-ak kilometara udaljeno od Petrovca na Mlavi, u blizini naselja Melnica, kroz koju prolazi put II reda Petrovac-Kučevo, a veza je za put I reda Požarevac -

Petrovac-Žagubica-Bor. Od železničke pruge normalnog koloseka Požarevac-Kučevo - Majdanpek ležište je udaljeno oko 15 km u pravcu juga.

Šire područje ležišta „Melnica“ pripada Moravskoj potolini i dolini reke Mlave u graničnom delu Karpato-balkanida Istočne Srbije. Obuhvaćeno je osnovnom geološkom kartom 1:100.000 na listovima Požarevac, Kučevo, Laole i Žagubica.

Teren u kome je formirano ležište „Melnica“ uglavnom je brežuljkast i sa južne strane ograničen je aluvijonom reke Vitovnice i Velikog potoka, a sa severa rekom Jerinom pri čemu nadmorske visine ovih rečica se kreću oko 200m. U južnom delu terena protiče Melnička reka, a njoj gravitira veći broj manjih vodotokova. Na području Melnice teren se sa kote 307m uzdiže i naglo prelazi u ogranke Homoljskih planina.

Geološka građa šireg područja sačinjena je od tvorevina paleozojske, mezozojske, tercijarne i kvartarne starosti. Paleozojske tvorevine su razvijene po obodu basena i učestvuju u građi njegove podloge te čine paleoreljef. Mezozojski sedimenti su predstavljeni sa trijaskim peščarima i krečnjacima, peskovitim i laporovitim krečnjacima lijasa i dogera i razvijeni su u široj obodnoj zoni neogenog basena. Tercijar čine neogeni sedimenti miocenske starosti kojima je zapunjen basen. Najstariji sedimenti neogena značajni su po pojavi uglja i izdvojeni su kao donji i srednji miocen, odnosno kao Melnička produktivni serija [Ivković, 2016].

Iznad Melničke serije izdvojena je takozvana crvena serija predstavljena alevritskim glinama, peskovima, šljunkovima i brečama. U produktivnoj seriji razvijen je jedan ugljeni sloj složene građe, kome podinu čine gline, ugljevite gline, peskovite gline i glinoviti peščari, a krovina je predstavljena stenama uglavnom laporovito-krečnjačkog sastava, a mestimično peščarskog i tufoznog sastava.

Ugljeni sloj je promenljive debljine od 1,5 do 15m, uključujući i jalove proslojke, koji su uglavnom prisutni pri podini ugljenog sloja. Jalovinu u sloju čine gline, ugljevite gline, laporac, ređe peščar, a debljina im se kreće od 0,1-1 m.

U tektonskom pogledu ležište je izrasedano nizom raseda zbog čega ležište ima blokovsku strukturu, pri čemu skok raseda mestimično iznosi i do 100 m.

Nagibi ugljenog sloja u makroblokovima su različiti i kreću se od 10° do 40°.

Radi lakše identifikacije prostor ležišta „Melnica“ je podeljen na Severno i Južno polje, u kojima su izdvojena četiri bloka I, II, III i IV i po blokovima je izvršen proračun rezervi uglja.

Elaboratom o kategorizaciji i klasifikaciji rezervi uglja na dan 30.06.1984. godine overene su rezerve B kategorije u veličini od 21.021.761 tona, a C₁ kategorije 8.899.908 tona, odnosno B+C₁ kategorije ukupno 29.921.669 tona. Nakon izrade Elaborata izvršeni su dodatni istražni radovi čime su proširene rezerve uglja i izvršena delimična prekategorizacija i pri proračunu količina uglja usvojena je donja granica eksploataibilne debljine sloja od 2,5m. Prema ovim kriterijumima proračunate rezerve uglja po otkopnim poljima, blokovima i ukupno, prikazane su u Tabeli 4.8.

Pored ovih rezervi u neokonturenom zapadnom i severozapadnom delu ležišta procenjene su rezerve uglja C₂ kategorije na oko 10 miliona tona.

Tabela 4.8. Rezerve uglja ležišta „Melnica“ A, B i C₁ kategorije

Polje	Blok	Površina (m ²)	Srednja debljina (m)	Zapreminska masa (kg/m ³)	Bilansne rezerve (t)
Južno polje	III	407,00	3,40	1200	1.660.500
	IV	800,00	8,00	1200	7.680.000
	III+IV	1.207.000	-	-	9.340.500
Severno polje	I	739.800	7,60	1200	6.747.000
	II	1.693.200	9,20	1200	18.692.900
	I+II	2.433.000	-	-	25.439.900
Ukupno					34.780.400

Izvor podataka: [Draško Z., 2003]

Na osnovu rezultata brojnih tehničkih analiza uglja dobijene su sledeće vrednosti osnovnih parametara kvaliteta, a što je prikazano u Tabeli 4.9.

Tabela 4.9. Rezultati tehničkih analiza uglja ležišta „Melnica“

Parametar	Jed. mere	Vrednost od - do	Srednja vrednost
DTV	MJ/kg	7,89-18,25	11,64
Vlaga	%	15,3-36,6	30,00
Pepeo	%	19,09-36,29	23,10
S-ukupan	%	1,30-4,93	
S-sagorljiv	%	0,72-4,3	
S-u pepelu	%	0,26-0,70	
C-fix	%	12,94-32,49	
DTV bez vlage i pepela	%	23,80-26,88	25,84

Prema rezultatima ispitivanja fizičko-mehaničkih osobina uglja i stena zaključuje se da prostorije koje se izrađuju u ugljenom sloju-prikrovinski deo i u neposrednoj krovini mogu imati dobru stabilnost, dok pripodinski deo sloja i neposredna podina predstavljaju nepovoljnu radnu sredinu.

Ugalj ugljenog sloja je bituminozan i sadrži organsku supstancu (kerogen) u količini 2,89-5,60% što mu daje dobra briketirajuća svojstva.

U toku istraživanja, kao i ranije izvođenih rudarskih radova u ležištu, konstatovane su pojave metana, a prema svojstvima uglja može se očekivati da će prašina ugljenog sloja pod određenim uslovima pokazivati opasna svojstva. Takođe, u toku izvođenja rudarskih radova za očekivati je pojave jamskih voda te odvodnjavanje mora biti sastavni deo eksploatacionih radova u ležištu.

Tehničkom dokumentacijom predviđeno je da se ugljeni sloj u ležištu otkopava metodom širokih čela po principu vertikalne koncentracije, sa primenom kompleksne visokoproduktivne mehanizacije u delovima ležišta sa mirnom tektonikom, a u izrasedanim delovima za otkopavanje se predviđa primena mehanizovane stubne metode sa dubokobušotinskim miniranjem. Otvaranje jame „Melnica“ predviđeno je da se izvrši kosim prostorijama: transportno-izvoznim niskopom i ventilacionim

niskopom na čijem ušću bi se izgradilo ventilaciono postrojenje sa glavnim i rezervnim ventilatorom i pripadajućom opremom.

Predviđeni kapacitet proizvodnje određen je na 450.000 t/godišnje i pri radu sa najmanje po dva otkopna kapaciteta u istovremenom radu.

Prostorije otvaranja treba da obuhvate rezerve Severnog polja, a ventilacionim i transportnim prostorijama iz njih obuhvatiće se rezerve Južnog polja, te iz njih će se raditi transportne i ventilacione prostorije za širokočelno mehanizovano otkopavanje.

Sve rudarske prostorije, predviđeno je da se izrađuju mehanizovano sa kombajnima, odvozom iskopine grabuljastim transporterima do revirnog transporta, podgrađivanjem sa čeličnom podgradom i separatanim provetravanjem.

Glavno provetravanje treba da bude mehaničko sa centralnim sistemom i depressionim uvođenjem vazdušne struje. Za provetravanje slepih radilišta primeniće se cevni ventilatori odgovarajućeg kapaciteta i gipki plastični cevovodi.

Transport iskopine predviđa se sistemima grabuljastih transportera (radilišni i otkopni transport) i gumenih trakastih transportera (revirni i glavni transport). Doprema opreme i repromaterijala vršiće se po gornjoj šini sa beskonačnim užetom (mašine užetnjače), alternativno dizel lokomotivskom vučom, a prevoz zaposlenih u jami i iz jame gumenim trakastim transporterima.

4.3.3. „Zapadno-moravski ugljeni basen“

Ovaj ugljeni basen lociran je na prostoru između gradova Čačak i Kraljevo i zauzima površinu od oko 1.000 km². Basen je ograničen sa severa planinama Ješeva, Vujan i Ražanj, sa juga Jelica, Troglav i Stolovi, a sa zapada Kablarom i Ovčarom, dok istočnu granicu čini grad Kraljevo.

Eksploatacija uglja u basenu vršena je od polovine XIX veka sa prekidima do 60-ih godina prošlog veka, sa manjim ili većim intenzitetom na više lokaliteta.

Basen u suštini predstavlja tektonsku potolinu pravca pružanja SZ-JI i u celini je blago nagnut prema JI u pravcu toka reke Zapadne Morave. U središnjim delovima basena

reljef je ravničarski sa kotama terena 210 m do 260m, dok je u obodnim delovima blago zatalasan sa nadmorskim visinama koje se kreću od 340 do 550 m nadmorske visine.

Prema hidrografskim karakteristikama basen pripada slivu Zapadne Morave koja sredinom basena teče u pravcu JI. Postoji niz rečica i potoka koji teku kroz basen i ulivaju se u Zapadnu Moravu.

U komunikacionom smislu može se reći da je basen komunikacijski dobro povezan sa gradovima u blizini (Kraljevo i Čačak) autoputevima, a u njegovom obodnom delu je železnička pruga.

U geološkoj građi „Ugljenog basena“ i njegovih obodnih delova učestvuju sledeći stratigrafski članovi:

- Gornja jura koju čine ultrabazični kompleks Suvobora i Maljena i predstavlja bazalni deo basena;
- Gornja kreda predstavljena uglavnom rožnacima, uslojenim glincima i krečnjacima, dolomitima i laporovitim krečnjacima;
- Donji miocen koga čine bazalni konglomerati, bankoviti peščari, tufovi, uslojeni laporci i krečnjaci, peščari i alevroliti;
- Srednji miocen (torton-donji sarmat) čine bankoviti konglomerati i peščari, laporci, lefovi i gline;
- Gornji miocen (panon i pont) čine ugljonosnu seriju predstavljeni uslojenim laporcima, glinama, slojevima uglja i ugljevitim glinama;
- Kvartar je predstavljen jezersko-rečnim naslagama koje čine šljunkovito-peskoviti sedimenti i gline.

Sa stanovišta ugljonosnosti najbitniji su sedimenti neogenog kompleksa koji pripadaju donjem miocenu i zauzimaju dominantno mesto u basenu po prostiranju i debljini.

U osnovnom, utvrđene su dve ugljonosne zone:

- Donja ugljonosna zona (donji i srednji panon) u kojoj se nalazi 5 slojeva uglja od kojih samo dva imaju kontinualnu debljinu i zadovoljavajući kvalitet;

- Gornja ugljonošna serija (gonji panon i pont) u kojoj su razvijena dva eksploatabilna sloja (A-I i B-II).

Neposrednu podinu ovim slojevima čine ugljevite gline, a neposredna krovina je sačinjena od peskovitih, masnih i laporovitih glina.

Prema geološkoj građi ugljenog basena elementima zaleganja ugljenih slojeva i strukturnim karakteristikama izdvojeno je više ugljonošnih područja i to:

- Mojsinje – Donja Gorevnica;
- Donja Gorevnica – Mrčajevci;
- Mrčajevci – Bečanj;
- Bresnica – Tavnik – Lađevci;
- Lađevci – Trnjaci – Cvetke;
- Vapa – Slatina.

Prvih pet područja locirani su u SI i S delu basena u vidu uzanog pojasa koji u zapadnom delu ima širinu od 200-500m i dužinu od 4,2km sa pružanjem u pravcu Z-I i padom ka J. U istočnom delu ležišta pojas se svija ka J-I u dužini 5,5km i ima veću širinu nego u zapadnom delu.

Prema Elaboratima o kategorizaciji i klasifikaciji rezervi uglja rađenih po područjima, overene rezerve B, C₁ i B+C₁ kategorije iznose 93.903.835 tona, a što je prikazano u Tabeli 4.10.

Tabela 4.10. Overene bilansne rezerve uglja u ugljonosnim područjima „Zapadno-moravskog“ basena

Ugljonosno područje	Stanje rezervi uglja (t)		
	B	C ₁	B + C ₁
D.Gorevnica-Mrčajevci	6.229.900	-	6.229.900
Mrčajevci-Bečanj	23.568.560	15.159.580	38.728.440
Mojsinje-D.Gorevnica	1.919.088	780.912	2.700.000
Bresnica-Tavnik-Lađevci	22.200.000	5.500.000	27.700.000
Lađevci-Trnjaci-Cvetke	1.448.000	352.000	1.800.000
Vapa-Slatina	16.745.795	-	16.745.795
Ukupno	72.111.343	21.792.492	93.903.835

Izvor podataka: Elaborati o rezervama uglja Zapadno-moravsko basena

Srednje vrednosti kvaliteta ugljeva (slojevi A-I i B-II) po područjima prikazane su u Tabeli 4.11.

Tabela 4.11. Kvalitet uglja slojeva A-I i B-II (prosečno) po ugljenim područjima

Područje	Vlaga (%)	Pepeo (%)	Sumpor (%)	Volatili (%)	DTS (MJ/kg)
Mojsinje-D.Gorevnica	36,01	11,25	2,66	29,36	13,55
D.Gorevnica-Mrčajevci	34,61	12,84	2,10	28,84	13,02
Mrčajevci-Bečanj	33,33	15,59	2,07	27,98	12,64
Bresnica- Lađevci- Tavnik	33,01	16,21	3,01	28,68	12,91
Lađevci-Trnjaci-Ovetke	36,01	27,83	1,22	24,15	11,09
Vapa-Slatina	38,75	17,05	2,40	26,02	10,71

Izvor podataka: Elaborati o rezervama uglja Zapadno-moravskog basena

Za tehnološka rešenja treba računati da će se u ležištu pojavljivati gasovi, a ugljena prašina iskazivati opasna svojstva.

Sagledavanjem prirodno-geoloških uslova u „Zapadno-moravskom“ basenu racionalno je eksploataciju organizovati u nekoliko proizvodnih jama, malih do srednjih kapaciteta. Debljine ugljenih slojeva, posebno A od 2,5-8m, B od 10-12m i E od 3,5m omogućavaju više varijanti metoda i tehnologija otkopavanja uz primenu odgovarajućih kombinovanih mašina i prateće opreme. Osnovni ograničavajući faktor ovde je nagib ugljenog sloja, koji je u najvećem delu basena strm.

Za otkopavanje konceptijskim i idejnim rešenjima predviđena je primena sledećih metoda otkopavanja:

- Mehanizovana komorna metoda sa primenom tandem-sekcija SHP i tehnologijom duboko bušotinskog miniranja;
- Mehanizovana stubno-komorna metoda sa primenom kombinovanih mašina za rezanje, bušenje i utovar.

Predviđeno je da se rad na otkopavanju obavlja paralelno u dva ugljena sloja, sa odgovarajućim brojem otkopnih jedinica, koje zbirno postižu kapacitet proizvodnje od oko 240.000 tona godišnje.

Prema elementima zaleganja ugljenih slojeva racionalno rešenje otvaranja jama je putem vertikalnih prostorija-okana, pri čemu bi se radilo izvozno i ventilaciono okno koje se spajaju sa sistemima horizontalnih i kosih prostorija kao sistem razrade i pripreme.

Predviđeni sistem otvaranja jama omogućava centralni sistem provetravanja depresiono mehanizovano (veštački) pomoću ventilatora koji se instaliraju u glavnom ventilacionom postrojenju na ušću ventilacionog okna.

Slepe prostorije provetravaće se separatno sa cevnim ventilatorima odgovarajućih kapaciteta i gipkim cevovodima kompresionim načinom.

Sistemi odvodnjavanja u jamama organizovaće se kao višestepeni i to tako što će se voda koja pritiče u rudarske prostorije prihvatati i odvoditi u centralne revirne vodosabirnike koji se uvek lociraju na najnižim nivoima u jamama.

Iz revirnih vodosabirnika voda će se pumpati do glavnog jamskog vodosabirnika, a odatle na površinu.

Transport iskopine treba da se zasniva na sistemima dvolačanih grabuljastih transportera (radilišni i otkopni) sistema gumenih trakastih transportera (revirni-otkopna polja) i izvoz oknima sa izvoznim postrojenjima.

Rešenje dopreme opreme i repromaterijala treba da se zasnivaju na transportu putem ventilacionih okana (sa postrojenjima za spuštanje i dizanje tereta) do navozišta okana, a dalje gornjošinskim transportom sa dizel lokomotivskom vučom ili alternativno beskonačnim užetom.

4.3.4. Ležište lignitskog uglja „Ćirkovac“ (dublji delovi)

Ležište lignita „Ćirkovac“ locirano je u centralnim delovima velikog „Kostolačkog basena“ u kome se sada ugali masovno otkopava isključivo sistemima površinske eksploatacije, uz primenu savremene mehanizacije.

„Kostolački ugljeni basen“ zahvata teren severno, istočno i zapadno od grada Požarevca, a na jugu se nalazi ležište uglja „Poljana“ predisponirano za sistem podzemne eksploatacije.

Basen je udaljen oko 90 km od Beograda. Sa tri strane ležište ograničavaju reke Dunav, Velika Morava i Mlava, a sa geografskog stanovišta čini deo prostorne oblasti jugoistočnog Podunavlja. Nadmorska visina ležišta „Ćirkovac“ je u intervalu između 70 i 200m.

Ležište je drumskim putevima povezano sa Požarevcem gde se spaja sa putevima ka autoputu Beograd-Niš i Požarevac-Petrovac-Bor. Železnička pruga Kostolac-Požarevac-Beograd omogućava brz prevoz uglja potrošačima širom Republike Srbije.

Vezano za hidrološke uslove ležišta utvrđeno je da postoji više međusobno odvojenih vodonosnih horizonata, a na njih posebno utiče blizina rečnih tokova Mlave i Mogile, koji uslovljavaju stvaranje složenih izdani i zavodnjenost ugljenih slojeva. Utvrđeno je da režim podzemnih voda izdanim u okviru eksploatacionog područja „Ćirkovac“ zavisao od padavina i vodostaja u obližnjim rekama.

Ležište „Ćirikovac“ u geološkom pogledu izgrađuju sledeći stratigrafski članovi:

- Gornji miocen – panon (donjekongerijski slojevi);
- Donji pliocen-pont (gornjekongerijski slojevi);
- Pleistocen.

Pontska serija izgrađena je od peskova, glinovitih peskova, alevritskih peskova, glina, ugljevitih glina i alevrita. U ovoj seriji kostatovano je prisustvo pet ugljenih slojeva (odozdo nagore): najstariji III, iznad njega II-a, iznad II, zatim I-a i najmlađi I ugljeni sloj.

III sloj na području ležišta „Ćirikovac“ je debljine od 2,5 do 82,3m, a prosečno 26,28m i raslojen je u tri banka međusobno razdvojena peskovima i glinama debljine od 0,5m do 7,0m. Debljina II sloja varira i prosečno iznosi 4,0m, dok II-a sloj je prosečne debljine 1,8m.

Za podzemnu eksploataciju najinteresantniji je drugi banak III sloja, a ovim sistemom se mogu otkopavati II sloj i prvi i treći banak III sloja.

U tektonskom pogledu ležište se karakteriše kao relativno mirno bez izrazitih tektonskih deformacija, pri čemu su ugljeni slojevi blago zatalasani sa padom do 8⁰ ređe do 15⁰.

Preostale overene geološke rezerve uglja u području ležišta „Ćirikovac“ izdvojena su u Bi C₁ kategoriju i razvrstane u bilansne i vanbilansne, a prikazane u Tabeli 4.12. Procenjene rezerve C₂ kategorije iznose 162 miliona tona.

Tabela 4.12. Geološke rezerve uglja u ležištu „Ćirikovac“

Kategorija	Geološke rezerve uglja (t)		
	Bilansne	Vanbilansne	Ukupno
B	56.403.038	65.233.168	121.636.207
C ₁	19.102.261	8.779.400	27.881.661
B + C ₁	75.505.300	74.012.569	149.517.868
C ₂	Potencijalne, procenjene		162.414.101

Izvor podataka: Elaborat o rezervama uglja ležišta „Ćirikovac“

Preliminarnom analizom izračunate eksploatacione rezerve uglja koje se mogu zahvatiti podzemnom eksploatacijom sa mehanizovanim širokim čelima iznose oko 60 miliona tona, i to u III sloju 45 miliona i 13 miliona u II sloju.

Prosečne vrednosti kvaliteta uglja u ležištu „Ćirikovac“ na osnovu izvršenih tahničkih analiza date su u Tabeli 4.13.

Tabela 4.13. Prosečne vrednosti kvaliteta uglja ležišta „Ćirikovac“

Parametar	Jed. mera	Vrednost
Vlaga	%	39,57
Pepeo	%	18,73
Zapreminska masa	kg/m ³	1210
S-ukupni	%	1,10
S-u pepelu	%	0,56
S-sagorljiv	%	0,53
Koks	%	36,04
C-fix	%	16,88
Ispaljive materije	%	24,93
Sagorljive materije	%	41,66
GTS	MJ/kg	10,91
DTS	MJ/kg	9,42

Izvor: Elaborat o rezervama uglja ležišta „Ćirikovac“

Eksploatacija uglja u ležištu „Ćirikovac“ započela je 1929. godine podzemnim sistemom u „Staroj jami“ i vršena je do 1940. godine. Eksploatacija u „Novoj jami“ vršena je od 1957. do zatvaranja 1974. godine. Već od 1979. godine započinje se površinski sistemom eksploatacije u ovom ležištu i trajala je do 2009. godine kada je obustavljena obzirom da je otkopavanje debljih delova sa površinskim kopom neracionalno.

Predinvesticionom tehničkom dokumentacijom predviđeno je da se u jami „Ćirkovac“ otkopavanje vrši mehanizovano sa širokočelnom otkopnom metodom sa potkopnim i natkopnim dobijanjem. Za predviđeni sistem otkopavanja modelovani su

eksploatacioni blokovi i izračunate eksploatacione rezerve koje se mogu zahvatiti na ovaj način.

Koncepcija otvaranja jame zasnovana je na izradi paralelnih niskopa sa površine namenjenih za izvoz (transportni) i za izvođenje vazdušne struje (ventilacioni hodnik) te se njihovim spajanjem omogućava dalja izrada i priprema delova ležišta za otkopavanje.

Predviđeno je da se izrada prostorija obavlja mehanizovano sa kombajnama, podgrađivanjem sa čeličnom podgradom, odvozom iskopine dvolančanim grabuljastim transporterima i separatnim provetravanjem. Na širokim čelima predviđa se primena mehanizovanih kompleksa, koje sačinjavaju: sekcije SHP, kombajn, čelni transporter, sabirni transporter, drobilica, hidraulično i elektro postrojenje. Računato je sa istovremenim radom dva široka čela i godišnjim kapacitetom jamske proizvodnje od 700.000 tona uglja.

Provetravanje jame predviđeno je mehaničkim načinom centralnim sistemom vođenja vazdušne struje, depresiono, sa glavnim ventilatorom koji se instalira u ventilacionom postrojenju na ušću ventilacionog niskopa. Separatno provetravanje radilišta predviđeno je sa cevnim ventilatorima odgovarajućeg kapaciteta i gipkih plastičnih cevovoda.

Transport iskopine predviđen je sistemima dvolančanih grabuljastih transportera (radilišni i otkopni) i sistemom gumenih trakastih transportera (revirni transport i izvoz) dok će se doprema opreme i repromaterijala vršiti gornjošinskim transportom sa dizel lokomotivskom vučom.

Koncepcija odvodnjavanja jame pošla je od principa da se sva voda koja pritiče u jamske prostorije odvede u glavnu pumpnu stanicu koja se locira na najnižim nivoima u jami i ispumpava na površinu.

4.3.5. Despotovački ugljeni basen (ležište „Kosa – Zabela“)

Ležište lignita „Kosa- Zabela“ pripada Despotovačkom ugljenosnom basenu i locirano je oko 7 km severozapadno od Despotovca, sa površinom od oko 5km² sa nadmorskom visinom od 140 do 240m.

Ležište je ograničeno sa istočne strane rekom Resavom, sa istoka rasednom zonom prema ležištu Venac, dok su severna i zapadna granica nedefinisane i treba da se istražuju.

Područje ležišta povezano je drumskim i železničkim saobraćajnicama sa većim centrima u Srbiji.

Hidrografska mreža basena pripada slivu Velike Morave u koji se uliva reka Resava sa tokom u obodnim delovima ležišta „Kosa-Zabela“. U okviru ležišta postoji više potoka i potočića, koji su uglavnom sezonskog karaktera.

Po geološkim karakteristikama obodne delove i paleoreljef basena čine stene protozojske, paleozojske i mezozojske starosti.

Neogen „Despotovačkog basena“ izgrađen je od sedimenta kontinentalnog i marinskog tipa pri čemu je stvaranje ugljenih slojeva izvršeno u četiri faze:

- Pretorotonsko-helvetskoj;
- Tortonskoj;
- Tortonsko-sarmatskoj;
- Sarmatskoj.

U sarmatskoj ugljenoj zoni formiralo se više slojeva uglja od kojih su ekonomski interesantna dva sloja, označena sa B i A2. Glavna karakteristika ovih slojeva je njihova složenost građe, odnosno raslojenost i prisustvo jalovih umetaka. Produktivna ugljonosna serija ležišta „Kosa-Zabela“ je minimalne debljine 27m, maksimalne 63m. Ugljeni sloj B je debljine od 0,6 do 5,8m , a prosečno 2,93m. Debljina ugljenog sloja A2 kreće se od 0,7 do 6,10m, a prosečno 3,14m. Prosečan nagib ugljenih slojeva je od 10⁰ do 20⁰.

U tektonskom pogledu uočena je blokovska struktura promenljivog intenziteta denivelacije koja se kreće od 4 do 25m. U sistemu raseda izdvojena su dva tipa: uzdužni pravca pružanja sever-jug i poprečni rasedi pravca pružanja istok-zapad.

Prema Elaboratu o rezervama uglja proračunate su ukupne bilansne rezerve Bi C₁ kategorije u veličini od 25.330.000 tona, a što je prikazano u Tabeli 4.14.

Tabela 4.14. Bilansne rezerve uglja u ležištu „Kosa-Zabela“

Sloj	Rezerve uglja (t)		
	B	C ₁	B + C ₁
B	6.540.000	7.540.000	14.180.000
A ₂	8.440.000	2.710.000	11.150.000
Ukupno	15.080.000	10.250.000	25.330.000

Izvor podataka: Elaborat o rezervama uglja Despotovačkog basena

Na osnovu mnogobrojnih tehničkih analiza uzoraka uglja dobijen je kvalitet uglja po slojevima i predstavljen je u Tabeli 4.15.

Tabela 4.15. Kvalitet ugljeva ležišta „Kosa – Zabela“

Parametar	Jed. mera	Sloj B	Sloj A
Vlaga	%	29,60	26,80
Pepeo	%	30,89	43,32
S-ukupni	%	1,60	1,31
S-u pepelu	%	0,77	0,78
S-sagorljiv	%	0,83	0,55
C-fix	%	16,34	10,50
Koks	%	47,23	53,82
Isparljive	%	23,17	19,38
Sagorljive	%	39,51	29,88
GTS	MJ/kg	10,36	7,13
DTS	MJ/kg	9,214	6,11

Fizičko - mehanička svojstva radne sredine su sa stanovišta stabilnosti za izvođenje rudarskih radova u njima dosta nepovoljne i složene.

Istraživanja gasonosnosti i svojstava ugljene prašine u ležištu „Kosa-Zabela“ do sada nisu rađena.

Koncepcijom otvaranja jame u ležištu „Kosa-Zabela“ sačinjena je kompleksna analiza varijanti otvaranja i izvođenja rudarskih radova. U odnosu na otvaranje ležišta predviđeno je da se isto otvori dijagonalnim sistemom pomoću okna i niskopa, pri čemu okno treba da ima funkciju izvođenja vazdušne struje i odvodnjavanja, a treba da bude opremljeno sa izvoznim postrojenjem i pripadajućom opremom.

Namena niskopa je izvoz iskopine, doprema repromaterijala, uvođenje sveže vazdušne struje i prevoz radnika u jamu i iz jame.

Razrada i priprema ležišta vršiće se izradom horizontalnih i kosih prostorija, mehanizovano sa podgrađivanjem kombinovano, odvozom iskopine grabuljastim dvolančanim transporterima i separatnim provetravanjem.

Tokom 70-ih godina prošlog veka izrađena je investiciono-tehnička dokumentacija prema kojoj je predviđeno da će se otkopavanje vršiti visoko mehanizovanim širokim čelima, pri čemu je projektovan kapacitet od 300.000-400.000 tona godišnje i čak 700.000 tona godišnje, a što je podleglo preispitivanju.

Naime detaljnom analizom uslova otkopavanja u ovom ležištu, prvenstveno debljine sloja i svojstava pratećih stena, ceni se da ovo ležište nije predisponirano za mehanizovano širokočelno otkopavanje, te se rešenja trebaju tražiti u primeni kombinovanih mobilnih mašina za rezanje, bušenje i utovar kao i klasičnih širokih čela sa podgrađivanjem pojedinačnim stupcima. Radom više ovakvih otkopa sa koncentracijom u oba sloja mogući proizvodni kapacitet može se dimenzionisati na 130.000-230.000 tona godišnje.

Transport iskopine predviđen je putem transportnih rudarskih prostorija i sistemima dvolančanih grabuljastih transportera (radilišni i otkopni transport) i sistemom gumenih trakastih transportera (revirni i glavni izvozni transport).

Doprema opreme i repromaterijala obavljace se gornjošinskim transportom sa dizel lokomotivskom vučom.

Provetravanje jame predviđa se mehanički, depresiono, ventilatorima ugrađenim u ventilatorskoj stanici na ušću okna, dok bi se slepe prostorije provetravale separatno cevnim ventilatorima odgovarajućih kapaciteta i gipkim plastičnim cevovodima.

Odvodnjavanje jame u principu će se vršiti prihvatanjem vode na lokacijama dotoka, kontrolisanim odvođenjem cevima do glavnog vodosabirnika i dalje pumpanjem na površinu.

Osnovni parametri perspektivnih rudnika prema do sada izrađenoj tehničkoj dokumentaciji za ležište lignitskog uglja „Poljana“, ležište mrkog uglja „Melnica“, „Zapadno-moravski ugljeni basen“, ležište lignitskog uglja „Ćirkovac“ (dublji deo) i Despotovački ugljeni basen (ležište „Kosa-Zabela“) sumirani su i pregledno prikazani u Tabeli 4.16.

Tabela 4.16. Sumirani parametri potencijalnih rudnika uglja

Parametar	RUDNIK				
	“Kosa-Zabela”	“Ćirikovac”	“Zap.moravski”	“Melnica”	“Poljana”
Bilansne rezerve (miliona tona)					
- Ukupno	24,7	149,5	67,3	3,7	58,9
- Za meh.šč	18,5	60,7	26,5	13,4	34,5
Debljina slojeva (m)	B-2,93	4,0	A1-8,5	8,5	7,0
	A2-3,14	5-9/4,8	B2-5,3		
Nagib (%)	10-20	5-10	45	4-8	2-8
Procenjeni kapaciteti (t/god)	230.000	0,7miliona	240.000	450.000	0,7miliona
Vek eksploatacije (godina)	80	50	-	30	33
Period investicione izgradnje (god.)	4	3	4	4	3
Investiciona ulaganja za otvaranje (miliona EU)	46,1	47,1	5,5	44,5	45,0
Broj zaposlenih	230	384	202	224	600
DTE (MJ/kg)	9,214	9,920	12,050	12,852	10,451

5. ISTRAŽIVANJE UTICAJA PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA NA ŽIVOTNU SREDINU

5.1. Životna sredina

5.1.1. Opšte napomene o životnoj sredini

Po jednoj od definicija pojam životne sredine podrazumeva radom stvorene vrednosti u kojima čovek živi, dobra u opštoj upotrebi, industrijske i druge objekte [Aleksić, Adžemović, 2012], [Novitović at all, 2009].

Praktično životnu sredinu čini prirodno okruženje, odnosno voda, vazduh, zemljište, klima, biljni i životinjski svet, vibracije, buka, jonizujuće i nejonizujuće zračenje.

Da bi se održao život potrebna je dovoljna količina resursa (vode, vazduha i hrane), takođe zaštita od nepovoljnih klimatskih promena i energetske polja (Lješević, 2010), ali i svi produkti savremenog vremena bez kojih moderan čovek ne bi mogao opstati.

Životna sredina se odlikuje velikom varijabilnošću i heterogenošću u vremenu i prostoru, što je rezultat delovanja stalno promenljivog kompleksa ekoloških uslova, otkriva i nudi određene ekološke probleme, na kojima se organizmi različito prilagođavaju u skladu sa svojim genetičkim mogućnostima [Đorđević, 2014].

Sistemi zaštite životne sredine grupisani su na:

- Topološki sistemi (ekosistemi) koji su povezani za odgovarajući visinski pojas, pojas klimatsko-planetarne zone i lokalitet u odnosu na topografsku površinu zemlje;
- Predeoni sistemi (predeli) su skupovi geotipa istog ili sličnog karaktera pri čemu zahvataju veće prostranstvo;
- Regionalni geosistemi predstavljaju izdiferencirane teritorije čije prostiranje, svojstva i razvoj su zavisni od zakonitosti širinske zonalnosti i visinskim pojasevima. Unutar geografskog prostora izdvajaju se manje prostorne celine ili regije. Kod određivanja regija bitni su geografski faktori (reljef, klima, hidrografija i drugi) i svi socio-ekonomski faktori (ekonomija, društveni odnosi, stepen tehnološkog razvoja) (Mišković, 2009).

Pri razmatranjima pristupa problemima životne sredine očito je da su potrebe ljudskog društva i kapaciteti, odnosno mogućnosti životne sredine u direktnoj protivrečnosti.

Kroz razmatranje sociološkog pristupa odnosa životne sredine i čoveka, koji polazi od činjenice da je društvo to koje narušava životnu sredinu i da je ono jedino koje može da je vrati u neko normalno pređašnje stanje.

Osnovni problemi zaštite životne sredine su po mnogobrojnoj literaturi uglavnom sledeći:

- Zagađenje vazduha, vode i zemljišta;
- Klimatske promene kao rezultat globalnog zagrevanja;
- Iscrpljivanje prirodnih resursa;
- Degradacija zemljišta;
- Prenaseljenost;
- Odlaganje otpada;
- Urbanizacija (širenje) gradova i infrastrukture;
- Energetska neefikasnost;
- Genetski inženjering;
- Deforestacija;
- Zakišeljavanje okeana;
- Oštećenje ozonskog omotača;
- Kisele kiše;
- Zdravlje stanovništva.

Glavni izazovi zaštite životne sredine danas su sistematskog karaktera i rešavaju se globalno. Naime, četiri prioritetne oblasti (klimatske promene, korišćenje prirodnih resursa i otpada, priroda i biodiverzitet i životna sredina i zdravlje) povezane su direktno i indirektno na različite načine. Kod narušavanja ravnoteže ugrožava se ne samo jedan element, nego postoji pretnja po čitav sistem.

Tako u oblasti prirodnih resursa svaka prekomerna eksploatacija može dovesti do poremećaja ekološke ravnoteže, jer su prirodna bogatstva kvantitativno ograničena i mogu apsorbovati zagađenja i neutralisati štetno dejstvo do određene granice.

Globalna ekološka ravnoteža postaje sve aktuelnija, te nameće potrebu intenzivnije zaštite životne sredine kroz međunarodnu regulativu, što se danas i čini sa nizom protokola, deklaracija, konvencija i drugo.

U Republici Srbiji doneseno je niz zakonskih i podzakonskih akata koji čine pravni osnov regulisanja zaštite životne sredine, sa obvezujućom primenom.

5.1.2. Zaštita životne sredine

Zaštita životne sredine podrazumeva skup različitih postupaka i mera koji sprečavaju ugrožavanje životne sredine sa ciljem očuvanja biološke ravnoteže.

Prema navodima autora (Lješević, 2010) pod zaštitom životne sredine podrazumeva se svaka ljudska aktivnost čiji je zadatak očuvanje nezagađene ili nedegradirane sredine ili pojedinih njenih elemenata, estetskih karakteristika ili funkcija sredine.

Kod nastupa poremećaja stanja životne sredine dolazi do ekoloških poremećaja i poremećaja socijalnih odnosa, koji su međusobno uslovljeni i povezani.

Zdrava životna sredina je osnov za očuvanje egzistencije ljudi, zdravog razvoja čovečanstva i važan faktor za nivo života stanovništva.

Ciljevi zaštite životne sredine su očuvanje i zaštita:

- Zdravlja ljudi, celovitosti raznovrstnosti i kvaliteta ekosistema;
- Geofonda životinjskih i biljnih vrsta;
- Prirodnih lepota i prostornih vrednosti;
- Plodnosti zemljišta;
- Kulturne baštine i dobara koje je stvorio čovek;
- Sprečavanje opasnosti i rizika po životnu sredinu;
- Očuvanje ekološke stabilnosti, prirode, količine i kvaliteta prirodnih bogatstava;
- Obezbeđenje uslova za ograničeno i održivo raspolaganje sa živom i neživom prirodom.

U novije vreme aktuelna je nova metodologija unapređenja životne sredine zasnovana na integralnom pristupu planiranja sredine preko dva osnovna cilja:

- Uspostavljanja kvalitetne sredine kao preduslova uspešnog razvoja;
- Smanjenje globalne zagađenosti sistematskim otklanjanjem uzroka.

Ovo se najočitije ogleda u prostorom planiranju na višim i nižim nivoima međusobno usklađenim, iz čega su proistekli osnovni metodološki principi koji se odnose na životnu sredinu:

- Koordinacija integracija međuzavisnih prostornih problema u društvenom razvoju, saobraćaju, korišćenju zemljišta, investicijama i drugom;
- Definisane odgovornosti za stanje životne sredine na svim nivoima;
- Kontrolisano korišćenje resursa i kontrolisani rast kako bi se izbeglo totalno, iscrpljenje resursa;
- Transgranična saradnja po pitanjima životne sredine.

U našim uslovima za obradu predmetne teme posebno su bitni dokumenti:

- Studije o proceni uticaja na životnu sredinu;
- Strateška procena uticaja na životnu sredinu i
- Standardi upravljanja zaštitom životne sredine.

Procena uticaja na životnu sredinu predstavlja sredstvo kojim se obezbeđuje da se potencijalno značajni negativni uticaji nameravanih projekata u životnoj sredini dobro i sveobuhvatno procene i da se usvoje u procesu planiranja, projektovanja i odobravanja planova i projekata. U Republici Srbiji je 2009. godine donet Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu kojim se definiše projekata za koje se radi procena, sadržaj i obim studije, učešće zainteresovanih organa, institucija i javnosti, prekogranično obaveštavanje i saradnja, nadzor i druga pitanja od značaja za procenu uticaja na životnu sredinu.

Strateška procena uticaja na životnu sredinu (SPU) je neophodan segment u procesu planiranja, obzirom da se njime definišu konkretni problemi na nekom području, koji mogu biti rešeni adekvatnim, ekološki opravdanim planskim rešenjem. Njime se vrednuju planska rešenja u odnosu na ciljeve i indikatore definisane u samoj strateškoj proceni uticaja, kao i specifične namene područja za koji se donosi plan. Prema našem Zakonu o proceni uticaja na životnu sredinu izbor indikatora se vrši na osnovu odlika i

sadržaja parametara životne sredine na osnovu koje se SPU odnosi. Najčešće korišćena metoda za određivanje kriterijuma je takozvana višekriterijumska analiza planskih uticaja na stanje životne sredine kojom se definišu veličina uticaja, prostorne razmere i dužina trajanja uticaja planskih rešenja.

Za oblast zaštite životne sredine donešeni su standardi ISO 14001 (EMS) kao međunarodni za nas u Republici Srbiji označeni SRPS ISO 14001.

ISO 14001 (SRPS 14001) predstavljaju seriju standarda za zaštitu životne sredine i obuhvataju 25 standarda koji se bave važnim pitanjima kao što je analiza životnog ciklusa proizvoda, ekološko označavanje, procena učinka na zaštitu životne sredine, ali i pitanja gasova staklene bašte (Jovanović et al, 2013).

5.1.3. Zagađivanje životne sredine

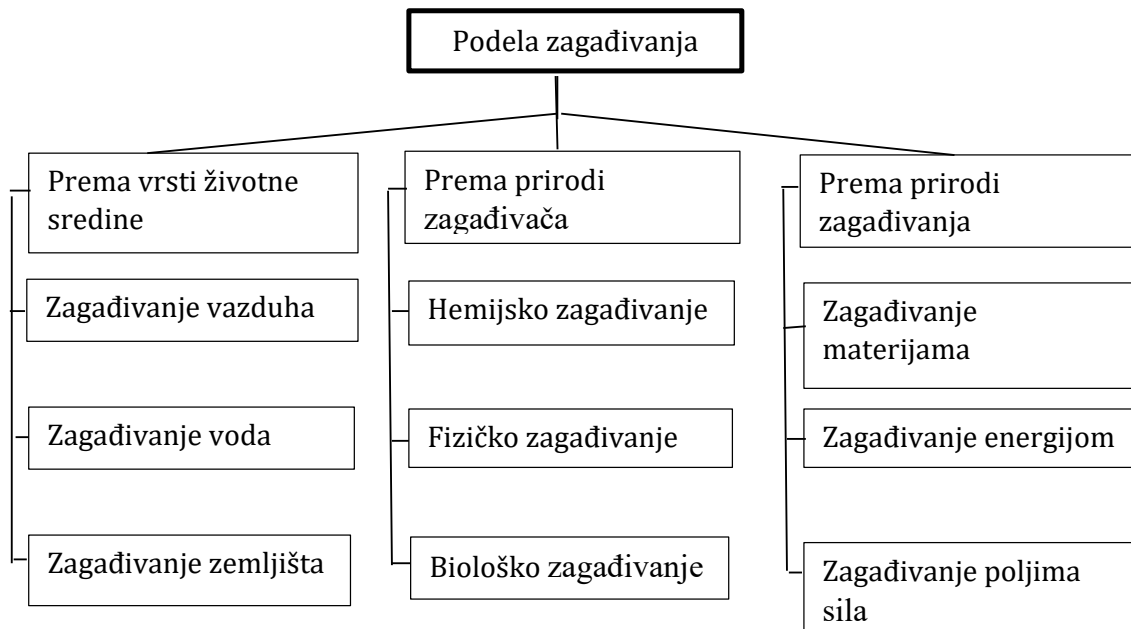
Pod zagađivanjem životne sredine podrazumeva se prisustvo zagađivača u životnoj sredini koje uzrokuje negativne promene i predstavlja opasnost po živa bića i prirodu. Zagađivači su praktično sve vrste materija i energije koje su ostaci onog što čovek proizvodi, koristi i odbaci.

Proizvodnja i potrošnja od strane čoveka praćene su sve većom količinom otpada koje priroda više ne može da apsorbuje te se one nagomilavaju i zagađuju životnu sredinu. Ovo dovodi do toga da su prirodne komponente oštećene ili zamenjene opasnim, štetnim materijama ili energijom što stvara neravnotežu u ekosistemu i niz opasnosti po živi svet.

Životna sredina može da se zagađuje raznim vrstama zagađivača i iz različitih izvora.

U tabeli 5.1. predstavljen je šematski prikaz opšte podele zagađivanja.

Tabela 5.1. Podela zagađivača životne sredine



Organizovano praćenje, kontrolisanje stanja i promena životne sredine predstavlja postupak monitoringa, čiji je zadatak da se blagovremeno i efikasno spreče i uklone nepoželjne posledice antropogenih promena životne sredine.

U literaturi se sreću različiti sistemi monitoringa i to:

1. Sistem kontrole faktora i uzroka zagađivanja;
2. Analiza količine i vrste zagađivača u uzorcima vazduha, vode ili hrane;
3. Sistem kontrole različitih komponenti životne sredine: atmosfere, zemljišta, vode, biosphere;
4. Korišćenje fizičkih metoda praćenja stanja zagađenosti;
5. Korišćenje živih bića kao pokazatelja (indikatora) zagađenja životne sredine;
6. Merenja kvalitativnog i kvantitativnog delovanja, odnosno izlaganja životnih organizama i sistema dejstva zagađenja;
7. Praćenja na samom izvoru zagađivanja;
8. Praćenje štetnih i ugrožavajućih faktora zagađivanja;
9. Praćenje postignutih efekata ili posledica zagađivanja na različitim objektima;

10. Praćenje zagađujućih materija po ispuštanju u životnu sredinu;
11. Praćenja tehnološkog procesa;
12. Praćenje na lokacijama na kojima se ispuštaju štetne, odnosno zagađujuće materije.

Kada se u atmosferi nalaze materije u količinama koje negativno utiču na živa bića, ekosisteme, promenu klime ili izgrađene objekte tada je vazduh zagađen [Kostić, 2007].

Vazduh se može zagađati prirodnim putem ili delovanjem čoveka. Prirodno zagađenje nastaje vulkanskim erupcijama, šumskim požarima, olujama i slično, pri čemu se u atmosferu ispuštaju gasovi (CO, CO₂, SO₂, CH₄) kao i štetne čestice čađi i prašine.

Delovanjem čoveka, prvenstveno sagorevanjem uglja, nafte, prirodnog gasa i drveta u atmosferu se ispuštaju osim gasova, čađi i prašine, i fluoridi, ketoni, teški metali poznati pod nazivom veštačke sintetizovane zagađujuće materije. Ovo zagađivanje izaziva efekat staklene bašte i kiselih kiša što izaziva štetne posledice po klimu, kao i odumiranje šuma.

Svaka fizička, hemijska i biološka promena u kvalitetu vode koja negativno utiče na živa bića predstavlja zagađivanje vode. Potpuno čista voda u prirodi se retko sreće jer u nju u procesu kružnog toka vode, dospevaju različiti minerali, gasovi, mikroorganizmi, i slično. Isto tako zagađivanje vode izazivaju i prirodna dešavanja (poplave, vulkanske erupcije, oluje, zemljotresi...) i veštačko zagađivanje delovanjem ljudi, a prvenstveno otpadne vode rudnika, topla voda iz termoenergetskih postrojenja, poljoprivredna zemljišta, otpadne sanitarne vode, vode iz domaćinstava i drugo.

Promena fizičkih, bioloških i hemijskih svojstava zemljišta predstavlja zagađivanje zemljišta.

Navedene promene izazivaju smanjenje plodnosti i sposobnosti za normalno odvijanje procesa razlaganja, a čime se remeti kruženje materija u prirodi.

Izvori zagađivanja zemljišta su sečenje šuma i erozija, hemikalije koje se koriste u poljoprivredi, industrijalizacija, rudarstvo, deponovanje komunalnog i industrijskog otpada, kanalizacije, a što se tretiraju kao neposredni izvori. Nasuprot ovome posredni

izvori zagađivanja zemljišta predstavljaju kisele kiše, kao i zagađena voda (plavljenje zagađenom vodom, zalivanje zagađenom vodom i slično).

Gotovo sve zagađujuće materije spiranjem sa zemljišta zagađuju površinske i podzemne vode u rekama i morima, a preko lanca ishrane dospevaju i do čoveka kao hrana.

Posledice zagađivanja zemljišta su uglavnom zagađivanje voda, trovanje podzemnom vodom, gubitak staništa životinja, erozije zemljišta i klizišta, kao i povećani rizik od požara.

5.2. Štetni uticaji i promene životne sredine kao posledica podzemne eksploatacije uglja

Tehnologija podzemne eksploatacije uglja u aktivnim rudnicima Republike Srbije utiče na kvalitet životne sredine. Uspešnost tehnoloških rešenja u domenu zaštite i unapređenja životne sredine podrazumeva detaljno sagledavanje i definisanje svih eventualnih uticaja. Ovde se kao prioritet postavlja obaveza definisanja mogućih uticaja prvenstveno u odnosu na osnovne činioce životne sredine kao što su: voda, vazduh, zemljište, flora, fauna, klima, pejzaž i drugo.

U delu identifikacije mogućih uticaja na životnu sredinu razmatraju se potencijalni efekti koje ti uticaji mogu imati na vrednost pojedinih komponenti životne sredine.

Identifikacija mogućih uticaja podzemne eksploatacije uglja u suštini predstavlja analizu odnosa podzemni rudnik-životna sredina i vrši se na bazi poznavanja karakteristika tehnološkog procesa podzemne eksploatacije uglja i analize osnovnih ekoloških potencijala na određenom eksploatacionom području [Zhang at all, 2014].

Izrada modela uticaja podzemne eksploatacije uglja na životnu sredinu vrši se po analitičko-kvalitativnom pristupu, koji se zasniva na izboru jednog broja, za procenu uticaja relevantnih kriterijuma i dodeljivanju različitog značaja tim kriterijumima.

U tabeli 5.2. prikazan je algoritam opšteg modela za procenu uticaja podzemne eksploatacije uglja na životnu sredinu.

Tabela 5.2. Algoritam procene uticaja na životnu sredinu

1.	UTVRĐIVANJE POSTOJEĆEG STANJA ŽIVOTNE SREDINE
	<ul style="list-style-type: none"> - Aktuelno stanje životne sredine - Ekološki potencijal područja - Osetljivost na uticaj
2.	REŠENJE TEHNOLOŠKOG PROCESA EKSPLOATACIJE
	<ul style="list-style-type: none"> - Analiza rešenja projektne dokumentacije za tehnološki proces, ukupno i po delovima.
3.	ANALIZA VRSTE I INTENZITETA UTICAJA
	<ul style="list-style-type: none"> - Uticaj u fazi izgradnje rudnika - Uticaj u eksploatacionom periodu - Uticaj u posteksploatacionom periodu
4.	PROCENA UTICAJA
5.	SANIRANJE ŠTETNIH UTICAJA

U prvom koraku određuje se aktuelna pogodnost potencijala konkretnog eksploatacionog područja (ležišta uglja) na osnovu prirodnih i antropogeno izmenjenih uslova, dok se u drugom koraku postavlja ocena mogućih pojedinačnih uticaja koja obuhvata vrstui inenzitet uticaja (tačka 2 i 3), dok se u trećem koraku rekapituliraju eventualne štete i postupci sanacije i remedijacije.

Bez obzira na karakteristike procesa rada podzemni rudnici predstavljaju izvore zagađenja životne sredine, a efekti se ispoljavaju u tri osnovna vida uticaja:

- Prvi vid uticaja prisutan je kod otvaranja i izgradnje rudnika;
- Drugi vid uticaja je u fazi izvođenja eksploatacionih radova u ležištu;
- Treći vid uticaja je prisutan u posteksploatacionoj fazi, odnosno prilikom zatvaranja rudnika i izvođenja radova sanacije.

Prvi vid uticaja se javlja kao posledica uređenja lokacije i obično je privremenog karaktera. Posledice se ogledaju u prisustvu ljudstva, mašina, opreme i repromaterijala za izgradnju objekata prema tehnološkim rešenjima. Uticaji na životnu sredinu se javljaju kao posledica postojanja u prostoru i za celo vreme izvođenja radova eksploatacije, a imaju trajni karakter.

U fazi izvođenja eksploatacionih radova prisutni su najintenzivniji uticaji na životnu sredinu i zato se kontinuirano negativno ispoljavaju.

Uticaji u posteksploatacionoj fazi po obimu direktno su zavisni od prethodnih faza.

Za sva tri vida uticaja značajni su sledeći faktori:

- Intenzitet delovanja;
- Prostor zahvaćen uticajem i
- Mogućnost otklanjanja ili ublažavanje i saniranje uticaja koji izazivaju promene.

Moguće promene uticaja prate se kroz uticaje: aerozagađenja, zagađenja voda, degradaciju zemljišta, buku i vibracije, reljefne karakteristike, floru, faunu i slično.

Pri podzemnoj eksploataciji uglja kao izvori štetnosti uglavnom se izdvajaju:

- Jame kao proizvodni objekti;
- Separacije (klasirnice) kao prerađivački objekti;
- Putevi transporta od proizvodnog do prerađivačkog objekta i dalje prema potrošačima;
- Objekti odlaganja jalovine (jamske i flotacijske);
- Objekti rudničke infrastrukture (upravne zgrade sa kancelarijskim prostorom, lampare, garderobe i kupatila, magacini, radionice, ventilacijska postorojenja, izvozna postorojenja, skladišta opreme i repromaterijala ...).

Po svome trajanju štetnosti od podzemne eksploatacije uglja su uglavnom klasifikovane na kratkotrajne, dugotrajne i trajne.

Kratkotrajnim štetnostima smatraju se štetnosti koje se otklanjaju u kratkom vremenskom periodu (godina, dve) i tu spadaju izrada privremenih puteva, deponija uglja, postavljanje privremenih objekata i drugo.

Dugotrajne uticaje čine uticaji koji traju u vreme izvođenja radova eksploatacije i u posteksploatacionoj fazi. U ove uticaje najčešće se ubrajaju: povlačenje biljnih i životinjskih vrsta sa eksploatacionog područja, seča drveća i drugo.

Trajne štetnosti su vezane za primenjenu tehnologiju eksploatacije i delom za prerađivačke objekte, a sadržane su uglavnom u promeni estetskih vrednosti područja i iscrpljivanju uglja kao neobnovljivog resursa, deformacije površinskog terena.

5.3. Procena pojedinačnih mogućih uticaja

5.3.1. Uticaji na kvalitet vazduha

Potencijalnu opasnost po kvalitet vazduha u životnoj sredini predstavljaju čestice mineralne prašine čija koncentracija u određenim uslovima može biti iznad graničnih vrednosti propisanih za radne i životne uslove. Pojave mineralne prašine u vazduhu vezano je manje ili više za sve tehnološke faze i radne operacije u podzemnoj eksploataciji uglja, a klasifikovane su na primarne i sekundarne.

U primarne izvore svrstani su rudarske mašine i oprema u radu, kako u jami tako i na površini.

U jami radom mašina za bušenje, utovar, transport i dobijanje iskopina miniranjem nastaje prašina koja se strujanjem vazduha kroz mrežu rudarskih prostorija pod uticajem rada glavnog ventilatora izvodi na površinu. Na površini instalirano je niz mašina i postrojenja u klasirnicama uglja ili na separacijama gde se izdvaja prašina u radnu, odnosno životnu sredinu.

Sekundarne izvore čine sve aktivne površine sa kojih se pod uticajem vetra emituju lebdeće frakcije prašine u atmosferu. Kod ovih izvora ukupan intenzitet zagađivanja vazduha prašinom je u zavisnosti od intenziteta rada opreme i transportnih sredstava na površini i meteoroloških uslova.

Zagađenje vazduha izduvnim gasovima iz motora rudarskih i transportnih mašina vrši se emisijom gasova: ugljen monoksida (CO), ugljen dioksida (CO₂), azotnih oksida (NO), sumpordioksida (SO₂), akroelina i drugo što je manjeg intenziteta u odnosu na druge izvore.

Zagađivanje vazduha se prati odgovarajućim merenjima i merni podaci upoređuju sa normiranim-propisanim parametrima radi preduzimanja odgovarajućih mera zaštite.

U Tabeli 5.3. daju se propisane vrednosti – kriterijumi za procenu kvaliteta vazduha

Tabela 5.3. Kriterijumi za procenu kvaliteta vazduha i nekih drugih parametara

Red. br.	Parametri	Kriterijum
1.	Lebdeća prašina	$MDK = \frac{10}{\%SiO_2+10}, mg/m^3$ MDK – maksimalna dozvoljena koncentracija
2.	Gasovi Ugljen-monoksid Ugljen-dioksid Sumpor dioksid Trixloretilen	MDK= 50 ppm MDK= 5000 ppm MDK= 4 ppm (10 mg/m ³) MDK= 250 mg/m ³
3.	Buka	Leg (A)= 80 dB (srednja vrednost ekvivaletnog nivoa buke)
4.	Vibracija	a= 0,32 – 3,15 (dozvoljeno efektivno ubrzanje) Td= 480 min/smeni (dozvoljeno vreme rada za izmereni nivo vibracija)
5.	Osvetljenost	Dnevna osvetljenost – min 30 lux.
6.	Mikroklima	Efektivna temperature tef= 10-25 (određuje se iz dijagrama na osnovu izmerenih parametara vazduha: temperature, vlažnosti i brzine kretanja vazduha)

Poseban vid ugrožavanja životne sredine kod podzemne eksploatacije uglja predstavlja jamski vazduh koji se izbacuje na površinu, obzirom da sadrži štetne gasove, a posebno metan.

U ležištima uglja koja su visokometanosna problem metana se rešava sistemima degazacije i spaljivanja.

5.3.2. Uticaji na kvalitet podzemnih i površinskih voda

Izvođenjem rudarskih radova u podzemnim objektima utiče se na onečišćenje podzemne vode ispuštanjem u istu ulja i maziva kod havarnih situacija, kao i drugih štetnih uticaja. Uticaji na bakteriološki kvalitet vode se ispoljavaju preko prisustva zaposlenih u radnoj sredini.

Jalovišta rudnika, kao i povremena odlagališta uglja, izložena su atmosferskim uticajima, postepenom erozijom ispuštaju u okolne vodotokove čestice sa većim ili manjim procentom štetnih materija. Čišćenje i pranje uglja u mokrim separacijama koje nemaju zatvoren sistem kruženja vode su takođe izvor zagađenja površinskih vodotokova u neposrednoj blizini rudnika.

U podzemne rudarske prostorije pri izvođenju radova eksploatacije mineralnih sirovina dolazi do pritoka, manjih ili većih količina vode, koje se na odgovarajuće načine prihvataju i odvođe na površinu i dalje u recepijente. Nekada su pritoci vode veoma visoki i za njihovo savlađivanje potrebno je angažovanje specifične opreme i visoka potrošnja električne energije što ima uticaja na troškove eksploatacije.

Jamska voda je onečišćena mehaničkim primesama sitnim komadićima uglja i jalovine, koji se pre ispuštanja u recepijent eliminišu sa sistemima taložnika i vodosabirnika, kako ne bi štetno uticali na životinjski svet u površinskim vodotocima.

Nizom podzakonskih akata definisane su klase kvaliteta vode i njihova klasifikacija, a što je prikazano u Tabeli 5.4. i Tabeli 5.5 .

Tabela 5.4. Kategorizacija površinskih voda

Kategorija	Namena vode
I	Za upotrebu kao pijaća voda, u prehrambenoj industriji i gajenje riba
II	Za rekreaciju, za gajenje riba i nakon prerade može se koristiti kao pijaća voda i u prehrambenoj industriji
III	Za navodnjavanje i u industriji, osim u prehrambenoj industriji
IV	Za ostale namene nakon prerade

Tabela 5.5. Svojstva površinskih voda za propisane klase

Red. broj	Svojstva	Jedinica mere	Klasa vode			
			I	II	III	IV
1.	Zasićenje kiseonikom Zasićenje Superzasićenje	%	90 - 100	75 - 90 105 - 115	50 - 75 115 - 125	30 - 50 125 - 130
2.	Rastvorljivi kiseonik	mg/l	8	6	4	3
3.	Slobodna materija	mg/l	10	30	80	100
4.	BPK ₅ na 20 ^o C	mg/l	2	4	7	20
5.	HPK	mg/l	10	12	20	40
6.	PH	1	6,8 - 8,5	6,8 - 8,6	6,0 - 9,0	6,0 - 9,0
7.	Boja	-	bez	bez	slab	-
8.	Miris	-	bez	bez	slab	-
9.	Suvi ostatak filtrirane vode					

Vode sadrže i opasne materije koje preuzimaju iz okoline ili drugih izvora zagađenja, a koje se moraju dovesti u bezopasne koncentracije. MDK opasnih materija u vodama po propisima prikazano je u Tabeli 5.6.

Tabela 5.6. MDK opasnih materija u vodama

Opasne materije	MDK opasnih materija u vodama IV kategorije mg/l*	MDK opasnih materija u vodama za piće mg/l**
Arsen	0,05	0,01
Amonijak	0,5	0,1
Nafta	0,3	-
Masti i ulja	-	0,1
Gvožđe	1,0	0,3
Nitrati	15,0	5,0
Nitriti	0,5	0,03
Olovo	0,1	0,01
Cink	1,0	3,0
Fenol	0,3	0,01
Kadmijum	0,01	0,03
Hrom trovalentni	0,5	0,05
Hrom šestovalentni	0,1	-
Magnezijum	-	50,0
Hloridi	-	200
Sulfati	-	250

*Sl glasnik RS br. 31/78

**Sl list SFRJ br.42/98

5.3.3. Uticaji na zemljište

Uticaji podzemne eksploatacije na zemljište su višestruki ali značajno manji u odnosu na površinske sisteme eksploatacije mineralnih sirovina.

Najznačajniji uticaj na zemljište ogleda se u pojavama deformacije površine potkopanog terena sa svim svojim posledicama. Takođe ovde se javljaju odlagališta jalovine, rudnički infrastrukturni objekti, bunkereri za odlaganje uglja, skladišta i drugo, a što utiče na pejzažne karakteristike i izmenu prvobitne nemene zemljišta.

Gornji sloj zemljišta u neposrednoj okolini rudničkih objekata može se kontaminirati prašinom i eventualno uljima i mazivima u blizini objekata rudničkih radionica.

Usled podzemnog otkopavanja slojeva uglja dolazi do zarušavanja neposredne krovine, a sa širenjem otkopane površine zarušava se i osnovna krovina i to ponekad i do površine terena.

Visina zone zarušavanja obično je nekoliko puta veća od visine otkopne prostorije. Ukoliko se pod uticajem podzemnih radova na površini terena pojave izvesne deformacije, tada se deo površine terena zahvaćen ovim deformacijama naziva „koritom sleganja“. U ovom prostoru nastaju vertikalni i neuporedivo manji horizontalni pokreti koji izazivaju deformaciju površine terena, a koje zavisno od dubine izvođenja rudarskih radova mogu biti različitih oblika.

Kod analiza uticaja otkopavanja na narušavanje površine terena, a vezano za prostor i neposrednu okolinu očekivane zone zarušavanja potkopanog terena moraju se uzeti u obzir:

- Geomorfološke karakteristike terena;
- Litološki sastav i sklop površinskih naslaga;
- Prisustvo poremećaja u građi površinskih naslaga;
- Karakter zemljišta na terenu;
- Hidrografska mreža i prisustvo akumulacije vode na površini ili kolektora vode u površinskim naslagama;
- Prisustvo naselja, industrijskih i drugih objekata na površini koji mogu biti ugroženi narušavanjem terena.

Osnovni faktori pri razmatranju problematike deformacija potkopanog terena, a vezano za stenski podzemni masiv su:

- Strukturno - tektonska građa podzemnog masiva;
- Litološki sastav i sklop podzemnog masiva;
- Elementi zaleganja ugljenih slojeva;
- Geomehanička svojstva stenskog materijala.

U pogledu sklopa slojevitog podzemnog masiva, u osnovi se polazi od posmatranja višeležećih potkopanih stenskih naslaga. Za narušavanje potkopanog terena najznačajnije su višeležeće naslage, jer iste imaju direktan uticaj na poremećaje na površini terena.

Pod elementima zaleganja ugljenih slojeva podrazumevaju se debljina, nagib i dubina zaleganja i oni predstavljaju presudne pokazatelje prirodnih okolnosti u masivu kada se analizira problematika narušavanja potkopanog terena. Izraziti uticaji, pri svemu tome, ispoljavaju se kod relativno veće debljine slojeva, relativno većeg nagiba i relativno manje dubine zaleganja, odnosno manje dubine izvođenja rudarskih radova.

Bitno je poznavati situaciju da li se kod višeležećih naslaga i naslaga neposredno ispod površine terena radi o čvrstim ili mekanim do rastresitim stenskim materijalima.

U prvom slučaju mogu se očekivati nagla i neravnomernija, a u drugom slučaju sporija i ravnomernija pomeranja tla. Razni strukturni oblici (sinklinale, antiklinale, blokovska struktura i slično) te se razni tektonski poremećaji (rasedanja i razvlačenja, nabiranja, pukotine i drugi oblici narušenosti) su pokazatelji strukturno-tektonske građe prirodno narušenog podzemnog masiva. Pri tome tektonski poremećaji podzemnog masiva, predstavljaju one pokazatelje čije nedovoljno poznavanje u najvećoj meri utiče na često prisutnu neizvesnost u celokupnosti razmatranja, kako podzemnog masiva tako i pratećih narušavanja potkopanog terena.

U većini teoretskih postavki empirijskog ili poluempirijskog karaktera, kao pokazatelji ovih karakteristika potkopanih stenskih naslaga pojavljuju se:

- Koeficijent čvrstoće stenskog materijala (F);
- Ugao unutrašnjeg trenja (φ);
- Poisson-ov koeficijent (M);
- Naprezanja materijala (λ).

Kada je u pitanju narušavanje potkopanog terena podzemnim otkopavanjem, jednu od bitnih okolnosti predstavljaju određene geomehaničke karakteristike materijala potkopanih stenskih naslaga koje zaostaju iznad otkopanih i nesansiranih podzemnih prostora.

Bitnim tehničko-tehnološkim uslovima izvođenja podzemnih rudarskih radova kod razmatranja problematike narušavanja potkopanog terena smatraju se:

- Eksploatacioni prostor na ležištu;
- Metoda otkopavanja;
- Način saniranja otkopanog terena;
- Geometrija otkopne jedinice;
- Sistem otkopavanja u profilu ležišta;
- Sistem otkopavanja na planu eksploatacionog prostora;
- Stepem iskorišćenja ležišta;
- Intezitet otkopavanja.

Narušavanja potkopanog terena označavaju su literaturi kao pokazatelji pomeranja i deformacije tla, odnosno vertikalna (η) i horizontalna (β^0) pomeranja tla, te vertikalne (i,k) i horizontalne (ϵ) deformacije tla. Vremensku komponentu narušavanja potkopanog terena kao pratećeg procesa podzemnog otkopavanja definišu posebni, dinamički pokazatelji.

Utvrđivanja definisanih prostornih pokazatelja narušavanja potkopanog terena vrši se u takozvanim glavnim profilnim ravnima ulegnuća na terenu, postavljenim po pravcu pada i pravca pružanja ležišta.

Vezano za pomeranja i deformacije tla na potkopanom terenu, interpretacija odnosa i pokazatelja vrši se u glavnim profilnim ravnima putem odgovarajućih krivi, a na planu ulegnuća putem odgovarajućih izoliniya. Osnovnu izoliniyu kod svih pokazatelja pomeranja i defomacija predstavlja granična linija zone narušavanja potkopanog terena u okviru koje se i vrše prognoze utvrđivanja očekivanih pomeranja i deformacija masiva.

Sve teoretske postavke za utvrđivanje pokazatelja i deformacije tla predočavaju pokazatelji vertikalnog pomeranja tla kao nezaobilazni argument. Kada je u pitanju analitika utvrđivanja sleganja tla imaju se u vidu određene zakonitosti u odnosima između uticajnih činilaca i samog vertikalnog pomeranja tla. Putem tih odnosa dolazi se do rešavanja dva ključna problema. Prvi je pitanje veličine maksimalnog sleganja tla i to trenutnog (η_{\max}) i konačnog (η^0_{\max}). Drugi problem se tiče samo funkcije „krive

sleganja". Podrazumevajući kako jednu tako i drugu glavnu profilnu ravan ulegnuća. I za jedan i za drugi problem mora se prethodno raspolagati pokazateljima potkopanosti terena za datu situaciju podzemnih otkopnih radova, odnosno da li se radi o nepotpunoj ($\eta_p < 1$) ili potpunoj ($\eta_p \geq 1$) potkopanosti terena, računajući kao bitan i momenat postizanja potpune potkopanosti terena ($\eta_p = 1$). Koristeći odgovarajuće teoretske postavke za utvrđivanje maksimalnih sleganja tla (η_{max} i η_{max}^0), kod utvrđivanja funkcije "krive sleganja" polazi se, zavisno od situacije u pogledu potkopanosti terena, od osnovnih odnosa da je:

$$\eta = \eta_{max} \cdot \varphi_n,$$

$$\eta^0 = \eta_{max}^0 \cdot \varphi_n$$

Ovde φ_n predstavlja odgovarajuću „tipsku funkciju“ krive sleganja tla. Vrednosti ove funkcije nalaze se u granicama $0 \leq \varphi_n \leq 1$. Ovde se „nulte“ vrednosti podrazumevaju za graničnu liniju narušavanja potkopanog terena, dok se „jedinične“ vrednosti odnose za tačku maksimalnog sleganja tla (dno ulegnuća).

Prema S.G.Avrešinu konačno maksimalno sleganje tla se izračunava iz obrasca:

$$\eta_{max} = k_e \cdot m \cdot \cos \alpha \quad (m)$$

$k_e = 0,5-0,7$, koeficijent eksploatacionih uslova u ležištu;

m – debljina ugljenog sloja (m);

α – nagib sloja ($^{\circ}$).

Utvrđivanje horizontalnog pomeranja (η) na potkopanom terenu vrši se, kod svih postavki, na osnovama odgovarajućih funkcionalnih zavisnosti ovog pokazatelja tla definisanim pokazateljima sleganja tla (η).

Maksimalna pomeranja tla se definišu putem funkcionalne zavisnosti sa maksimalnim sleganjem tla, gde je:

$$\eta_{max} = \eta_{max}^0 \cdot \varphi_{\eta}$$

dok se horizontalna pomeranja definišu putem funkcionalne zavisnosti sa odnosnom maksimalnom komponentom, što znači da je:

$$\eta = \eta_{\max} \cdot \rho_{\eta}$$

Iz ovog sledi da je opšti funkcionalni izraz za krive horizontalnog pomeranja sledeći:

$$\eta = \eta_{\max} \cdot \varphi_{\eta} \cdot \rho_{\eta}, \text{ odnosno } \eta_{\max} = \eta_{\max}^0 \cdot \varphi_{\eta}$$

η_{\max} - koeficijent maksimalnih horizontalnih deformacija koji zavisi od elemenata zaleganja ležišta, a posebno nagiba,

φ_{η} - vrednosti takozvane „tipske funkcije“ krive horizontalnih pomeranja tla, a ista zavisi od lokaliteta u profilisanoj ravni ulegnuća.

Danas su razvijene i druge postavke poluempirijskog karaktera. Za naše uslove prikladna je postavka M. Patarića i A. Stojanovića koja polazi od zakonitosti prema kojoj pokazatelji konačnog maksimalnog sleganja tla (η_{\max}^0) i graničnih uslova pomeranja tla ($\eta_0, \gamma_0, \delta_0$) predstavljaju potpuni sistem za definisanje sleganja tla.

5.3.4. Uticaj buke, vibracija, toplote i zračenja

Pojave negativnog uticaja buke postoji pri svim fazama tehnološkog procesa podzemne eksploatacije uglja pri kojima se koriste rudarske mašine za otkopavanje, transport, bušenje, utovar iskopine i vezane su za radnu sredinu, a za životnu sredinu vezana je buka nastala radom transportnih sredstava na površini, rad ventilacionih postrojenja i kompresorskih stanica i radom postrojenja za pripremu, drobljenje i klasiranje iskopine.

Opasnosti od štetnih vibracija takođe su vezane uglavnom za radnu sredinu (uticaj na zaposlene) pri radu mašina za bušenje (otkopni i bušaći čekići, bušilice...). Uticaji miniranja na nastajanje vibracija odnosno potresa do površine terena se gotovo isključuju obzirom da se radi na dubinama ispod površine zemlje, a količine eksploziva za istovremeno miniranje su ograničene radi eksplozivnih smeša (metan, metan-ugljena prašina, ugljena prašina...).

Zakonskom regulativom vezanom za zaštitu stanovništva od buke obuhvaćene su tehničke i organizacione mere kod planiranja i izgradnje objekata, te upotrebe mašina i opreme.

U tabeli 5.7. date su propisane granice buke na radnom mestu dok su u Tabeli 5.8. prikazani propisima dozvoljeni nivoi buke u životnoj sredini [Pravilnik, Službeni glasnik RS br.96/2011, 78/2015 i 93/2019], i [Uredba, Službeni glasnik RS, br.75/2010].

Tabela 5.7. Granice buke na radnom mestu

Redni broj	Opis posla na radnom mestu	Maksimalno dozvoljeni ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska LA,eq,15 min dB(A)	
		(a)	(b)
1.	Najzahtevniji umni rad, vrlo velika usredsređenost, rad vezan za veliku odgovornost, najsloženiji poslovi upravljanja i rukovođenja	45	40
2.	Pretežno umni rad koji zahteva usredsređenost, kreativno razmišljanje, donošenje važnih odluka, istraživanje, projektovanje, komunikacija sa grupom ljudi	50	40
3.	Zahtevniji kancelarijski poslovi, lekarske ordinacije, sale za sastanke, nastava u školama, neposredna govorna i/ili telefonska komunikacija	55	45
4.	Manje zahtevni kancelarijski poslovi, pretežno rutinski umni rad koji zahteva usredsređenost ili neposredna govorna i/ili telefonska komunikacija, telefonske centrale	60	50
5.	Manje zahtevni i uglavnom mehanizovani kancelarijski poslovi, prodaja, vrlo zahtevno upravljanje sistemima, fizički rad koji zahteva nadzor čulom sluha, rad koji se obavlja na osnovu zvučnih signala	65	55
6.	Pretežno mehanizovani kancelarijski poslovi, zahtevno upravljanje sistemima, upravljačke kabine, fizički rad koji zahteva stalnu usredsređenost, rad koji zahteva nadzor čulom sluha, rad koji se obavlja na osnovu zvučnih signala	70	60
7.	Manje zahtevni fizički poslovi koji zahtevaju usredsređenost i oprez, manje zahtevno upravljanje sistemima	75	65
8.	Poslovi pri kojima su zaposlene za vreme trudnoće izložene buci	75	50

(a) - nivo buke na radnom mestu koji potiče od proizvodnih pogona u blizini radnog mesta,

(b) - nivo buke na radnom mestu koji potiče od neproizvodnih izvora (ventilacija, klimatizacija, saobraćajna buka i sl.).

Tabela 5.8. Dozvoljeni nivoi buke u životnoj sredini

Redni broj	Sredina u kojoj čovek boravi	Dozvoljeni nivoi buke u dB(A)	
		Danju	Noću
1.	Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta, kulturno-istorijski lokaliteti, veliki parkovi	50	40
2.	Turistička područja, kampovi i školske zone	50	45
3.	Čisto stambena područja	55	45
4.	Poslovno-stambena područja, trgovačko- stambena područja i dečja igrališta	60	50
5.	Gradski centar, zanatska, trgovačka, administrativno-upravna zona sa stanovima, zona duž autoputeva, magistralnih i gradskih saobraćajnica	65	55
6.	Industrijska, skladišna i servisna područja i transportni terminali bez stambenih zgrada	Na granici ove zone ne sme prelaziti graničnu vrednost u zoni sa kojom se graniči	

5.3.5. Uticaj na eko-sistem

Zone u biosferi u kojima se kao rezultat životne delatnosti ostvaruje kruženje hemijskih elemenata uslovljeno je postojanjem raznih organizama i postojanja tokova energije, povezano sa tim kruženjem, nazivaju se ekosistemi.

Biljni svet, koristeći materijale i energiju sunca, stvara organske materije i kiseonik što je neophodno za život čoveka i životinja. Organske materije se raspadaju u krajnjoj istanci, dovode do ugljenmonoksida, amonijaka i do neorganskih spojeva koji su polazna osnova za sintezu složenih organskih materija u biljkama, koje dalje koriste životinje i ljudi za svoj život i razvitak.

Neizostavnu ulogu u stvaranju i održavanju ravnoteže u prirodi imaju mikroorganizmi, koji su sposobni da uz pomoć kiseonika vrše razgradnju složenih organskih spojeva do prostih spojeva.

Mesto čoveka u biosferi je protivrečno obzirom da organizam čoveka nije u stanju da stvara organske materije iz neorganskih, te ih on dobija preko hrane biljnog i

životinjskog porekla. Iz tog razloga ekološki sistemi sa kojima je čovek povezan preko ishrane moraju biti produktivni. Privredna aktivnost čoveka narušava prirodno biogeno kruženje elemenata, čime se narušava spoljašnja sredina koja može dovesti do ugrožavanja i čoveka.

Na osnovu analize odnosa između izoženosti zagađenja životne sredine i posledica po žive organizme moguće je pouzdano sagledavanje relevantnih parametara za ocenu uticaja obavljanja rudarske delatnosti na floru i faunu u određenom području.

Uticaj podzemne eksploatacije uglja u domenu ekosistema predstavlja nespornu činjenicu koja po svojoj prirodi dovodi do različitih negativnih posledica.

Kada je u pitanju fauna uticaj se ogleda u gubitku mesta razmnožavanja ptica i životinja, presecanju puteva kretanja i prisustva čoveka, tako da većina divljih životinja i mahom ptica napušta ova staništa.

Vezano za floru uticaj podzemne eksploatacije uglja može se ispoljiti putem smanjenja određenih vrsta flore i unošenjem drugih oblika.

5.3.6. Uticaj na nepokretna kulturna dobra

Izvođenjem rudarskih radova u određenim eksploatacionim područjima obaveza rudnika je da pre početka radova pribavi mišljenje nadležnog Zavoda za zaštitu spomenika kulture o eventualnom postojanju arheoloških nalazišta i kulturno istorijskih spomenika, kako bi se projektovale i preduzele odgovarajuće mere kojima bi se u potpunosti izvršila njihova zaštita.

Tamo gde na eksploatacionim područjima se utvrdi postojanje nepokretnih i kulturnih dobara moraju se preduzeti tehničke mere zaštite kojima se sprečava devastacija istih. Ovde se prvenstveno misli na ostavljanje zaštitnih stubova ili zapunjavanja otkopanih prostora.

Na sadašnjim lokacijama podzemnih rudnika uglja u Republici Srbiji nisu utvrđena postojanja navedenih objekata.

5.3.7. Uticaj na pejzaž

Uticaji podzemne eksploatacije uglja na pejzaž uglavnom se manifestuju u prvoj pripremljenoj fazi otvaranja rudnika kada se grade prilazni putevi, krči zemljište i rastinje, te podižu infrastrukturni objekti. Sve ovo menja prvobitni pejzaž, a u kasnijoj eksploatacionoj fazi formiraju se uz rudnika jalovišta na koje se odlaže jalovina iz procesa eksploatacije i pripreme. Ova jalovišta dobijaju odgovarajuće oblike i vidljiva su većem broju ljudi.

Sadašnji rudnici u Republici Srbiji su u određenoj meri izmenili izgled prvobitnog pejzaža, a što se ne može podvesti pod negativne efekte rada rudnika.

5.3.8. Uticaj na klimu

Podzemna eksploatacija uglja obzirom na svoje karakteristike i veličinu nema uticaja na klimatske karakteristike područja gde se grade rudnici, te se ovo posebno i ne obrazlaže.

5.3.9. Uticaj na zdravlje stanovništva

U praksi se procena uticaja na zdravlje stanovništva vrši primenom modela kompatibilnog sa procedurama WHO, koja se sastoji od sledećih koraka:

- Identifikacija problema;
- Identifikacija opasnosti;
- Procena doze i efekta negativnog uticaja;
- Procena ekspozicije za relevantnu populaciju;
- Karakterizacija rizika.

U okviru eksploatacionih područja u kojima su locirani podzemni rudnici, uopšteno se može oceniti da su osnovne opasnosti po zdravlje stanovništva kao posledica obavljanja rudarske delatnosti sledeća:

- Ugljena prašina i prašina saobraćajnica;
- Buka;
- Izduvni gasovi od SUS-motora

Potencijal ovih štetnosti je veoma nizak i jednostavnim merama zaštite se gotovo u potpunosti eliminiše.

5.3.10. Uticaj na komunalnu infrastrukturu

Pored svakog rudnika, koji ima svoju rudničku infrastrukturu, grade se i drugi objekti koji su u funkciji udovoljenja potreba zaposlenih i stanovništva na tom području, kao što su škole, ambulante, trgovinski i ugostiteljski objekti, sportski objekti, stambeni objekti i drugo.

Uz sve ovo idu i mreže telekomunikacija i snabdevanja električnom energijom, vodovodna mreža i mreža sakupljanja otpadnih voda, što sve pozitivno utiče na kvalitet života u rudarskim naseljima.

Izgradnja objekata infrastrukture sa druge strane ima uticaj na zauzimanje površina terena i izmene prvobitnog pejzaža.

5.3.11. Naseljenost, koncentracija i migracija stanovništva

Otvaranje rudnika sa podzemnom eksploatacijom uglja na određenim lokalitetima uglavnom ima pozitivan uticaj na naseljenost, koncentraciju i migraciju stanovništva.

Naime, za rad rudnika potrebno je angažovati radnu snagu odgovarajuće kvantitativne i starosne strukture i radnog iskustva te se sa time povećava i naseljenost.

Sa druge strane uz rudnike se razvijaju i prateće i uslužne delatnosti (zanatstvo, trgovina, ugostiteljstvo), što takođe povećava naseljenost i koncentraciju stanovništva u okolini rudnika.

Sa aktivnim zapošljavanjem radnika i njihovih porodica sprečavaju se migracije stanovništva ka većim urbanim centrima i pražnjenje pograničnih područja.

Sadašnji rudnici su locirani gotovo bez izuzetka u privredno nerazvijenim područjima Republike Srbije, gde su oni jedini nosioci privredne aktivnosti. Takođe većina rudnika se nalazi u pograničnim područjima te je državni interes da na tim područjima zadrži stanovništvo, a što se efikasno čini održavanjem rada rudnika [Nacionalni izvještaj o ljudskom razvoju- Srbija 2022].

6. MONITORING ŽIVOTNE SREDINE U POSTOJEĆEM STANJU PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA

6.1. Parametri na osnovu kojih se mogu pratiti štetni uticaji na životnu sredinu

U cilju blagovremenog utvrđivanja nepovoljnog uticaja podzemne eksploatacije uglja na životnu sredinu vrši se odgovarajući monitoring, prilagođen za svaki konkretan slučaj.

Postoji više definicija monitoringa pri čemu ovde izdvajamo dve:

- Monitoring predstavlja sistem sukcesivnih osmatranja elemenata životne sredine u prostoru i vremenu [Aleksić, Dragosavljević i Adžemović 2012].
- Monitoring je sistem praćenja zagađenosti životne sredine [Amidžić, 2013].

Krajnji cilj monitoringa je prikupljanje podataka kvantitativne i kvalitativne prirode o prisustvu i distribuciji zagađivača, praćenja emisija i imisija, izvora zagađenja i njihovog rasporeda, transporta polutanata i određivanje njihove koncentracije na određenim mernim tačkama (Mun,1973.).

U svetu postoji usvojen blok dijagram sistema monitoringa (Best practice environmental management in mining- Environmental monitoring and performance, EPA Australija, 1995), a čiji je modifikovani oblik prilagođen našim uslovima[EPA Australija, 1995] prikazan u Tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Blok dijagram monitoringa prilagođen uslovima podzemnih rudnika uglja u Republici Srbiji [EPA Australija, 1995]

Standardi	Standardi Republike Srbije, Standardi Evropske unije zasnovani na Medjunarodnim standardima ISO 14.000	
Cilj	Pokazati nadležnim vlastima i organima da su na razvoju Rudnika i pratećim aktivnosti na podzemnoj eksploataciji uglja uskladjeni sa ciljevima zaštite životne sredine i propisanom dokumentacijom (Rudarski projekti i Studije o proceni uticaja na životnu sredinu)	
Specifični ciljevi	<ul style="list-style-type: none"> - Utvrditi kratkoročne i dugoročne trendove, - Prepoznati promene u životnoj sredini i analizirati uzroke, - Meriti uticaj i rezultate porediti sa predviđanjima, - Unaprediti sistem monitoringa, - Unaprediti praksu i postupke zaštite životne sredine 	
MONITORING		
Zahtev monitoringa	Problematika	
Specifični zahtevi monitoringa koji su razvijeni u programu monitoringa:	Studija o proceni uticaja na životnu sredinu treba da definiše: <ul style="list-style-type: none"> - Vrednosti životne sredine koje treba štititi, - Potencijalne opasnosti; - Potencijalni uticaji; - Neprihvatljive promene; - Nivo prihvatljivog rizika; - Putevi i mesta uticaja. 	
- Šta se meri,		
- Gde se meri,		
- Kako se meri,		
- Ocena dobijenih vrednosti,		
- Potreba dodatnih informacija		
Ocena vrednosti		
Iz programa monitoringa:	Odgovorna licaza operativno praćenje i ocenjivanje:	
- Odrediti trendove, uzroke i uticaje,	- Izmene prakse i postupaka zaštite životne sredine;	
- Oceniti i usaglasiti dobijene vrednosti	- Izmjena programa monitoringa.	

Prema ovom blok dijagramu za uslove podzemne eksploatacije uglja u Republici Srbiji, zakonska regulativa za svaki konkretan slučaj određuje obavezno postojanje odobrene projektne dokumentacije i Studije o proceni uticaja na životnu sredinu, a za sprovođenje monitoringa Program monitoringa.

Program monitoringa treba da sadrži:

- Monitoring vazduha;
- Monitoring podzemnih i površinskih voda;

- Monitoring zemljišta;
- Monitoring buke;
- Monitoring otpada.

Iz Programa monitoringa treba da proistekne sistem monitoringa koji je u mogućnosti da analizira izvor zagađenja u skladu sa njihovim doprinosom ukupnom zagađenju životne sredine uz analizu efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine. Postupak monitoringa treba da uzima u obzir postojeći zakonski i institucionalni okvir države Srbije.

6.2. Monitoring parametara uticajnih na životnu sredinu

6.2.1. Monitoring vazduha

Shodno zakonskoj regulativi kod ove problematike u Republici Srbiji doneseni su odgovarajući zakonski akti, prvom redu Zakon o zaštiti vazduha (Sl. Glasnik RS., br.36/09, 10/13 i 26/21-dr.zakon) a na osnovu njega Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Sl.glasnik RS., b.11/10, 75/10 i 63/13).

Navedenim zakonom uređeno je upravljanje kvalitetom vazduha i propisane mere, način organizovanja i kontrola sprovođenja mera radi poboljšanja kvaliteta vazduha. Zahtevi kvaliteta vazduha su granične vrednosti nivoa zagađujućih materija u vazduhu, donje i gornje granice nivoa zagađujućih materija u vazduhu, tolerantne vrednosti i koncentracije koje ugrožavaju zdravlje ljudi i koncentracije pri kojima se izveštava javnost, kritične vrednosti zagađujućih materija u vazduhu, ciljne vrednosti, rokovi za dostizanje graničnih odnosno ciljnih vrednosti u slučajevima njihovog prekoračenja.

Prostiranje štetnih materija u vazduhu uslovljeno je vrstom izvora zagađenja i njegovog karaktera (površinski, linijski, tačkasti prizemni i tačkasti visinski). Kod metodoloških istraživanja, a i procena najčešće se za određivanje prostiranja štetnih materija koriste gausovi modeli zbog jednostavnosti primene, a polaze od pretpostavke da raspodela koncentracija pasivne supstance u perjanici ima određeni matematički oblik gausove jednačine difuzije. U osnovi Gausovog modela nalazi se sledeća jednačina:

$$\bar{x} = \frac{q_s}{2\bar{u}b_2b_3} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x_1}{y_1}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x_3}{b_3}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x_3+h}{b_3}\right)^2\right] \right\}$$

gde su:

x- srednja koncentracija;

q_s- brzina emisije;

U- srednja vrednost vetra;

H- visina perjanice;

b₃- standardna devijacija raspodele koncentracija pasivne supstance u Gausovom obliku u pravcu i.

Indeks (i) podrazumeva da i=1 odgovara pravcu vetra (X), i=2 bočnom pravcu (Y) a i=3 vertikalnom pravcu (Z).

Navedena jednačina koristi se za slučaj kontinualne emisije, kod koje je trajanje emitovanja i uzorkovanja duže od vremena transporta, a za slučaj da je vreme transporta duže od trajanja emisije ili uzorkovanja primenjuje se difuziona jednačina koja ima oblik:

$$\bar{x} = \frac{Q}{(2\bar{u})^2 b_x b_y b_z} \exp\left\{\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-ut}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{y}{b_y}\right)^2 + \left(\frac{z}{b_z}\right)^2\right]\right\}$$

gde je

Q- ukupna oslobođena količina pasivne supstance.

U praksi se za analizu i procenu uticaja na zagađenje vazduha često koristi model AERMOD (EPA-e, 1998. U.S. Environmental Protection Agency) obzirom da omogućuje širok opseg mogućnosti za modeliranje. Model uključuje modeliranje većeg broja izvora zagađenja uključujući sledeće tipove: linijski, površinski, tačkasti i zapreminski.

Prema rudarskim propisima praćenja količine i sastava jamskog vazduha vrši se petnestodnevno u glavnoj izlaznoj vetrenoj struji jame. Količina gasova koja se emituje u atmosferu izračunava se preko izraza:

$$f = Q_v \cdot P_g / 100 \text{ (m}^3/\text{s)},$$

gde su:

Q_v - količina vazduha koji izlazi putem ventilatora (m^3/s);

P_g - koncentracija gasa u ukupnom protoku vazduha (%);

f - emisija štetnog gasa (m^3/s).

Dometa štetnih materija i imisije iznad MDK u okolini zavisi od pravca i brzine vetra i emisije i može biti određen analitički korišćenjem poznatih izraza za prognozu dometa aerozagađenja.

6.2.2. Monitoring podzemnih i površinskih voda

U Republici Srbiji donešena je obimna zakonska regulativa vezana za zaštitu podzemnih i površinskih voda, pri čemu se za podzemnu eksploataciju uglja mogu izdvojiti sledeća:

1. Zakon o vodama (Sl. glasnik RS br. 30/10; 93/12; 101/16; 95/18;).
2. Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda (Sl. glasnik RS, br. 67/11).
3. Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda (Sl. glasnik RS, br. 33/16).
4. Pravilnik o utvrđivanju vodenih tela površinskih i podzemnih voda (Sl. glasnik RS, br. 96/10).
5. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS, br. 74/11).

6. Uredba o graničnim vrednostima prioriternih i hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, br. 24/14).
7. Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, br. 67/11; 48/12 i 1/16).
8. Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, br. 50/12).

Uredbom pod rednim brojem 7. utvrđuju se granične vrednosti emisije za određene grupe ili kategorije zagađujućih materija za: tehnološke otpadne vode pre njihovog ispuštanja, u javnu kanalizaciju, tehnološke i druge otpadne vode koje se neposredno ispuštaju u recipijent, vode koje se posle prečišćavanja ispuštaju iz sistema javne kanalizacije u recipijent i druge otpadne vode koje se iz septičke jame i sabirne jame ispuštaju u recepijent, kao i rokovi za njihovo dostizanje.

U Tabeli 6.2. prikazane su granične vrednosti emisije za otpadne vode čije zagađenje potiče od odlaganja otpada na površini. [Uredba, Službeni glasnik RS, br.67/2011 ,48/2012 i 1/2016].

Tabela 6.2. Vrednosti emisije, granične, za mesta ispuštanja u površinske vode

Parametar	Jedinica mere	Granična vrednost emisije (1)
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	mgO ₂ /l	200
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK ₅)	mgO ₂ /l	20
Suspendovane materije	Mg/l	35
Temperatura	°C	30
pH	-	6,5-9
Ukupan fosfor	mg/l	3
Ugljovodonični indeks	mg/l	10
Azot od nitrita (NO ₂ -N)	mg/l	2
Ukupni neorganski azot	mg/l	70
Toksičnost za ribe (T _f)	-	2

(1) Vrednosti za dvočasovni uzorak

Kada su otpadne vode u pitanju u svetskoj praksi se pri upravljanju kvalitetom voda primenjuju dve metodologije i to:

1. Metodologija koja se bazira na kvalitetu voda vodoprijemnika – površinskih voda, i
2. Metodologija zasnovana na kvalitetu ispuštene vode.

Kod prve metodologije u vodoprijemnik može se ispuštati otpadna voda bez ograničenja količine i kvaliteta, sve dok se ne prekorače propisane granične vrednosti kvaliteta za vodu vodoprijemnika.

U drugom slučaju određuje se kvalitet ispuštene otpadne vode (granična vrednost emisije-GVE).

GVE se utvrđuje na dva načina. Po prvom one se određuju na osnovu „najbolje dostupne tehnologije prečišćavanja“(BAT), dok se po drugom načinu utvrđuju individualne granične vrednosti posebno za svaki ispuštač uzimajući u obzir: propisane granične vrednosti za kvalitet vode vodoprijemnika, opterećenje vode vodoprijemnika zagađenjem, mogućnost opterećenja vodoprijemnika, uslove razblaženja, samoprečišćavajuću moć vodoprijemnika.

Monitoring voda u podzemnim rudnicima uglja vrši se:

- Praćenjem kvaliteta jamske vode i vode u recepijentu;
- Praćenje nivoa podzemnih voda u okolnim bunarima u blizini eksploatacionih područja;
- Merenjima priliva vode u jamske prostorije.

6.2.3. Monitoring zemljišta

Za monitoring zemljišta vezana su merenja deformacije površine potkopanog terena, merenja kvaliteta zemljišta u slučajevima zagađenja zagađujućim materijama, te praćenje ulegnuća sa uticajem na podzemne vode [Uredba o sistematskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta, Sl. Glasnik RS, br. 88/20].

Za praćenje deformacija potkopanog terena, odnosno pomeranja krovinskih naslaga, bez obzira da li se otkopavanje vrši ispod naseljenih mesta ili van njih, preko eksploatacionog polja se postavljaju reperi u više poprečnih profila i na glavnom uzdužnom profilu. Ovi reperi se izrađuju od betonskih cilindara ili cevi ukopanih najmanje 50 cm u tlo. Njihov položaj, odnosno kote (početno nulto stanje) utvrđuje se neposredno po postavljanju.

Opazanja pomeranja geodetskim instrumentima pri napredovanju otkopa do repera i posle prolaska vrše se mesečno, a potom se merenja vrše šestomesečno, odnosno godišnje, dok se između prethodnog i poslednjeg merenja ne konstatuje smirivanje pomeranja terena.

Na ovaj način izvršena merenja se upoređuju sa modelom sa kojim je izvršena prognoza radi ispravki u modelu i određivanja vremena za koje se dešavanja sleganja nakon prolaska otkopa ispod nekog profilnog repera na površini. Utvrđivanjem geoloških podataka može se prognozirati dinamika otkopa (otkopavanja) izmeštanje objekata koji mogu biti ugroženi i uticaj ulegnuća na objekte.

Za pomeranja krovinskih naslaga i površine terena pri izvođenju radova otkopavanja vezana je i pojava presušivanja bližih izvora i bunara u zoni deformacije terena.

Domet zone uticaja ulegnuća na isušivanje gornjeg vodosabirnog horizonta zavisi od njegove debljine S, koeficijenta poroznosti P i koeficijenta filtracije K, a određuje se za svaki profil, odnosno stranu profila u okviru ulegnuća po formuli [Ivković, Miljanović 2009]:

$$x = 2 \frac{K}{P} l u s$$

gde su

x – domet uticaja ulegnuća na isušivanje podzemnih voda;

K – koeficijent filtracije vode kroz gornji vodonosni nivo;

P – koeficijent poroznosti vodonosnog horizonta;

S - debljina vodonosnog horizonta.

Nivo vode u bunarima prati se pomoću mernih sonde u određenim vremenskim periodima, vodeći računa i o tome da suša u letnjem periodu godine može delovati na isušivanje bunara i izdanskih voda i izvora oko novoformiranih ulegnuća.

Uticao ulegnuća na podzemne vode može se pratiti preko merenja priliva vode u jamske prostorije. Ako se prtok povećava to je znak da ulegnuće drenira vodu i iz vodopropusnih slojeva i arteške vode. Ako ta pojava izostaje tada znači da glinovite stene u ulegnuću i oko jamskih prostorija sprečavaju prodor vode, odnosno da su dovoljno plastične da ne stvaraju pukotine pri povijanju krovine.

U cilju provere kvaliteta zemljišta na određenim lokacijama, a posebno posle ekscenih situacija uzimaju se uzorci zemljišta i utvrđuje u njima koncentracija teških metala.

Prema pravilnicima granične vrednosti za njih su prikazane u Tabeli 6.3

Tabela 6.3. Granične vrednosti koncentracije teških metala u zemljištu

Uredba	Elementi (mg/kg)										
	Cr	Co	Pb	Zn	Ni	Sb	Sn	Cu	Cd	As	Hg
Uredba*- granična vrednost	100	9	85	140	35	3	-	36	0,8	29	0,3
Uredba**- promenljiva granična vrednost	380	240	530	720	210	15	900	190	12	55	10

*Uredba o programu sistematskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologije za izradu remedijacionih programa (Sl.glasnik RS, br.88/10, 30/18).

6.2.4. Kontrola nivoa buke

Buka i vibracija su štetnosti uticajne na zdravlje ljudi i propisima o njihovim normiranim vrednostima želi se sprečiti da dozvoljeni nivoi ne budu prekoračeni. Buka je nevidljivo zagađenje atmosfere a izvori vibracija su isti kao i izvori buke [Studija o proceni uticaja na životnu sredinu, RB Kolubara].

Uredbom o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl.glasnik RS, br.75/10) propisani su parametri kojima se ocenjuju opasnosti od ove pojave.

U Tabeli 6.4. date su granične vrednosti indikatora nivoa buke na otvorenom prostoru, a prema odredbama navedene Uredbe [Službeni glasnik RS, br. 75/2010].

Tabela 6.4.Granične vrednosti indikatora buke

Zona	Namena prostora	Nivo buke dB(A)	
		Za dan i večer	Za noć
1.	Čisto stambena naselja	55	45
2.	Poslovno-stambena područja, trgovinsko-stambena područja, dečja igrališta	60	50
3.	Gradski centar, zanatska, trgovačka,administrativno-upravna zona sa stanovima duž auto-puteva i magistralnih saobraćajnica	65	55
4.	Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavišta, kulturno-istorijski lokaliteti, veliki parkovi	50	40
5.	Turistička područja, mala i seoska naselja, kampovi i školske zone	50	45
6.	Industrijska, skladišna i servisna područja i transportni terminali bez stanovanja	Na granici zone buka ne sme prelaziti nivoa u zoni sa kojom se graniči	

Za merenja i ocenu dejstva buke danas je razvijeno više modela, a za modeliranje rasprostiranja buke oko infrastrukturnih objekata na površini najčešće se koristi model Sound PLAN 7.3. i u okviru njega standardi ISO 9613-2 koji je indetičan sa standardom SRPS ISO 9613-2.

Navedeni model se primenjuje najčešće za:

- Procenu buke sa površinskih kopova;
- Procenu buke od rada opreme i uređaja na površini;

- Procenu buke na lokacijama izgradnje ili rušenja objekata;
- Dobijanje nivoa buke za različita doba dana i različite dane u nedelji;
- Dizajniranje barijera za snižavanje nivoa buke kod različitih izvora;
- Slabljenje zvuka usled prisustva barijera;
- Procena efekata različitih tipova postrojenja i njihovog različitog razmeštaja i slično.

6.2.5. Monitoring otpada

Shodno zakonskim propisima rudarska preduzeća su u obavezi da organizuju Upravljanje otpadom na način da se ne ugrožava životna sredina. Ovim propisima određene su mere za opasan i neopasan otpad, kao i način klasifikacije i kategorizacije otpada [Službeni glasnik RS].

Upravljanje otpadom mora biti u skladu sa propisima i podrazumeva postupke prikupljanja, skladištenja, odlaganja, otpreme, alternativno i reciklaže.

6.3. Mesta, način i učestalost merenja utvrđenih parametara – monitoring u aktivnim podzemnim rudnicima uglja

U podzemnim rudnicima uglja u Republici Srbiji razvijen je monitoring životne sredine za lokacije svih rudnika, a sastoji se od sledećih koraka:

- Izbor parametara za monitoring životne sredine za koje se vrše merenja (u prostoru i vremenu);
- Identifikacija izvora i parametara zagađenja;
- Obezbeđenje kritičnih oblasti;
- Prikupljanje podataka, analiza i procena.

Na osnovu navedenog važeći dokument u rudnicima JP PEU je Plan i program praćenja uticaja radova eksploatacije uglja u rudnicima JP PEU Resavica na životnu sredinu, iz jula 2016. godine. Sumarni plan monitoringa elemenata zaštite životne sredine kao izvod iz ovog dokumenta prikazan je u Tabeli 6.5.

Tabela 6.5. Sumarni plan postojećeg monitoringa elemenata zaštite životne sredine u rudnicima JP PEU Resavica

Predmet monitoringa	Parametri koji prate	Mesto monitoringa	Vreme vršenja monitoringa i način	Razlog obavljanja monitoringa
Kvalitet vazduha iz jame	Koncentracija jamskih gasova	Izlazna vazдушna struja	Petnaestodnevno po definisanoj metodologiji	Utvrđiti izdvajanje gasova
Kvalitet vode	Fizički, biološki, hemijski parametri, osnovni pokazatelji kvaliteta	Na izlazu iz jame (vodosabirnik) u recepijentu pre i posle uliva	Kvartalno po propisanoj metodologiji	Određivanje uticaja fluenta na recepijent i eventualne korektivne mere
Nivo vode u bunarima	Nivo vode u bunarima	Bunari u granicama i bližoj okolini eksploatacionog polja	Kvartalno po propisanoj metodologiji	Određivanje granice uticaja eksploatacije na nivo vode
Priliv vode u jami	Količina vode koje pritiče u jamu	Glavni pomoćni vodosabirnici	Mesečno	Određivanje granice uticaja eksploatacije na režim vode
Nivo buke	Ukupni nivo buke	Kod kompresora ventilatora	Na početku rada referentno, dalje i tri puta godišnje	Utvrđivanje uticaja buke na životnu sredinu
Deformacija površine terena	Veličina horizontalnih i vertikalnih deformacija	Po zadatim profilskim linijama	Godišnje, merenjem pomeranja repera	Određivanje uticaja na površinu terena
Otpad	Vrste, kategorije i klasifikacija. Količina stvorenog, skladištenog i isporučenog	Na izlazu iz jame, radionice, separacije, klasirnice	Dnevno	Pravilno zbrinjavanje otpada
Kvalitet vazduha iz kotlovnica (stacionirni izvori)	Gasovi, čađ	Dimnjaci kotlovnica (stacionarni izvori)	Dva puta godišnje	Utvrđivanja izazivanja štetnosti

Saglasno ovom Planu programu monitoringa, kao i odredbi Studija o proceni uticaja na životnu sredinu koje su vezane za monitoring na svakom rudniku je organizovano merenje i kontrola sledećih parametara:

- Utvrđivanje kvaliteta jamske vode koja se ispušta u recepijent, kvartalno;
- Kvalitet vode u recepijentu, kvartalno;
- Merenje priliva vode u jami, mesečno;
- Nivo vode u bunarima u blizini eksploatacionog područja, kvartalno;
- Kvalitet vazduha iz jame (glavna izlazna vazдушna struja jame), petnestodnevno;
- Kvalitet vazduha iz stacionarnih rudničkih objekata, šestomesečno;
- Nivo buke, tri puta godišnje;
- Merenja deformacije površine terena, godišnje.

Upravljanje otpadom, odnosno kontrola prikupljanja, razvrstavanja, skladištenja i dalje otpreme otpada vrši se na dnevnom nivou, pri čemu treba istaći da je svaka vrsta otpada klasifikovana i kategorisana u skladu sa važećim zakonskim aktima.

Kvalitet vode, odnosno uzimanje uzoraka, analize uzoraka vazduha i vode vrše se od strane ovlašćenih institucija koje raspolažu sa potrebnom opremom i kvalifikovanim i stručnim licima za ove poslove.

Merenja priliva vode, po mestima priticanja u jami i glavnom jamskom vodosabirniku kao i nivoa vode u bunarima vrše određena stručna lica koje odredi glavno tehničko lice rudnika.

Praćenja i merenja deformacija potkopanog terena obavljaju stručna lica Službe merništva rudnika, po zadatim profiliskim linijama i mernim mestima.

Za poslove upravljanja otpadom na nivou rudnika formirane su odgovarajuće službe za upravljanje otpadom, dok se na nivou Uprave preduzeća vrši centralna koordinacija i upravljanje.

O izvršenim merenjima i kontroli kao i nalogima za otklanjanje utvrđenih nedostataka vodi se odgovarajuća tehnička dokumentacija, koja se uredno i po propisanoj proceduri arhivira.

Pri izradi ove disertacije obrađivaču je bila na raspolaganju određena dokumentacija, kako bi se na osnovu kompletne i celovite analize razvio odgovarajući monitoring životne sredine adekvatan za primenu u uslovima svih rudnika JP PEU.

7. RAZVOJ MODELA MONITORINGA ŽIVOTNE SREDINE

7.1. Konfiguracija monitoring sistema

Kako bi se pravovremeno uočili nepovoljni uticaji podzemne eksploatacije u rudnicima uglja Republike Srbije, obzirom na njihove ležišne, prirodno-geološke i tehničko-tehnološke uslove u okviru ove doktorske disertacije obrađen je razvoj monitoring sistema.

Razvijeni model treba da omogući pouzdanu procenu veličine i intenziteta zagađenja, moguće štete i blagovremeno preduzimanje mera radi sprečavanja širih zagađenja, odnosno uspešno saniranje eventualnog zagađenja. U ovom sistemu prate se svi značajniji izvori zagađenja i emiteri zagađenja proistekli iz tehnološkog procesa eksploatacije.

Pouzdan monitoring sistema zaštite životne sredine kod podzemnih rudnika sadrži sledeće faze:

- Identifikacija izvora i parametara zagađenja;
- Izbor parametara životne sredine koji se mere;
- Određivanje kritičnih oblasti;
- Prikupljanje podataka, analiza i procena.

Putem ovog monitoring sistema pratiće se merenjima emisije zagađujućih materija i imisije za više područja u okruženju radi utvrđivanja uticaja podzemne eksploatacije uglja uz pokrivanje sledećih entiteta životne sredine:

- Kvalitet zemljišta;
- Kvalitet površinskih i podzemnih voda;
- Kvalitet vazduha;
- Nivoa buke.

Ovom disertacijom razvijeni model monitoring sistema će omogućiti analizu izvora zagađenja prema njihovom doprinosu ukupnom zagađenju životne sredine uz sagledavanje efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine.

Procenjuje se da je uspostavljanje ovakvog sistema realno i da će se razvojem sistema omogućiti efikasan monitoring zaštite životne sredine u podzemnim rudnicima uglja u Republici Srbiji.

Blok dijagram razvijenog sistema monitoringa životne sredine kod podzemnih rudnika uglja prikazan je u Tabeli 7.1. i predstavlja unapređeno i prilagođeno konkretnim uslovima rešenje u odnosu na do sada primenjivani blok dijagram.

Tabela 7.1. Blok dijagram razvijenog monitoringa životne sredine kod podzemnih rudnika uglja

CILJEVI SISTEMA	Cilj Sistema monitoringa	Dokumentovati da se radovi eksploatacije uglja izvode uz dosledno sprovođenje mera zaštite životne sredine određene: <ul style="list-style-type: none"> - Projektnom dokumentacijom za izvođenje radova, - Studijom procene uticaja na životnu sredinu, - Planom o upravljanju otpadom, - Planom upravljanja rudarskim otpadom, - Program monitoringa.
	Standardi	<ul style="list-style-type: none"> - Standardi ISO 14000, - Standardi Republike Srbije.
	Specifični ciljevi Sistema monitoringa	<ul style="list-style-type: none"> - Utvrditi promene u životnoj sredini i njihove uzroke i posledice, - Praćenje parametara uticaja (sistemska) na životnu sredinu i uporedbom sa referentnim vrednostima, - Prilagođavati monitoring promenama i potrebama tehnološkog procesa, - Vršiti unapređenje operativnih mera i postupak zaštite životne sredine.
SISTEM MONITORINGA	Zahtevi	Iz Programa monitoringa definisati: <ul style="list-style-type: none"> - Parametere koji se mere, - Merna mesta, - Intezitet merenja, - Način i metoda merenja, - Način evidentiranja i distribucija izmerenih vrednosti.
	Realizacija monitoringa	Iz Studije o proceni uticaja detaljnije razviti, realizovati i pratiti: <ul style="list-style-type: none"> - Potencijalne opasnosti po životnu sredinu, - Neprihvatljive promene, - Nivo prihvatljivog rizika u prostoru i vremenu, - Prilagoditi učestalost merenja određenih parametara.
	Iz dokumentacije	Iz Programa monitoringa i Plana upravljanja otpadom i rudarskim otpadom: <ul style="list-style-type: none"> - Oceniti trendove stanja životne sredine, - Analizirati merne podatke i uzroke odstupanja, - Odrediti trendove stanja otpada i rudarskog otpada.
VREDNOVANJE	Iz organizacionog dela preduzeća zaduženog za životnu sredinu	Iz organizacionog dela preduzeća koje sprovodi operativne mere: <ul style="list-style-type: none"> - Inicirati izmene Programa monitoringa ako se oceni da je svrsishodno, - Vrednovati realizaciju merenja i praćenja parametara, - Sprovoditi u potpunosti system monitoringa.

7.2. Prikaz sadašnjeg stanja životne sredine u podzemnim rudnicima uglja

U cilju izrade predmetnog modela monitoring sistema zaštite životne sredine u prethodnim poglavljima detaljno su obrađeni prirodno-geološki i tehničko-tehnološki uslovi eksploatacije u rudnicima i njihov uticaj na životnu sredinu, prikazan postojeći model monitoringa i dat osvrt na rezultate merenja u okviru monitoring sistema.

Obzirom na dugogodišnji period eksploatacije (60 do 170 godina) izostao je prikaz nultog stanja, te se za obradu koristilo realno postojeće stanje saglasno tehničkoj dokumentaciji i izveštajima o izvršenim merenjima i preduzimanim merama zaštite životne sredine.

Rudnici saglasno zakonskoj regulativi poseduju odobrenu projektno-tehničku dokumentaciju za izvođenje radova eksploatacije uglja, svi imaju izrađene Studije o proceni uticaja na životnu sredinu, Plan upravljanja otpadom i ažuriran Plan i program praćenja uticaja radova eksploatacije u rudnicima na životnu sredinu.

Predviđena merenja kvaliteta vazduha, vode, zemljišta i nivoa buke uglavnom su vršena u predviđenim terminima sa povremenim odstupanjima iz niza razloga, kako subjektivne tako i objektivne prirode.

Kvalitet zemljišta kontrolisan je od strane ovlašćenih institucija i to povremeno po ukazanoj potrebi, a rezultati su pokazali da zemljište nije zagađeno teškim metalima.

Merenja deformacije površine terena pod uticajem radova otkopavanja vršena su od strane Službi merništva rudnika pri čemu su sistematska merenja vršena samo u rudnicima "Soko" i "Štavalj", delimično u rudniku "Rembas" - jama "Strmosten". U ostalim rudnicima vršeno je vizuelno osmatranje pojava deformacije terena kako bi se reagovalo na eventualno ugrožavanje objekata.

Merenja kvaliteta vazduha kod stacionarnih emitera rudnika vršeno je od strane ovlašćenih institucija i dobijeni rezultati zadovoljavaju tražene standardne vrednosti, sa povremenim kratkotrajnim prekoračenjima.

Merenja štetnih gasova u izlaznoj vazdušnoj struji jama obavljana su redovno i sistematski, saglasno terminima određenim rudarskim propisima. Karakteristično je

da se pojave metana beleže u jami rudnika “Soko” do 3m³/min dok se u ostalim metanskim jamama neznatna izdvajanja. Ostali štetni gasovi (CO, Co₂ i nitrozni gasovi od miniranja) se povremeno javljaju i to u niskim koncentracijama.

Merenja kvaliteta podzemnih i površinskih voda obavljano je od strane ovlašćenih institucija u svim rudnicima uglavnom u zadatim rokovima. Odstupanja merenih vrednosti od propisanih vezana su uglavnom za bakteriološke analize i povremeno sadržaj nitrata i nitrita.

Meranja nivoa buke kod rada glavnih ventilatora i ugrađenih kompresora kod svih rudnika vršena su kao referentna, i izuzev ventilatora jame “Jarando” Ibarskih rudnika, bila su u granicama propisanih vrednosti.

7.3. Parametri za utvrđivanje štetnih uticaja na životnu sredinu

Štetne uticaje na životnu sredinu po ovom modelu treba pratiti na bazi:

- Merenja kvaliteta površinskih i podzemnih voda;
- Merenja deformacije terena pod uticajem radova otkopavanja;
- Merenja kvaliteta zemljišta;
- Merenja kvaliteta jamskog vazduha;
- Merenja kvaliteta vazduha iz stacionarnih izvora (rudnički objekti);
- Kontrola nivoa buke;
- Kontrola odlaganja jalovine na rudničkim jalovištima;
- Kontrola sistema upravljanja otpadom.

Zagađenja koja se mogu pojaviti imaće uglavnom difuzni karakter te je plan i program merenja obuhvatio kombinaciju monitoringa emisije (zagađenja) što je zakonskim aktima propisano kao obavezujuće za sva rudarska preduzeća, i imisije (zagađenosti) što nije eksplicitna obaveza, ali se u praksi koristi radi potpunijeg praćenja promena.

Obzirom na karakter podzemne eksploatacije uglja, to vazduh iz jame po pravilu nema štetan uticaj na životnu sredinu, ali utiče na radnu sredinu te je rudarskim propisima predviđena oštra kontrola sadržaja štetnih gasova u jamskom vazduhu. Prašina koju vazдушna struja iznosi iz jame je bez štetnog uticaja na životnu sredinu obzirom da se u jamama ne dozvoljava nakupljanje prašine u opasnim koncentracijama. Manji deo

koji nosi izlazna vazдушna struja se taloži pod uticajem vlage u ventilacionom kanalu ventilatorskog postrojenja.

U rudničkim krugovima usled kamionskog transporta povremeno je prisutna trenutna zaprašenost koja se lako eliminiše. Pojave prašine su prisutne u rudničkim separacijama (klasirnicama) i vezane su za radnu sredinu, dok su uticaji na životnu sredinu neznatni i može se reći da izostaju.

Uticaj na atmosferski vazduh odnosno njegovo zagađenje može nastupiti iz rudničkih kotlovnica, kao stacionarnih izvora, obzirom da svaki rudnik u okviru svoje pogonske infrastrukture ima ove objekte za grejanje i potrebe sanitarnih i garderobnih prostora.

Propisima je data obaveza rudnika da u određenim rokovima vrše merenja sadržaja štetnih gasova i čestica, kod stacionarnih izvora.

Podzemne vode treba pratiti redovno u propisanim rokovima merenjima pritoka, po delovima jame radi ocene ugroženosti, kao i dimenzionisanja objekata i opreme za evaluaciju iste bez ugrožavanja životne sredine.

Merenja nivoa vode u bunarima u okviru i po obodima eksploatacionih polja će se pratiti u cilju ocene uticaja radova eksploatacije na sniženje nivoa pozemnih voda što je jedan od bitnih parametara životne sredine. Do sada rudnici nisu vršili praćenja ovih pojava.

Površinske rudničke vode treba pratiti i smislu provere kvaliteta vode u recepijentima (praćenje emisije). U recepijentu uzorkovanje vode u cilju utvrđivanja kvaliteta vrši se na lokaciji iznad i lokaciji ispod uliva jamske vode.

Vezano za nivo buke, dosadašnja iskustva i merenja su pokazala da buka nema štetan uticaj na životnu sredinu, a njen uticaj je uglavnom sveden na radnu sredinu, odnosno buku kod rada glavnih ventilatora i kompresora.

Obzirom na navedeno nema potrebe za sistematskim merenjima buke za ocenu ugroženosti životne sredine. Kod novih rudnika je obaveza referentnog merenja, a ostala merenja zavisno od ovih rezultata ili izmene delatnosti vezanih za rastojanje od

izgrađenih objekata van pogonskih krugova odnosno propise vezane za bezbednost i zdravlje na radu.

Kod zemljišta obavezna su merenja deformacija površine terena pod uticajem izvođenja radova otkopavanja u cilju dobijanja veličina vertikalnih i horizontalnih pomeranja i deformacija objekata, kao i periodična merenja kvaliteta zemljišta odnosno rasprostranjenosti teških metala u njemu.

Jedan od faktora koji utiče na životnu sredinu je i odlaganje jalovine (rudarski otpad) na rudničkim odlagalištima, kod čega je potrebno vršiti svakodnevnu vizuelnu kontrolu odlaganja i stanja jalovišta, a godišnje izvršiti merenja geometrijskih elemenata odlagališnih etaža i situacije jalovišta u prostoru.

U tehnološkom sistemu podzemne eksploatacije uglja, procesu čišćenja i prerade uglja i obavljanja pratećih radova (transport uglja i jalovine, formiranje jalovišta, skladištenje opreme i repromaterijala i drugo) nastaje rudnički i rudarski otpad koji se mora zbrinjavati shodno Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. Glasnik RS, br.36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018-dr. zakon) i pravilnicima donetih na osnovu istog i Uredbi o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom kao i kriterijumima za karakterizaciju, klasifikaciju i izveštavanje o rudarskom otpadu (Sl. Glasnik RS, br.53/17 sa danom stupanja na snagu 1.01.2020. godine) u daljem tekstu Uredba.

Rudnički otpad najviše nastaje od niza repromaterijala koji se upotrebljavaju u podzemnim rudnicima za dobijanje uglja, a to su uglavnom: jamsko drvo, čelični podgradni okviri, vetrove cevi, eksploziv, detonatori, el.upaljači, električni kablovi, šipke i krune za bušenje, gumeno platno transportera, benzin i dizel gorivo, mazivo i ulja. Takođe od opreme, uređaja, mašina i instalacija koji se koriste u procesu rada nastaje otpadni materijal (lanci, užad, korita grabuljastih transportera, kućišta i delovi reduktora i motora, konstrukcija i pogoni trakastih transportera, delovi mašina i drugo) koji se mora na adekvatan način zbrinuti.

Pri podzemnoj eksploataciji uglja glavni generatori otpada su proizvodni objekti (jame i kopovi), objekti za preradu uglja (klasirnice i separacije) i objekti za održavanje

opreme (mašinske, elektro i stolarske radionice). Metalni otpad je najprisutniji u rudnicima i najčešće je raspoređen na više lokacija u jednom rudniku.

Od ulja u rudnicima koriste se reduktorsko, kompresorsko, trafo, motorno i hidraulično ulje. Od zauljenih materija najviše je zastupljeno zauljeno zemljište kontaminirano manipulacijom gorivom i uljima, na mestima odbačenih delova opreme i odložene ambalaže od ulja. Pored zemljišta u ovu grupu se ubrajaju i stari uljni filteri, burad i zauljene krpe. Takođe u opasni otpad koji se generiše na rudnicima prisutni su i akumulatori i baterije od rudničkih akumulatorskih aku-baterija rudarskih lampi i standardnih akumulatora za motorna vozila. Pored ovog značajni udeo u rudničkom otpadu čine: gumeni otpad (odbačeni pneumatici i transportno platno), građevinski otpad, drveni i mešani otpad, stara vozila (automobili, kamioni, autobusi, građevinske mašine).

Tretman rudničkog otpada, od prikupljanja, razvrstavanja, skladištenja i isporuke ovlašćenim operaterima na svakom rudniku je organizovan prema propisanom dokumentu „Plan upravljanja otpadom u rudniku“ koji se redovno ažurira. Pored toga, shodno podzakonskim aktima za svaku vrstu otpada izrađuju se pojedinačna uputstva za tretman.

Uredbom koja je stupila na snagu početkom 2020. godine rudarska preduzeća su obavezna da odlaganje i upravljanje rudarskim otpadom vrše na osnovu “Dozvole za upravljanje rudarskim otpadom” koje izdaje nadležno ministarstvo u skladu sa Planom upravljanja rudarskim otpadom i drugom pratećom dokumentacijom, kojom se definiše vrsta, način upravljanja i izveštavanja, kao i druge obaveze proistekle iz zbrinjavanja rudarskog otpada, a posebno kriterijumi, karakterizacije i klasifikacije.

U rudarstvu Republike Srbije a shodno Uredbi pod pojmom rudarski otpad podrazumevaju se sledeći činioci:

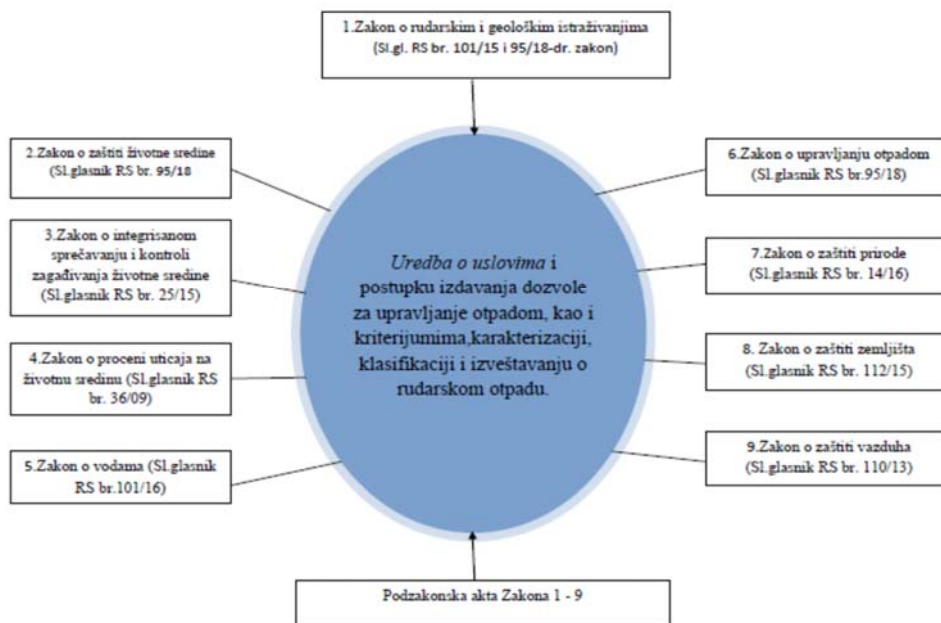
- Jalovina, otpad koje nastaje pri obavljanju eksploatacionih radova (prateće stene u kojima se vrše rudarski radovi u jamama, međuslojna jalovina na površinskim kopovima);
- Flotacijska (separacijska) jalovina, rudarski otpad koji nastaje u postrojenjima za drobljenje, pripremu i klasiranje mineralnih sirovina;

- Otkrivka, sloj zemlje iznad slojeva (sloja) mineralne sirovine koja se prethodno uklanja radi vršenja rudarskih radova;
- Otpadna isplaka, isplaka nastala pri procesu istražnog i eksploatacionog bušenja, obično zamuljena, a može biti i kontaminirana;
- Rudničke (jamske) vode, predstavljaju vode iz podzemnih radova ili obodnih kanala površinskih kopova i jalovišta [Ivković et al., 2020].

Rudarski otpad poseduje svoje karakteristike koje ga detaljno definišu i to: hemijski i mineralni sastav, toksičnost, samozapaljivost, količina, krupnoća, hazardnost. Pri razmatranjima vezanim za rudnike uglja pri analizi potencijalnog uticaja rudarskog otpada na životnu sredinu uglavnom se razmatraju količine i sastav rudarskog otpada (otkrivka i jalovina) koje mogu imati uticaja, dok ostali otpad ima uglavnom minimalan uticaj [Redžić et al., 2010].

Od količine nastale jalovine zavise oblik i dimenzije jalovišta (odlagališta) a time se utiče na svojstvo hazardnosti rudarskog otpada [Knežević et al., 2018]. Praktično za podzemne rudnike uglja hijerarhijski problem upravljanja rudarskim otpadom svodi se uglavnom na njegove količine, krupnoću i sastav, a time na poslednju fazu, odnosno na fazu deponovanja (odlaganja) i formiranja jalovišta [Zakon o upravljanju otpadom, Službeni glasnik RS]. Uredbom su jalovišta klasifikovana na uslovno izraženo „opasna“ (kategorija A) i „neopasna“ (van kategorije A). Jalovištima koja su klasifikovana u kategoriju A treba posvetiti posebnu pažnju kako bi se štitila životna sredina i to od faze projektovanja, izgradnje – formiranja i praćenja, do završne faze odlaganja [Uredba, Službeni glasnik RS, br. 53/17].

Ispunjenje zahteva Uredbe vezano je za odredbe niza zakona kojima se reguliše zaštita životne sredine, a što je šematski prikazano na Slici 7.1.



Slika 7.1. Blok dijagram odnosa Uredbe i osnovnih zakonskih i podzakonskih akata za upravljanje rudarskim otpadom [Uredba, Službeni glasnik RS, br. 53/17].

Na osnovu navedenog u ovom poglavlju izrađen je “Razvijeni model monitoringa životne sredine kod podzemnih rudnika uglja”, prikazan u Tabeli 7.2. u kojoj su definisani parametri koje je potrebno pratiti.

Tabela 7.2. Razvijeni model monitoring životne sredine kod podzemnih rudnika uglja

- Parametri utvrđivanja uticaja -

INSTRUMENTALNA I LABORATORIJSKA MERENJA	Predmet monitoringa	Parametri koji se prate	Merna mesta monitoringa i kontrole	Način i učestalost monitoringa i kontrole	Zahtevi monitoringa i kontrole
	Zemljište	Veličina horizontalnih i vertikalnih deformacija terena	Površina potkopanog terena eksploatacionog područja	Meračka geodetska merenja, godišnje	Deformacije terena – zahtev rudarskih propisa
		Situacija jalovišta i etaža u prostoru	Rudnička jalovišta	Meračka geodetska merenja, godišnje	Stabilnost jalovišta i etaža, projekat
	Voda	Kvalitet jamske vode i vode u recepijentu	Jamska voda pre uliva, iznad i ispod uliva	Laboratorijska ispitivanja, kvartalno	Utvrđuju se *** - zahtevi po pravilniku
		Količinski priliv vode u jami	Rudarske prostorije, izvorišta	Merenje, (oprema), mesečno	Priliv vode (m ³ /min) – zahtev rudarskog projekta
		Nivo vode u bunarima	Bunari, eksploataciono područje	Priručni merač, kvartalno	Nivo vode, kolebanja nivoa – zahtev rudarskog projekta
	Vazduh	Koncentracija gasova u jamskom vazduhu	Ventilacioni kanal jame	Instrumentalna merenja, petnaestodnevno	Koncentracija gasa u % * - zahtev rudarskih propisa
		Emisija na emiteru	Stacionarni izvor, dimnjak kotlovnice	Laboratorijska ispitivanja, polugodišnje	Mere se - zahtev pravilnika
		Oštećenje objekata	Reperne tačke objekta čije se pomeranje prati	Vizuelna kontrola, polugodišnje po potrebi instrumentalno merenje	Stepen oštećenja i trend daljeg pomeranja – zahtev projekta

OPERATIVNA KONTROLA	Zemljište	Zagađenost štetnim materijama površine terena	Lokacija zagađenja – ekcesni slučajevi	Operativna kontrola i laboratorijska ispitivanja, po potrebi	Mere se zahtev pravilnika
		Odlaganje rudarskog otpada na jalovištu	Radne etaže jalovišta	Vizuelna kontrola, dnevno	Utvrđivanje pravila odlaganja, projekat - projekat
	Otpad	Vrsta i količina otpada, klasa i kategorija	Lokacije prikupljanja, razvrstavanja, skladištenja i otpreme	Vizuelna kontrola, dnevno, ostalo po potrebi	Pravilan tretman po propisima - zahtev Plan upravljanja rudarskim otpadom
	Buka	Rudarski radovi se izvode pod zemljom, priprema u separacijama na površini je u zatvorenim prostorijama. Pojave buke su kod rada glavnog ventilatora i kompresora. Meri se buka kao referentno merenje, a po potrebi nova periodična merenja.			

* CH₄, CO₂, CO, nitrozni gasovi;

** pH, humus, CaCO₃, masti i ulja, lako isparljiva organska jedinjenja, Fe, Cr, Cu, Ni, Cd, Pb, Mn, Zn.

*** temperatura, boja, miris, pH, taložne materije, suspendovane materije, ostatak posle isparavanja KMnO₄, BPK₅, HPK, NO₃, NO₂, NH₄, Cl, SO₄, PO₄, fenol, deterdženti, ulja i masti, Fe, Hg, Cu, Cd, Zn, Pb, rastvoreni kiseonik.

**** CO, SO₂, NO_x, O₂, CO₂, temperatura, vazdušni pritisak, brzina gasa, prečnik emitera, količina otpadnog gasa.

7.4. Merna mesta i načini merenja utvrđenih parametara

7.4.1. Monitoring zemljišta

Sistematski monitoring zemljišta obuhvata merenja deformacije površine terena pod uticajem izvođenja rudarskih radova, od strane posebno zaduženih lica godišnje.

Merenja se vrše na reperima – mernim mestima lociranim na uzdužnom i više poprečnih profila, te se utvrđuju horizontalna i vertikalna pomeranja.

U okviru monitoringa zemljišta, potrebno je godišnje vršiti meračko merenje prostorne situacije jalovišta i odlagališnih etaža.

7.4.2. Monitoring vazduha

Prema ovom modelu monitoringa životne sredine vezano za vazduh predviđaju se merenja koncentracija štetnih gasova u izlaznoj vazdušnoj struji jame i merenja štetnih komponenti kod rudničkih kotlovnica, kao i stacionarnih izvora zagađenja atmosferskog vazduha.

Utvrđivanje koncentracije štetnih gasova vrši se ručnim instrumentima – meračima gasova na mernom mestu lociranom u ventilacionom kanalu, petnaestodnevno, od strane posebno zaduženih lica.

Kod rudničkih kotlovnica, odnosno stacionarnih izvora zagađenja vrši se merenje emisije zagađujućih komponenti mernim uređajima na mernim mestima, primenom propisanih metoda merenja i standarda.

Ova merenja mogu biti periodična kao povremena i kao kontrolna. Povremena merenja vrše se radi poređenja izmerenih vrednosti emisija sa graničnim vrednostima emisije i to dva puta godišnje u uslovima rada pri najvećem opterećenju [Zakon o zaštiti vazduha, Sl. glasnik RS].

Merenje emisije zagađujućih materija takođe se obavljaju po propisanom postupku sa odgovarajućim instrumentima. Neposredna lokacija mernih mesta se određuje prema izvoru zagađenja, meteoroloških uslova i blizine naselja [Popović, 2020].

7.4.3. Monitoring voda

Monitoring voda treba vršiti i rezultate upoređivati sa odredbama Uredbe o graničnim vrednostima prioriternih i hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl.glasnik RS, br.24/14), Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl.glasnik RS, br.50/12), kao i Uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje (Sl.glasnik RS, br.67/11, 48/12 i 01/16).

Uzorke vode uzimati u odvodnim kanalima jamske vode prema recepijentima, pri čemu se formiraju tri merna mesta:

- Merno mesto 1. – u odvodnom kanalu (jamska voda);
- Merno mesto 2. – u recepijentu uzvodno od uliva jamske vode;
- Merno mesto 3. – u recepijentu nizvodno od uliva jamske vode.

i to kvartalno, a laboratorijsko ispitivanje mora vršiti ovlašćena ustanova.

Kod merenja utvrđuju se uglavnom sledeće vrednosti: temperatura, boja, miris, pH vrednost, elektroprovodljivost, sedimentne materije, suspendovane materije, HPK, BPK 5, rastvorljivi kiseonik, zasićenost kiseonika, metali, metaloidi i njihova jedinjenja (Cr, Co, As, Cd, Pb, Zn, Hg, Ar, Ni, Sb, Sn, Fe, Cn, Mn) sulfate, mineralna ulja i ugljovodonici, ukupne masti i ulja.

Kod uzimanja uzoraka na mernim mestima u kanalu je potrebno meriti i količine ispitivanih voda.

7.4.4. Kontrola nivoa buke

Podzemna eksploatacija uglja obavlja se pod zemljom, a na površini priprema uglja je u zatvorenim prostorima, te nivo buke ne ugrožava životnu sredinu.

Prema dosadašnjem iskustvu i merenjima nivoa buke samo se kod rada glavnog ventilatora i rada kompresora javlja nešto veći nivo buke, ali to utiče na radnu sredinu. Ova oprema se locira pored glavnih jamskih otvora, u okviru rudničkih krugova, gde nema u blizini objekata stanovanja. U slučaju da se kod nekog aktivnog rudnika u blizini jamskih otvora izgrade stambeni objekti neophodno je izvršiti referentna merenja na osnovu čega će se proceniti potreba (ili ne) merenja. Kod novih rudnika koje se planiraju otvarati vršiće se izbor ventilatora i kompresora savremene konstrukcije koji su takozvani bešumni, odnosno sa minimumom buke.

7.4.5. Voda u bunarima

U cilju praćenja uticaja radova otkopavanja na sniženje nivoa podzemne vode vršiće se merenja nova vode u bunarima u okviru eksploatacionog područja i u neposrednoj

blizini njenih granica, sa priručnim meračima, kvartalno, o čemu se vodi odgovarajuća evidencija.

7.4.6. Kontrola tretmana otpada

Otpadom koji se javlja u okviru tehnološkog procesa podzemne eksploatacije i njegovim pratećim radnjama na površini može se u određenim situacijama izvršiti zagađenje životne sredine, odnosno zemljišta, vazduha i vode, te se tretman otpada mora vršiti na propisan način u svim fazama od prikupljanja, razvrstavanja, skladištenja i otpreme ovlašćenim operaterima.

Zakonskom regulativom predviđeno je da se oblast tretmana otpada obuhvati pratećom tehničkom dokumentacijom koja detaljno obrađuje ovu problematiku sa obavezujućom primenom, i to:

- Studija o proceni uticaja na životnu sredinu;
- Plan upravljanja otpadom;
- Plan upravljanja rudarskim otpadom;
- Uputstva za tretman svake vrste otpada, pojedinačno [Službeni glasnik RS].

Kontrola tretmana otpada, po podzakonskim aktima i navedenoj dokumentaciji, vrši se svakodnevno uvidom na svim lokacijama tretmana otpada i to od strane posebno zaduženih lica za koje je zakon propisao potrebne uslove i vođenje propisane dokumentacije.

Kontrola odlaganja rudarskog otpada na jalovištima je takođe obavezujuća.

Rudarski otpad odlaže se na jalovištima, koja su za to određena projektnom dokumentacijom, a obuhvaćena detaljnije Studijama o proceni uticaja na životnu sredinu i Planom upravljanja rudarskim otpadom.

Pri odlaganju posebna pažnja se posvećuje redosledu odlaganja i stabilnosti odlagališnih etaža i ukupno jalovišta kako bi se predupredile hazardne situacije. Kontrola se obavlja svakodnevno od strane zaduženih lica iz reda rudarske operative.

Na području jalovišta jednom u tri godine potrebno je izvršiti najmanje na jednom mernom mestu uzimanje kompozitnih uzoraka zemljišta i izvršiti analizu u cilju ocene da li se vrši zagađenje. Merno mesto se u principu treba postaviti na 300-500m od jalovišta i to na strani jalovišta na kojoj se vrši oticanje površinske vode.

Ispitivanjima utvrditi pH, CaCO₃, sadržaj humusa, mikro elemente, teški metali (gvožđe, mangan, cink, bakar, hrom, olovo, kadmijum, živa...).

7.4.7. Kontrola oštećenja objekata u okviru eksploatacionog područja i njegovoj blizini

U okviru eksploatacionog područja grade se rudnički objekti, a ponekad se mogu javiti i drugi objekti te je neophodno vizuelno kontrolisati eventualna oštećenja, polugodišnje, od strane posebno određenih lica. Pored toga ukoliko se oceni da će se izvođenjem radova eksploatacije oštetiti i objekti van granica eksploatacionog područja, ovu kontrolu treba i na njih proširiti.

Kada se procenom utvrdi da postoji verovatnoća oštećenja određenog objekta (grupe objekata) tada se pristupa ugradnji repera za merna mesta, izvrši merenje nultog stanja, a nakon toga kontrolu obavljati instrumentalnim merenjem, godišnje, a zavisno od situacije ponašanja objekata i češće odnosno ređe.

8. ZAKLJUČAK

Prema raspoloživim podacima o proizvodnji i potrošnji uglja u svetu, kao i Republici Srbiji, očigledno je da će ugalj i narednih decenija zadržati vodeću poziciju kao energent za proizvodnju električne energije, te se prema tome i planira razvoj industrije uglja.

Uzimajući u obzir sadašnje stanje rudnika uglja u Republici Srbiji kako sa površinskim sistemom eksploatacije, tako i sa podzemnim sistemom eksploatacije, očigledno je da je površinski sistem eksploatacije značajno uspešniji. U prvom redu zahvaljujući visokoj koncentraciji mehanizovane opreme, a ta činjenica ukazuje da i podzemni rudnici svoj razvoj treba da temelje na primeni visokomehanizovanih proizvodnih sistema.

Sada su aktivni podzemni rudnici, u poslovnom i proizvodnom smislu, u izuzetno složenoj situaciji uzrokovanoj delovanjem niza faktora. U prvom redu izostanak investiranja u nabavku nove savremene opreme i otežano održavanje postojeće, što rezultira niskim proizvodnim kapacitetima. Sa druge strane nema otvaranja novih otkopnih kapaciteta u aktivnim rudnicima, a i ne pristupa se aktiviranju nekog od novih rudnika, što pretil daljem redukovanjem broja rudnika.

Uzimajući u obzir strateške dokumente iz oblasti razvoja energetike Republike Srbije prema kojim se predviđa povećanje nivoa proizvodnje uglja iz podzemnih rudnika, to se neizostavno u što bližem vremenu mora prići realizaciji strategije razvoja podzemnih rudnika, a što podrazumeva etapno obustavljanje radova eksploatacije u rudnicima čije su rezerve uglja pred iscrpljenjem, a u ostalim aktivnim rudnicima izvršiti mehanizovanje tehnološkog procesa, posebno otkopavanja i izrade rudarskih prostorija. Paralelno sa ovim aktivnostima neophodno je pristupiti otvaranju rudnika u novom ležištu sa većim rezervama i prirodno-geološkim uslovima povoljnijim za primenu mehanizovane opreme.

U okviru izrade ove disertacije jedan od ciljeva bio je da se izvrši detaljno upoznavanje i analiza tehnoloških šema rada u rudnicima i prikupe podaci kvantitativne i kvalitativne prirode o prisustvu i distribuciji zagađenja, praćenje emisija i imisija, izvora zagađivanja i njihovog rasporeda, i određivanja štetnih materija na određenim lokacijama. Kao poseban cilj istraživanja izdvojen je segment razvoja novog modela

monitoringa životne sredine prilagođen realnim uslovima podzemnih rudnika u Republici Srbiji.

Na osnovu obrade prikupljenih podataka vidljivo je da podzemna eksploatacija uglja ima određeni uticaj na životnu sredinu, a što iziskuje preduzimanje određenih mera da se štetni uticaji na činioce životne sredine smanje i minimiziraju.

Podaci o merenjima i praćenju određenih parametara u rudnicima pokazala su da je osnovni štetni uticaj izražen u deformacijama površine potkopanog terena, a zatim povremeno onečišćenje površinske vode određenim štetnim otpadnim materijama.

Iz ovoga se zaključuje da se tretman otpada u svim fazama mora sprovesti po propisanim procedurama.

Istraživanjima se došlo do novog razvijenog metoda monitoringa životne sredine, a njegove karakteristike su prikazane u Poglavlju 7. Procenjuje se da je uspostavljanje ovog modela realno i da će razvoj sistema omogućiti efikasan monitoring životne sredine u podzemnim rudnicima uglja a koji je u skladu sa postojećim zakonskim i institucionalnim okvirom u Republici Srbiji. Ovim je potvrđena glavna hipoteza sadržana u stavu: "Ukoliko se razvije adekvatan monitoring mogu se minimizirati negativni uticaji podzemne eksploatacije uglja na životnu sredinu", s obzirom da se negativni uticaji ne mogu u potpunosti otkloniti ali se daju minimizirati.

Sagledavanjima pozicije uglja u energetske bilansu države očito je da će ugalj zadržati svoj značaj i da će se razvijati kako rudnici sa površinskom tako i podzemnom eksploatacijom. Kod ovoga vezano za podzemnu eksploataciju je neminovno pristupiti otvaranju novih rudnika, a njihov rad mora biti praćen primenom savremene opreme, čime se postižu racionalne, proizvodne, sigurnosne i finansijske performance. Ovim je dokazana pomoćna hipoteza 1. a detaljnije obrazložena podacima u poglavlju 4.

Pomoćna hipoteza 2.: "Minimiziranje negativnog uticaja na životnu sredinu procesa podzemne eksploatacije povećati će se atraktivnost za razvoj podzemnih rudnika uglja", je obrazložena praktično kroz gotovo ceo tekst disertacije, a dodatni argument je da savremeno društvo traži da se takozvane "prljave tehnologije" gase i da se prednost daje onim privrednim granama sa minimalnim uticajima na životnu sredinu.

Tema disertacije je aktuelna, a glavni doprinos provedenih istraživanja je u uočavanju značaja životne sredine i definisanju novog modela monitoringa životne sredine kod izvođenja radova podzemne eksploatacije uglja, čijom realizacijom će se postići viša efikasnost u zaštiti životne sredine.

LITERATURA

- [1] Aleksić, J. (2010). Prirodni kapital, Udžbenik, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd.
- [2] Aleksić, J., Adžemović, M. (2012). Sistem ekološke bezbednosti, Udžbenik, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd.
- [3] Aleksić, J., Dragosavljević, Z., Adžemović, M. (2012). Metodologija procene ekološke štete, Udžbenik, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd.
- [4] Amidžić, L. (2013). Održivi razvoj i prirodni resursi, Skripta, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd
- [5] Amidžić, L. (2014). Biološka raznovrsnost, Udžbenik, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd.
- [6] Bralić J., (1976). Uzroci pojave izboja gasa i stenskog materijala sa predlogom mera zaštite na radu pri eksploataciji uglja u rudniku „Soko“, Geomehantičke karakteristike sredine, Knjiga II – Rudarski institut – Beograd.
- [7] Dragan Stanojević at all. (2022). Nacionalni izvještaj o ljudskom razvoju- Srbija 2022. Ljudski razvoj kao odgovor na demografske promene, UNDP, UNFPA Srbija.
- [8] Dragišić V., Živanović V., Tadić D., (2009). Elaborat o rezultatima istraživanja uticaja otpadnih rudničkih voda istočne Srbije na životnu sredinu, Fond stručne dokumentacije Departmana za hidrogeologiju RGF, Beograd.
- [9] Dramlić, D., Ristić V., Đukanović D., Đokić N., Zlatanović D., (2023). Reliability of the main fan cola mining plants, Termal Science, Volume 27, No. 1, part A , pp 47-59.
- [10] Draško, Z. i saradnici (2003). Studija „Analiza i definisanja prirodnih uslova ležište uglja kao bitnih faktora za primenu savremenih metoda i tehnologija otkopavanja“, Knjiga 2. Potencijalna ležišta, Tekon-Tehnokonsalting i RGF-Beograd, Beograd.
- [11] Đorđević, S.(2014). Primenjena ekologija, Monografija, Univerzitet Singidunum, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd.
- [12] Đukić, B., Todorović, V., Bailović, B., (2018). Potreba osavremenjavanja tehnologije izrade kapitalnih rudarskih prostorija u jami "Strmosten" RMU "Rembas" – Resavica, 9. Simpozijum sa međunarodnim učešćem, „Rudarstvo 2018“, Vrnjačka Banja.
- [13] Elektroprivreda Srbije,(2010). Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta eksploatacije uglja na PK „Polje C“ RB „Kolubara“, Tehnička dokumentacija RB „Kolubara“ – Lazarevac, Lazarevac.
- [14] EPA, (1995). Environmental Monitoring and Performance, Best practice environmental management in mining, Australian Environmental Protection Agency, Canberra.
- [15] Fondovska dokumentacija Geološkog zavoda Srbije i Ministarstva rudarstva i energetike, Prostorni planovi posebne namene rudarskih basena i prostora za

eksploataciju.

- [16] Heleta, M. (2010). Projektovanje menadžment sistema životne i radne sredine, Univerzitet Singidunum, Beograd.
- [17] Ignjatović, M. (2018). Program ostvarivanja strategije energetike Republike Srbije sa osvrtom na uglj, Balkan-Magazin, april 2018, Beograd.
- [18] Ivković M., 2012. Usavršavanje tehnološkog procesa eksploatacije, unapređenje zaštite životne sredine i poboljšanje bezbednosti i zdravlje zaposlenih u podzemnim rudnicima uglja u Srbiji, Resavica.
- [19] Ivković M., Miljanović J. (2009) . Parametri uticajni na životnu sredinu u rudniku "Soko"- Sokobanja, Rudarski radovi, Komitet za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina br.1/2009.
- [20] Ivković, M. (1997). Racionalni sistem podzemnog otkopavanja slojeva mrkog uglja velike debljine u složenim uslovima eksploatacije, Doktorska disertacija, RGF-Beograd, Beograd.
- [21] Ivković, M. (2012). Sistematizacija prirodno geoloških uslova eksploatacije uglja u podzemnim rudnicima u Srbiji, Monografija, Komitet za podzemnu eksploataciju mineralnih sirovina, Resavica.
- [22] Ivković, M. (2016). Perspektive razvoja podzemnih rudnika uglja u Srbiji, Zbornik radova VII Simpozijum sa međunarodnim učešćem „Rudarstvo 2016“, Sremski Karlovci, PKS, Beograd.
- [23] Ivković, Z., Dramlić, D., Kotoran, R., Trivan, J. (2020). Problematika upravljanja rudarskim otpadom u podzemnim rudnicima uglja u Srbiji, Zbornik radova savetovanje sa međunarodnim učešćem „Rudarstvo 2020“, PKS, Beograd.
- [24] Jovanović, Đ., Stokić, D., Matavulj, M., & Igić, S. (2013). Strategijski značaj razvoja standarda serije ISO 14000 u Republici Srbiji. *Ecologica*, 20(72), (13).
- [25] Zhang Y., Yang W., Han d., Kim Y. II., (2014). An Integrated Environment Monitoring System for Underground Coal Mines- Wireless Sensor Network Subsystem with Multi- Parameter Monitoring, MDPI, Volume 14, Issue 7.
- [26] JP-PEU,(2004-2014). Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta eksploatacije uglja u rudnicima JP-PEU – jamama: „Vrška Čuka“, „Jarando“, „Tadenje“, „Progorelica“, „Istočno polje“, „Strmosten“, „Ravna Reka“, „Jelovac“, „Senjski Rudnik“, „Soko“, „Jasenovac“, „Lubnica“, „Štavalj“, Tehnička dokumentacija JP-PEU Resavica, Resavica.
- [27] Knežević D., Nišić D., Tomanec R., Randelović D., (2018). Karakterizacija i upravljanje industrijskim otpadom, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.
- [28] Knežević, L., Perović, G.(2006). Pojmovnik Zaštita životna sredina: ekologija i environologija, Agencija za reciklažu Republike Srbije, Beograd.
- [29] Kokerić S., 2014. Knjiga odvodnjavanja-rudnik „Soko“, Fond stručne dokumentacije rudnika „Soko“, Soko Banja.
- [30] Kostić, A., (2007). Inženjering zaštite životne sredine, Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.

- [31] Lješević M., 2010. Životna sredina, teorija i metodologija istraživanja, Univerzitet Singidunum, 2010.
- [32] Majstorović S., Miljanović J., Tošić D. (2019). Metode podzemne eksploatacije, Univerzitet u Banjoj Luci Rudarski fakultet Prijedor.
- [33] Malbašić, V., Majstorović, S.(2013). Uvod u rudarstvo, Osnovni udžbenici, Rudarski fakultet – Prijedor, Prijedor.
- [34] Milenković J., Ramović I., 2004. Elaborat o rezervama uglja rudnika "Bogovina", JP PEU Resavica, Biro za projektovanje i razvoj, Beograd.
- [35] Miljanović, J., Đurić, N., Stojanović, L., Majstorović, S., Kovačević, Ž.(2014). Definisane osnovnih uslova za primenu širokočelnog otkopavanja principom horizontalne koncentracije, Tehnički arhiv – Tehnički institut, Bijeljina.
- [36] Miljević, M. (2007). Metodologija naučnog rada, Udžbenik, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Republika Srpska.
- [37] Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara, Službeni glasnik, br. 33/2012).
- [38] Novitović O., Randić D., Novitović A., Zaštita životne sredine, Užice, 2009.
- [39] Olbina Ž., Zelić N., 2013. Javno preduzeće za podzemnu eksploataciju uglja „Resavica“-Resavica u restrukturiranju (profil preduzeća), Izdanje Factis d.o.o. Beograd, Fondovska dokumentacija JPPEU, Resavica.
- [40] Petrović M., 2011. Elaborat o rezervama uglja ležišta "Soko" RMU "Soko", JP PEU Resavica u restrukturiranju, Biro za projektovanje i razvoj, Beograd.
- [41] Popović T., (2020). Izveštaj o zaštiti kvaliteta vazduha na nivou lokalne samouprave u Republici Srbiji, UNDP Srbija, Beograd.
- [42] Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju buci, Službeni glasnik RS, br. 96/2011, 78/2015 i 93/2019).
- [43] Ratković D., 2011. Elaborat o rezervama uglja ležišta „Bogovina“-RMU „Bogovina“ – Bogovina (stanje na dan 31.12.2010.), JP PEU Resavica u restrukturiranju, Biro za projektovanje i razvoj, Beograd.
- [44] Redžić N., Đorđević Lj., Đukić I., Misajlovski N., Mihailović I. (2010). Katalog otpada, Uputstvo za određivanje indeksnog broja, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd.
- [45] Statut JP PEU, 2017.
- [46] Stjepanović, M., (1992). Naučne osnove optimizacije glavnih parametara podzemne eksploatacije, Udžbenik, Tehnički fakultet, Bor
- [47] Studija o proceni uticaja na životnu sredinu Projekta "Eksploatacija uglja na površinskom kopu Polje C, za kapacitete od 5 mil. tona godišnje, sa otkopavanjem odlagališta "Istočna kipa", RB "Kolubara" Lazarevac.
- [48] Todorović V., Ivković Z., Tošić D., (2020). Značaj otvarawa rudnika " Poljana" za održavanje I razvoj podzemne eksploatacije uglja u republici Srbiji, Zborni radova 11. Simpozijuma "Rudarstvo 2016", Sremski Karlovci.
- [49] Todorović, V., Đukanović, D., Dramlić, D., (2017). Mogućnost primene nove otkopne metode u jamama RMU "Rembas" Resavica, sa osvrtom na jamu

- “Strmosten”, 2 međunarodni simpozijum, „Investicije i nove tehnologije u energetici i rudarstvu“, Borsko jezero.
- [50] Ivković, Z., Tošić, D., Dejan, D., (2022). Analiza rezervi uglja predisponiranih za sistem podzemne eksploatacije u Republici Srbiji, 13. Simpozijum sa međunarodnim učešćem „Rudarstvo 2022“, Održivi razvoj u rudarstvu i energetici, Zbornik radova PKS, Vrnjačka Banja.
- [51] Lojanica, V.,(2013). Elaborat o resursima i rezervama kamenog uglja ležišta „Jarando“ – Ugaljprojekt, Beograd.
- [52] Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini, (Službeni glasnik RS, br.75/2010).
- [53] Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, br. 67/11; 48/12 i 1/16).
- [54] Uredba o programu sistematskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologija za izradu remedijacionih programa (Službeni glasnik RS br.88/10, 30/18- dr. uredba).
- [55] Uredba o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima za karakterizaciju, klasifikaciju i izvještavanju o rudarskom otpadu, (Službeni glasnik RS br. 53/17).
- [56] Vlada Republike Srbije (2018). Strategija upravljanja mineralnim resursima Republike Srbije do 2030. godine (Službeni glasnik Rs, br. 18/2018).
- [57] Vlada Republike Srbije,(2012). Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i dobara (Sl. glasnik RS, br. 33/12).
- [58] Vlada Republike Srbije, (2015). Strategija razvoja energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijom do 2030. godine (Sl. glasnik RS, br. 101/15).
- [59] Vlada Republike Srbije,(2017). Program ostvarivanja strategije razvoj energetike Republike Srbije do 2025. godine sa projekcijom do 2030. godine za period od 2017. do 2023. godine.
- [60] Vlada Republike Srbije, (2019). Energetski bilans Republike Srbije za 2020. godinu (Sl. glasnik RS, br. 94/19).
- [61] Whittaker, B. N and Reddish, D. J (1989). Subsidence: occurrence, prediction and control. Elsevier. California, USA.
- [62] Zakon o upravljanju otpadom, Službeni glasnik RS, br. 36/2009, 88/2009, 14/2010, 14/2016, 95/2018- dr. Zakon i 35/2002)
- [63] Zakon o zaštiti vazduha, Službeni glasnik RS, br. 36/09, 10/13. i 26/2021.

Biografija kandidata

Kandidat Dejan Dramlić rođen je 04.06.1968. godine u Beogradu, Republika Srbija. Osnovnu školu i srednju Pravno birotehničku školu završio je u Beogradu. Pohađao je Pravni fakultet Univerziteta u Beogradu, gde je 12.10.1999. godine diplomirao i stekao zvanje diplomiranog pravnika. Pravni fakultet je 26.12.2022. godine kandidatu izdao potvrdu 03 br. 1772 kojom potvrđuje da stručni naziv diplomiranog pravnika koji je kandidat stekao završavanjem studija u trajanju od četiri do šest godina je izjednačen za akademskim nazivom master (M.Sc.).

Kandidat je pohađao poslediplomske studije na Fakultetu za primenjenu ekologiju Univerziteta Sigidunum u Beogradu, na studijskom programu „Integralno upravljanje prirodnim resursima“. Kandidat je 21.07.2015. godine završio studije i stekao zvanje Master analitičara zaštite životne sredine. Naziv završnog rada je „Ekološko ekonomski značaj donošenja i primene legislative o elektrofilterskom pepelu u građevinarstvu“.

Kandidat Dejan Dramlić nakon završenog fakulteta obavljao praksu u advokatskoj kancelariji adv. V. Matkovića iz Beograda, u statusu advokatskog pripravnika upisanog u Advokatskoj komori Beograda.

Od 2005. godine zaposlen je u Institutu za ispitivanje materijala ad Beograd. Obavljao je poslove diplomiranog pravnika u službi za pravne i kadrovske poslove. Počevši od 2007. godine izabran je za Sekretara akcionarskog društva, a koje poslove obavlja do danas. Od marta 2023. godine imenovan je za Direktora Službe za opšte i tehničke poslove.

Kandidat je položio ispit i dana 27.04.2016. godine od Uprave za javne nabavke Republike Srbije dobio Sertifikat za službenika za javne nabavke.

Aktivno je učestvovao u pripremi i donošenju opštih akata u vezi statusnog položaja i organizacije privrednog društva. Učestovao u izradi akata koji uređuju primenu Zakona o sprečavanju korupcije i donošenju Plana integriteta. Učestovao u izradi i implementaciji Pravilnika o rodnoj ravnopravnosti. Rukovodio pripremu i izradu Plana upravljanja otpadom, kao i akcionog plana mera za njegovu implementaciju. Aktivno je učestvovao na stručim savetovanjima vezanim za primenu Zakona o javnim nabavkama, sa posebnim akcentom na ekološke kriterijume i uspostavljanje sistema zelenih javnih nabavki u organizaciji Naleda, a pod pokroviteljstvom ambasade Kraljevine Švedske u Beogradu.

Učesnik je više naučnih i stručnih skupova iz oblasti rudarstva u organizaciji Privredne Komore Srbije, Rudarsko geološkog fakulteta iz Beograda i Rudarskog fakuleta iz Bora. Ko-autor je više radova koji su prezentovani na simpozijumima „Rudarstvo 2020“ i „Rudarstvo 2022“ godine u Vrnjačkoj Banji, na VIII Balkanskom rudarskom kongresu održanom u Beogradu 2022. godine i na XIV Simopozijumu „Održivi razvoj u energetici i rudarstvu“ koji je održan 2023. godine na Zlatiboru.

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Potpisani-a Dejan D. Dramlić

Broj upisa D 06/2015

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

MONITORING ŽIVOTNE SREDINE KOD PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA U
REPUBLICI SRBIJI

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 10.06.2024. godine

Prilog 2.

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Dejan D. Dramlić

Broj upisa D 06/2016

Studijski program Integralno upravljanje prirodnim resursima

Naslov rada MONITORING ŽIVOTNE SREDINE KOD POZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA
U REPUBLICI SRBIJI

Mentor dr Vladica Ristić, redovan profesor

Univerziteta Metropolitan Fakulteta za primenjenu ekologiju „Futura“

Potpisani Dejan D. Dramlić

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje na portalu Digitalnog repozitorijuma Univerziteta METROPOLITAN u Beogradu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovim lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i publikacijama Univerziteta Metropolitan u Beogradu.

Potpis doktoranda

U Beogradu, 10.06.2024. godine

Prilog 3.

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem biblioteku Univerziteta Metropolitan da u Digitalni repozitorijum Univerziteta Metropolitan u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

MONITORING ŽIVOTNE SREDINE KOD PODZEMNE EKSPLOATACIJE UGLJA U
REPUBLICI SRBIJI

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta Metropolitan u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo

2. Autorstvo- nekomercijalno

3. Autorstvo- nekomercijalno – bez prerade

4. Autorstvo- nekomercijalno – deliti pod istim uslovima

5. Autorstvo- bez prerade

6. Autorstvo- deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poleđini lista).

Potpis doktoranda

U Beogradu, 10.06.2024. godine
