



**INTERNACIONALNI UNIVERZITET TRAVNIK U TRAVNIKU  
SAOBRAĆAJNI FAKULTET**

**TRANSPORTNI LANAC U EKSPLOATACIJI UGLJA NA  
RUDNIKU ŠIKULJE**

**Diplomski rad**

**Kandidat:**

**Emir Žilić**

**Br. indexa: S-67/15**

**Mentor:**

**Prof.dr Momčilo Sladoje**

**Travnik, septembar, 2019**

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>4</b>
<b>2. TRANSPORTNI LANAC.....</b>	<b>5</b>
2.1. Transportni lanac u konencionalnom transportu.....	6
2.2. Transportni lanac u multimodalnom transportu.....	7
2.3. Transportni lanac u kombiniranom transportu.....	8
2.4. Robno-transportni centri i njihova funkcija u transportom lancu.....	9
<b>3. RUDNIK ŠIKULJE .....</b>	<b>11</b>
3.1. Osnovni podaci .....	11
3.2. Plan proizvodnje uglja i otkrivke.....	12
3.3. Klasiranje uglja .....	12
3.4. Elektro-mašinsko održavanje rudnika .....	13
3.5. Kvarcni pijesak .....	13
3.6. Gline.....	14
3.7. Šljunak.....	14
<b>4. KARAKTERISTIKE I PROIZVODNOST SREDSTAVA ZA EKSPLOATACIJU .....</b>	<b>15</b>
4.1. Rotorni bager SRs-220 .....	16
4.2. Hidraulični bager Liebherr 974 B .....	18
4.3. Drobilično postrojenje DPP-500 .....	20
4.4. Samohodna traka.....	23
4.4.1. Samohodna traka PS-1400.....	23
4.4.2. Samohodna traka MK-10 .....	25
4.5. Gumeni transporteri za transport uglja.....	27
<b>5. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIONIH SKLOPOVA TRANSPORTNOG SISTEMA.....</b>	<b>29</b>
5.1. Pogonske jedinice .....	29
5.2. Pogonska i natezna stanica.....	29
5.3. Povratne stanice .....	30
5.4. Utovarni koševi .....	31
5.5. Prelazna sekcija.....	31
5.6. Uzdužne sekcije .....	31
5.7. Utovarna kolica .....	32
<b>6. TRANSPORTNI LANAC EKSPLOATISANOG UGLJA IZ KRATERA KOPA DO MJESTA UTOVARA .....</b>	<b>33</b>
6.1. Opšti dio.....	33

---

6.2. Opis tehnološkog sistema rada na dobijanju uglja .....	33
6.2.1. Eksploatacija uglja na I krovnom ugljenom sloju.....	34
6.2.2. Eksploatacija uglja na II krovnom ugljenom sloju.....	34
6.2.3. Transport uglja od sabirne trake do klasirnice .....	34
6.3. Proces klasiranja i utovara uglja u transportna sredstva.....	35
6.4. Skica transportnog lanca za transport uglja u rudniku .....	35
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>37</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>39</b>
<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>40</b>
<b>POPIS TABELA .....</b>	<b>41</b>
<b>POPIS GRAFIKONA .....</b>	<b>41</b>

## 1. UVOD

Tema ovog završnog rada je transportni lanac u eksploataciji uglja na Rudniku Šikulje. Ovaj rad se sastoji iz pet osnovnih cjelina. U prvoj cjelini detaljno je opisan transportni lanac i njegove značajke, dok su u drugoj cjelini prikazane opšte informacije o samom rudniku. Sljedeće dvije cjeline čine glavni dio rada. U trećoj cjelini su navedeni osnovni podaci i glavne karakteristike transportnih sredstava u okviru transportnog lanca rudnika, dok je u četvrtoj cjelini obrazložen sam proces eksploatacije uglja unutar tog transportnog lanca. U petoj cjelini donešen je zaključak na osnovu prikazanih informacija i rješenja za eventualne probleme.

Rudnik Šikulje nalazi se na sjevero-istočnom djelu BiH na području Tuzlanskog kantona, odnosno na području opštine Lukavac. Sam rudnik djeluje u sklopu „Rudnika mrkog uglja Kreka“ u Tuzli koji je počeo sa samostalnim radom davne 1885. godine. Danas je cijelo preduzeće pod vlasništvom JP Elektroprivrede BiH i egzistira pod nazivom JP Elektroprivreda BiH d.d. - Sarajevo, ZD Rudnici „Kreka“ d.o.o. – Tuzla.

Kada je u pitanju Rudnik Šikulje on danas leži na površini od 630 ha, te njegovo polje predstavlja krajnji zapadni dio prostranog tzv. Sjevernog krekanskog sinklinorijuma. Tokom velikih poplava u skorijoj prošlosti koje su zadesile našu državu, rudnik je bio potpuno poplavljen i nanešena mu je stopostotna šteta, a eksploatacija uglja u potpunosti obustavljena i onemogućena. Rudnik se ipak nakon teškog perioda oporavio i do danas vratio 80% svoje proizvodnje, čime je vraćena stabilnost.

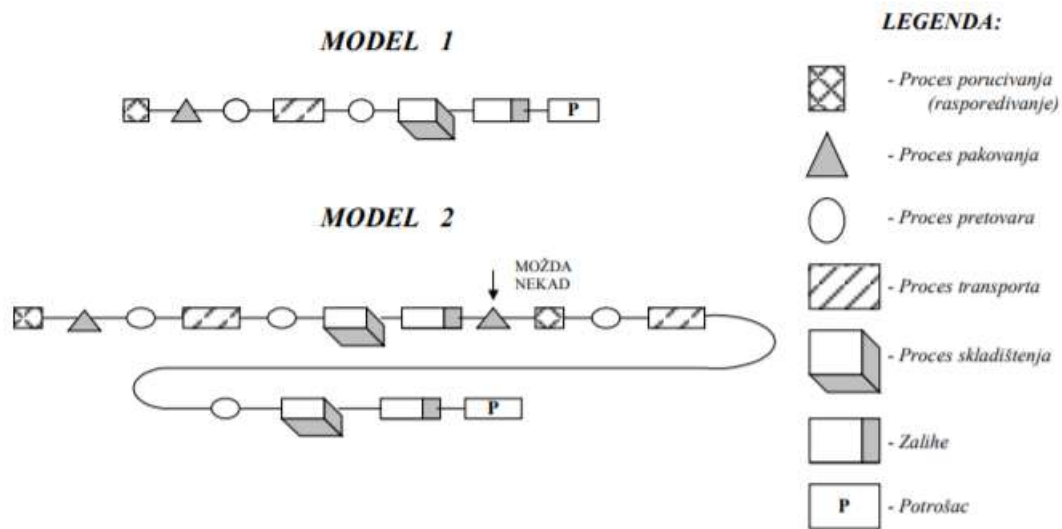
Transportni lanac za eksploataciju i iskop uglja i otkrivke unutar samog rudnika sastoji se od zavidnog broja radnih mašina, bagera, traka itd. Osnovnu opremu na proizvodnji uglja i otkrivke čine: bageri (SRs-401-1, SRs-401-2, KU-300S, SH-400, EŠ-6/45, SRs-220-1, SRs-220-2, RH-40C), samohodne trake (BRs-1400-1, BRs-1400-2, PVZ-2500, BH-30, MK-10-1, MK-10-2, PS-1400), trake (ET(B=1400), ST(B=1800), ET(B=1200), ST(B=1400)), odlagači (A2Rs-6700-2, "S" VOZ), drobilica. Pomoćnu opremu na proizvodnji uglja i otkrivke čine: buldozeri (Liebherr, Caterpillar), rovokopači (Solar 330, Solar 450), cjevopolagači (CP br.1, CP br.2), čistači traka (CT br.1, CT br.2).

## 2. TRANSPORTNI LANAC

Transportni lanac može se definisati kao sinhronizovana, vremenski usklađena realizacija operacija transporta, pretovara i skladištenja kojima se obezbjeđuje protok robe od isporučioaca do primaoca. Transportni lanac se može realizovati i izvršiti mašinama, uređajima, postrojenjima, prevoznim sredstvima i svim ostalim sredstvima koja služe za utovar, istovar, pretovar, skladištenje, prijevoz robe i sl. Predmet transporta može biti roba svih vrsta. Jedna od bitnih stvari jeste i vremenska usklađenost procesa, jer bez vremenskog toka svih operacija u lancu nema ni transportnog lanca.

Transportni lanac je jedan sistem čiji elementi (karike) su parcijalni procesi transporta, pretovara i skladištenja kod svih učesnika u transportnom lancu. Svaki element, odnosno karika u lancu ima svoju funkciju, strukturu, operacije i izostankom bilo kojeg elementa puca transportni lanac. Osnovni cilj transportnog lanca jeste izvršenje određenih transportnih zadataka, koje karakterišu sledeća svojstva:

- postojanje određene količine robe za transport, pretovar i skladištenje (kvantitet robe),
- postojanje određenih rokova za pojavu robe ili određene potrebe u robi (vremenska promjena robe),
- premještanje robe od mjesta pojave robe (izvor) do mjesta njene potrebe, odnosno ponora (promjena mjesta robe) (1)



**Slika 1. Prikaz transportnog lanca<sup>1</sup>**

## 2.1. Transportni lanac u konvencionalnom transportu

Konvencionalni transport je skup neokrupljenih manipulacijsko-transportnih jedinica koji se obavlja jednim prevoznim sredstvom, odnosno jednom prevoznom granom, bez primjene savremenih transportnih tehnologija. Roba odnosno predmet transporta u konvencionalnom transportu se prevozi ili premješta sa jednog mjesta na drugo prevoznim sredstvima samo jedne grane prevoza na osnovi jednog ugovora o prevozu, jedne isprave o prijevozu i da prevoz organizira jedan logistički špediter. Za njega je karakteristično da:

- omogućuje direktan prevoz predmeta od jednog mjesta do drugog,
- da se odvija samo na temelju jednog ugovora o prevozu,
- takav proces organizira samo jedan organizator (špediter).

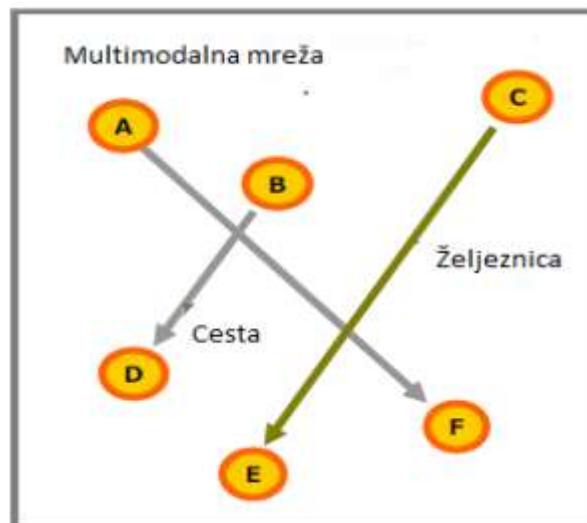
Transportni lanci u konvencionalnom saobraćaju sastoje se od:

- pošiljatelja,
- primatelja,
- prevoznika.

<sup>1</sup> Izvor: Cakić, A., Razjašnjenje definicija transportnog lanca, Vojna akademija – Katedra logistike, Beograd, 2010.

## 2.2 Transportni lanac u multimodalnom transportu

Multimodalni transport je istovremena upotreba dvaju transportnih sredstava iz dviju različitih grana transporta, kod čega prvo transportno sredstvo s teretom, predstavlja teret za glavno transportno sredstvo, a odatle mu i potiče i naziv jer na engleskom „mult of transporation“ označava istovremenu upotrebu više grana transporta (2). Osnovna je karakteristika multimodalnog transporta da se u prvoj fazi teret direktno ukrcava u prvo transportno sredstvo, a u drugoj fazi se prvo transportno sredstvo s ukrcanim teretom ukrcava i prevozi u drugom transportnom sredstvu. Kao što se vidi ovdje se između tereta i transportnog sredstva ne stavlja nikakvo tehničko sredstvo što je u stvari karakteristika integralnog transporta. Osnovni je cilj sistema multimodalnog transporta da osigura stručno, brzo, kvalitetno i ekonomično manipuliranje i prevoz robe od proizvođača iz jedne zemlje do prerađivača, odnosno potrošača u drugoj zemlji i to samo pomoću jednog odgovarajućeg posrednika, tj. operatora multimodalnog transporta. Taj je cilj moguće ostvariti samo na temelju jedinstvenog ugovora o prevozu, odnosno jedne prevozne isprave.



Slika 2. Multimodalna mreža<sup>2</sup>

Multimodalni transport kao klasični primjer transportnog sistema može uključivati sljedeće karike transportnog lanca:

1. Operator multimodalnog transporta,
2. Cestovni prevoz od proizvođača do željezničkog terminala,

<sup>2</sup> Izvor: Zelenika R., Multimodalni prometni sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2006.

3. Željeznički prevoz do feeder luke,
4. Morski feeder prevoz do globalne luke,
5. Morski prevoz od HUB luke do HUB luke,
6. Morski feeder prevoz do feeder luke,
7. Željeznički prevoz od feeder luke do željezničkog terminala destinacije,
8. Cestovni prevoz od željezničkog terminala destinacije do distribucijskog centra,
9. Isporuka kupcu.

### 2.3. Transportni lanac u kombiniranom transportu

Kombinirani transport je način prevoza robe kojim se na jednom transportnom putu (lancu) od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje, kombinirano, upotrijebe najmanje dvije vrste savremenih prevoznih sredstava iz dviju ili više saobraćajnih grana. Roba uglavnom nije (ne mora biti) u kontejnerima, već se prevozi automatiziranim vozilima. Za kombinirani transport karakteristično je:

- Da se transport robe (u pravilu, sipkog, rasutog tereta) obavlja s najmanje dva različita prevozna sredstva iz dvije različite saobraćajne grane
- Da se u transportnom pothvatu u pravilu sklapa onoliko ugovora o prevozu koliko je sudjelovalo transportnih grana, odnosno različitih vrsta prevoznih sredstava
- Da se pribavlja ili ispostavlja onoliko isprava o prevozu koliko je sklopljen ugovora o prevozu
- Da cjelokupni transportni proces može organizirati jedan ili više operatera transporta – CTO<sup>3</sup>

Tehničko-tehnološke osobine, ekonomske i druge prednosti kombiniranog saobraćaja u odnosu na klasične oblike prevoza jesu:

- ušteda u potrošnji skuplje energije (naftnih derivata),
- smanjenje udjela troškova transporta u cijeni robe,
- bolje korištenje željezničkih kapaciteta,
- produženje tehničkog vijeka cestovnih teretnih vozila,
- bolje korištenje kapaciteta autoprevoznih poduzeća,

---

<sup>3</sup> CTO – Combined Transport Operator



- brže, sigurnije i kvalitetnije transportiranje robe od proizvođača do potrošača,
- smanjenje broja teških kamiona na državnim cestama i autocestama s recipročnim
- smanjenjem oštećenja na cestovnoj infrastrukturi,
- znatno smanjenje broja nesreća, manje ljudskih žrtava,
- znatno manje uništenih ili oštećenih vozila i robe u saobraćaju,
- bolja zaštita čovjekova okoliša od ispuštanja plinova iz teških kamiona itd.

#### **2.4. Robno-transportni centri i njihova funkcija u transportom lancu**

U transportnim i logističkim lancima važne karike predstavljaju robno-transportni centri. To su, zapravo, posebni kompleksi specijaliziranih i univerzalnih transportnih terminala, zatvorenih i otvorenih specijaliziranih i univerzalnih skladišta koji su locirani u blizini velikih industrijskih centara, velikih prometnih čvorišta, velikih morskih luka, velikih ranžirnih kolodvora (3). Robu koja putem robnih tokova pristiže u prekrcajno-skladišni centar i iz njega odlazi ka krajnjem korisniku, u većini slučajeva potrebno je prekrcati i otpremiti na daljnji transport. Veći dio pristigle robe treba prepakirati, paletizirati, depaletizirati, skladištiti, konfekcionirati, etiketirati, konsignirati ili dr. Po savremenoj koncepciji uređenja i funkcioniranja RTC-a<sup>4</sup>, u smislu uloge koja mu pripada u tehnološkom lancu prometa robe od proizvođača do potrošača, mogu se odijeliti priroda i vrsta pojedinih funkcija. Osnovna podjela prema funkcijama u RTC-u jeste ona na primarne i sekundarne funkcije. Funkcije koje izravno proističu iz interakcije između centra, s jedne strane, i ostalih sudionika u obavljanju robnog saobraćaja, s druge strane smatraju se primarnim funkcijama. Funkcije čiji je cilj da pomognu obavljanje primarnih funkcija smatraju se sekundarnim, a organizirane su u nadležnosti centra (4).

Aktivnosti koje se vrše unutar robno-transportnih centara navedene su u sljedećim primarnim funkcijama rada:

- Obavljanje robnih manipulacija (ukrcaj, iskrcaj i prekrcaj) prvenstveno na vlastitoj lokaciji ali i izvan vlastitoga kruga,
- Skladištenje i distribucija domaće, carinske i konsignacijske robe,
- Eksploatacija i plasman sirovina,

---

<sup>4</sup> RTC - Robno-transportni centar

- Djelomično iznajmljivanje vlastitoga skladišnog prostora trećim osobama uz naplatu najamnine,
- Obrada, dorada, razvrstavanje, pakiranje, prepakiranje, etiketiranje, paletiziranje i kontejnerizacija komadne robe ili generalnih tereta, te
- Zbirno-distribucijski promet temeljen na koncentraciji i okrupnjavanju pošiljaka za potrebe daljinskog izvoznog transporta (3)

Sekundarne funkcije rada robno-transportnih centara, kako im samo ime napominje ne pripadaju okviru osnovnih djelatnosti, ali svakako svojom prisutnošću pridonose kvalitetnijem i potpunijem izvršavanju šireg obima usluga, a čine ih sljedeće vrste poslova:

- Javno pakiranje, servisiranje i opskrbljivanje cestovnih teretnih vozila, te prihvata voznog i pratećeg osoblja (motel, radionice),
- Obavljanje ugostiteljskih usluga javnoga karaktera,
- Vođenje špediterskih, zastupničkih i posredničkih usluga, te
- Priprema robe i dokumentacije za carinsko posredovanje pri izvozu i tranzitu robe.

### 3. RUDNIK ŠIKULJE

#### 3.1.Osnovni podaci

Ležište Rudnika lignita PK "Šikulje"<sup>5</sup> stacionirano je na oko 18 km od Tuzle, odnosno oko 6 km od Lukavca. Komunikaciono dobro je povezano sa sadašnjim objektima TE-Tuzla, Fabrika Sode Lukavac (drumska i željeznička veza) Tuzla-Doboj, za čije potrebe je prvenstveno i namijenjen ugalj iz ovog ležišta. Površina ležišta iznosi 630 (ha). U geografskom smislu krekanski bazen se nalazi u sjevero-istočnom dijelu Bosne i Hercegovine.

Dispozicija ležišta je na području Tuzlanskog kantona. U geološko-tektonskom smislu eksploataciono polje PK "Šikulje" predstavlja krajnji zapadni dio prostranog tzv. Sjevernog krekanskog sinklinorijuma, sa svim karakteristikama litofacijalnog razvoja pliocenske produktivne serije, odnosno obuhvata lukavačku sinklinalu. Na lokalitetu PK "Šikulje" u okviru produktivne pontske serije na ovom dijelu bazena, mogu se izdvojiti četiri sedimentacije sa četiri ugljena sloja, takozvani podinski, glavni, I krovni ugljeni sloj i II krovni ugljeni sloj. U pogledu stepena istraženosti može se zaključiti da je ležište dovoljno istraženo i da utvrđene rezerve pokazuju visok stepen sigurnosti. Utvrđene su bilansne rezerve A i B kategorije za I i II krovni ugljeni sloj. Generalni odnos uglja i otkrivke je 1:5, eksploatacioni gubici iznose 8%. Vijek trajanja eksploatacije na PK "Šikulje" je 40 godina. U sastavu Rudnika lignita "Šikulje" istočno na udaljenosti od oko 5 km, nalazi se manji površinski kop "Lukavačka Rijeka", koji je pri kraju eksploatacije uglja i ima oko 150.000 (t) eksploatacionih rezervi glavnog ugljenog sloja. Ugalj Rudnika lignita "Šikulje" u Lukavcu odlikuje se:

- velikom sagorljivom moći uz jak i visok plamen,
- malom količinom sumpora, pepela, čađi i dima, što ukazuje na najpovoljniji ugalj sa ekološkog stanovišta na području Bosne i Hercegovine
- malom količinom - dovoljnom toplotom
- ekonomičnost i rentabilnost potvrđena u industriji i širokoj potrošnji - kroz dugogodišnju upotrebu

---

<sup>5</sup> PK „Šikulje“ - Površinski kop „Šikulje“ (u daljem tekstu PK „Šikulje“)

- garancijom za siguran i kontinuiran rad postrojenja, pogona i zagrijavanja prostorija.

Pomenute osobine uglja uvrstile su ugalj Rudnika Šikulje u Lukavcu u najpovoljnije i najkvalitetnije lignitske ugljeve u Bosni i Hercegovini.

### **3.2. Plan proizvodnje uglja i otkrivke**

Plan proizvodnje uglja na Rudniku Šikulje iz godine u godinu se povećava. U protekloj godini zadani plan od 650.000 tona uglja prebačen je za 42.101 tonu, čime je ostvarena proizvodnja od 692.101 tonu. Za postignute rezultate Rudnik Šikulje je nagrađen od strane menadžmenta Rudnika "Kreka" u Tuzli, d.o.o. sa više priznanja. Planirana proizvodnja uglja na Rudniku Šikulje za narednu godinu iznosi 810.000 tona uglja, uz planiranu proizvodnju otkrivke 3.700.000 (m<sup>3</sup>.č.m.) . Od toga se 15% proizvedenog uglja plasira za tržište široke potrošnje, a 85% plasira se za potrebe TE-Tuzla. Na oba površinska kopa na proizvodnji uglja i otkrivke zaposleno je 912 radnika. Struktura radne snage obezbjeđuje stručan i efikasan rad u proizvodnji i rukovođenju rudnikom. Tehnologija proizvodnje uglja je kontinuirana, BTB za ugalj i BTO za otkrivku (BTB bager-traka-bunker; BTO bager-traka-odlagač). Proizvodnja otkrivke odvija se i diskontinuirano sa bagerom EŠ 6/45.

### **3.3. Klasiranje uglja**

U sastavu PK "Šikulje" nalazi se klasimica rovnog uglja kapaciteta 800 t/h u koju se vrši klasiranje rovnog uglja sa slijedećim granulacijama:

- Komad: 120-180 mm
- Kocka: 40-80 mm
- Sitni: 0-40 mm

Klasirani ugalj utovara se u vagone, kamione i otprema u Termoelektranu Tuzla ili do drugih kupaca. Što znači, od ukupne planirane proizvodnje uglja 60% se transportuje željeznicom do Termoelektrane Tuzla, dok 40% ide do drugih kupaca kao što su Fabrika Sode Lukavac i maloprodaja na širem području Federacije. Iz godine u godinu povećava se plan proizvodnje uglja, a samim tim i plasman uglja se vraća na stare pozicije.

### 3.4. Elektro-mašinsko održavanje rudnika

U procesu proizvodnje uglja i otkrivke koristi se najsavremenija rudarska oprema, kao što su rotorni bageri elektro-hidraulični), bageri kašikari, bageri dreglajni, samohodni transporter, odlagači, trakasti transporter i ostala pomoćna oprema. Rudnik raspolaže stručnim elektro-mašinskim kadrom koji radi na održavanju opreme i ostalih objekata koji su u funkciji proizvodnje uglja i otkrivke. Elektro-mašinsko održavanje je organizirano tako da obezbjeđuje preventivno i tekuće održavanje osnovne i pomoćne opreme, klasirnice i ostalih objekata u sastavu rudnika.

### 3.5. Kvarcni pijesak

Kvarcni pijesak krekanskog basena u cjelini gledano pripada grupi kvalitetnih pijeskova. O kvalitetu kvarcnog pijeska može se zaključiti na osnovu informacija Rudarskog Instituta Tuzla. Hemijska analiza izvršena na uzorcima pijeska iz rajona Prline-Sjeverna kosina PK "Šikulje" ukazuje na dominantno učešće kvarca ( $\text{SiO}_2 = 94,0-99,0\%$ ) uz izraženo opadanje zastupljenosti minerala gline (3-13% i 0,4-5,4%) organskih materija, kalcedrona i liskuna. Vatrostalnost sirove korisne supstance ležišta definišu temperature početka sinterovanja od 1266-1310 oC.

**Tabela 1. Rekapitulacija rezervi kvarcnog pijeska PK "Šikulje" - Sjeverna kosina<sup>6</sup>**

Kategorija rezervi	Rovna masa	Kvarcni pijesak m <sup>3</sup> .č.m.	dp kv.pi.	Ukupno (t)
B kategorija rezervi	Čisti kvarcni pijesak	4.926.759,24	1,98	9.754.982,29
	Zaglinjen kvarcni pijesak	32.047,74	1,98	63.454,52
B rezerve		301.120,67	1,98	596.218,92
Ukupno		5.259.927,65	1,98	10.414.655,73

Mogućnost primjene kvarcnog pijeska ogleda se u proizvodnji gas-betonskih elemenata, zatim kao ljevački pijeskovi, u građevinarstvu, za izradu tampon puteva, u industriji stakla itd.

<sup>6</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

### 3.6. Gline

Ležište PK "Šikulje" posjeduje velike rezerve gline čija primjena može iskoristiti za izradu opeke i crijepa i drugih građevinskih elemenata. S obzirom da su se pojavili interesenti ulaganja inostranog kapitala (Turske i Austrije) za eksploataciju gline, uz ranije obrađene analize od strane Našice Cementa iz R.Hrvatske, u toku je i nova obrada od strane RGGF-Tuzla. Interne proračunate rezerve gline u Elaboratu rezervi iznose 521.659.000 m<sup>3</sup>.č.m.

### 3.7. Šljunak

Ležište šljunka na PK "Šikulje" predstavlja produktivni prostor sa značajnim sirovinskim potencijalom. Osim znatne koncentracije šljunka po jedinici površine prisutan je povoljan koeficijent otkrivke i šljunka na cijelom okonturenom području od 1m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

**Grafikon 1. Bilansne rezerve na Rudniku Šikulje.<sup>7</sup>**



Kao što se u prethodnom dijagramu vidi, od ukupne količine bilansne rezerve koja iznosi 2 512 466, 34 m<sup>3</sup>.č.m., najveći dio se odnosi na šljunak (1 069 830,65 m<sup>3</sup>.č.m) koji je zastupljen u procentu od 43% od ukupne količine bilansne rezerve i pjeskoviti šljunak (980 342,13 m<sup>3</sup>.č.m) 39 % od ukupne količine bilansne rezerve. U nešto manjoj količini je zastupljen zaglinjeni šljunak (440 332,74 m<sup>3</sup>.č.m.) u iznosu od 18%, a najmanji dio ima jalovina (21 960,91 m<sup>3</sup>.č.m.) koje ima oko 1% od ukupne količine bilansne rezerve.

<sup>7</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

## 4. KARAKTERISTIKE I PROIZVODNOST SREDSTAVA ZA EKSPLOATACIJU

U sastavu Rudnika Šikulje na udaljenosti od oko 5 km, nalazi se i manji površinski kop „Lukavačka Rijeka“ koji ima 150 000 t eksploatacionih rezervi glavnog ugljenog sloja, pa samim tim i sredstva za eksploataciju su podijeljena na ona koja rade na PK „Šikulje“ i ona koja rade na PK „Lukavačka rijeka“, što je prikazano u sljedećim tabelama (Tabela 3 i Tabela4).

**Tabela 2. Osnovna oprema na proizvodnji uglja i otkrivke<sup>8</sup>**

Org.jed.	PK "ŠIKULJE"				PK "LUKAVAČKA RIJEKA"	
	Bager	Samohodna traka	Traka	Odlagač	Bager	Bandwagen
BTO	SRs-401-1	BRs-1400-1	ET(B=1400)	A2Rs-6700-2	EŠ-6/45	Bandwagen
	SRs-401-2	BRs-1400-2	ST(B=1800)	"S" VOZ	EŠ-5/45	
	KU-300S	PVZ-2500				
	SH-400	BH-30				
	EŠ-6/45					
BTB	SRs-220-1	MK-10-1	ET(B=1200)		SRs-220	MK-10
	SRs-220-2	MK-10-2	ST(B=1400)		RH-40C	Droblilica
	RH-40C	PS-1400				
		Droblilica				

**Tabela 3. Pomoćna mehanizacija na proizvodnji uglja i otkrivke<sup>9</sup>**

PK "ŠIKULJE"				PK "LUKAVAČKA RIJEKA"		
Buldozer	Rovokopač	Cjevopolagač	Čistač traka	Buldozer	Rovokopač	Cjevopolagač
Liebherr br.3	Solar 330	CP br.1	CT br.1	Liebherr br.1	Poclain	Caterpillar
Liebherr br.4	Solar 450	CP br.2	CT br.2		125B	
Liebherr br.5						
Caterpillar br.2						
Caterpillar br.10						
Caterpillar br.12						

<sup>8</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

<sup>9</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

Kao što se može vidjeti u prethodnim tabelama (Tabela 3 i Tabela 4), sredstva za eksploataciju dalje možemo podijeliti na osnovnu opremu i pomoćnu mehanizaciju u proizvodnji. U narednom dijelu bit će prikazani osnovni podaci sredstava koja učestvuju u kopanju, transportu, klasiranju i samoj eksploataciji uglja na PK “Šikulje“.

#### 4.1. Rotorni bager SRs-220

Rotorni bager SRs-220 (Slika 3) koristi se za otkopavanje uglja u ravnom dijelu ležišta (do 6°) preko utovarnih kolica, dok se na dijelovima ležišta sa nagibom preko 6° utovar vrši preko fiksnog utovarnog mjesta (koš).



*Slika 3. Rotorni bager SRs-220<sup>10</sup>*

Sama primjena rotornog bagera vrši se na način tako što se vedricama (metalnim sudovima bagera) vrši otkopavanje materijala. Vedrice su ravnomjerno raspoređene i pričvršćene na obodu rotornog kotača. Zatim se obrtanjem rotornog kotača i nailaskom punih

<sup>10</sup> Izvor: <https://www.kreka.ba/index.php/fotogalerija-sikulje>

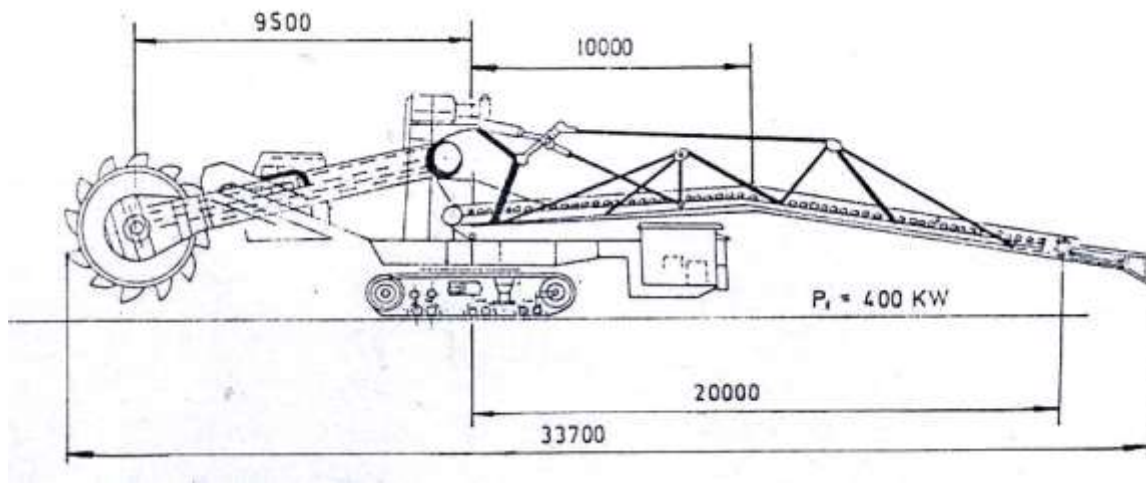


vedrica u zonu istovarnog sektora, materijal prazni iz vedrica, predaje prijemnom transporteru na rotornoj strijeli i dalje redom, zavisno od broja transportera na bageru, zadnjem istovarnom transporteru.

Tehničke karakteristike rotornog bagera SRs-220:

-radna težina bagera .....	155 t
-širina trake .....	1 m
-brzina trake .....	3, 55 m/sek
-teoretski kapacitet .....	770 m <sup>3</sup> /h
-srednji specifični pritisak .....	0, 93 kp/cm <sup>2</sup>
-najveća dužina .....	33 m
-najveća širina .....	8,5 m
-visina bagera .....	7,9 m
-dužina istovarne trake od sredine bagera do osovine pokr. bubnja .....	20 m
-specifična sila rezanja .....	220 kp/cm
-visina kopanja .....	+ 9,5 m
-dubina kopanja .....	- 0,5 m
-broj vedrica .....	9 kom
-zapremina vedrica + 50 % zapremina međuprostora .....	220 l
-broj sipanja u minuti .....	160 (58)
-promjer radnog točka sa vedricama .....	5 100 mm
-dužina katarke protutega (od ose bagera) .....	9 800 mm
-širina gusjenice .....	1 400 mm
-dozvoljeni uzdužni nagib:	
a) pri transportu .....	1 : 10=10 %
b) pri radu .....	1 : 20=5 %
-dozvoljeni poprečni nagib:	
a) pri transportu .....	1 : 33=3 %
b) pri radu .....	1 : 33=3 %
-radni napon svih pogonskih motora .....	500 V
-ukupna instalirana snaga .....	374 kW
-brzina kretanja bagera .....	6 m/min.

Na sljedećoj slici (Slika 4) prikazana je i šema rotornog bagera SRs-220 (160 KW).



**Slika 4. Šema rotornog bagera SRs-220<sup>11</sup>**

#### **4.2.. Hidraulični bager Liebherr 974 B**

Hidraulični bager LIEBHERR 974 B (Slika 5) je namijenjen za prvenstveno za kopanje i utovar uglja. Zbog svojih tehničkih karakteristika može se koristiti i za druge radnje: odstranjivanje jalovine sa uglja, utovar pijeska, prenos i dizanje određenih tereta.



**Slika 5. Hidraulični bager Liebherr<sup>12</sup>**

<sup>11</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

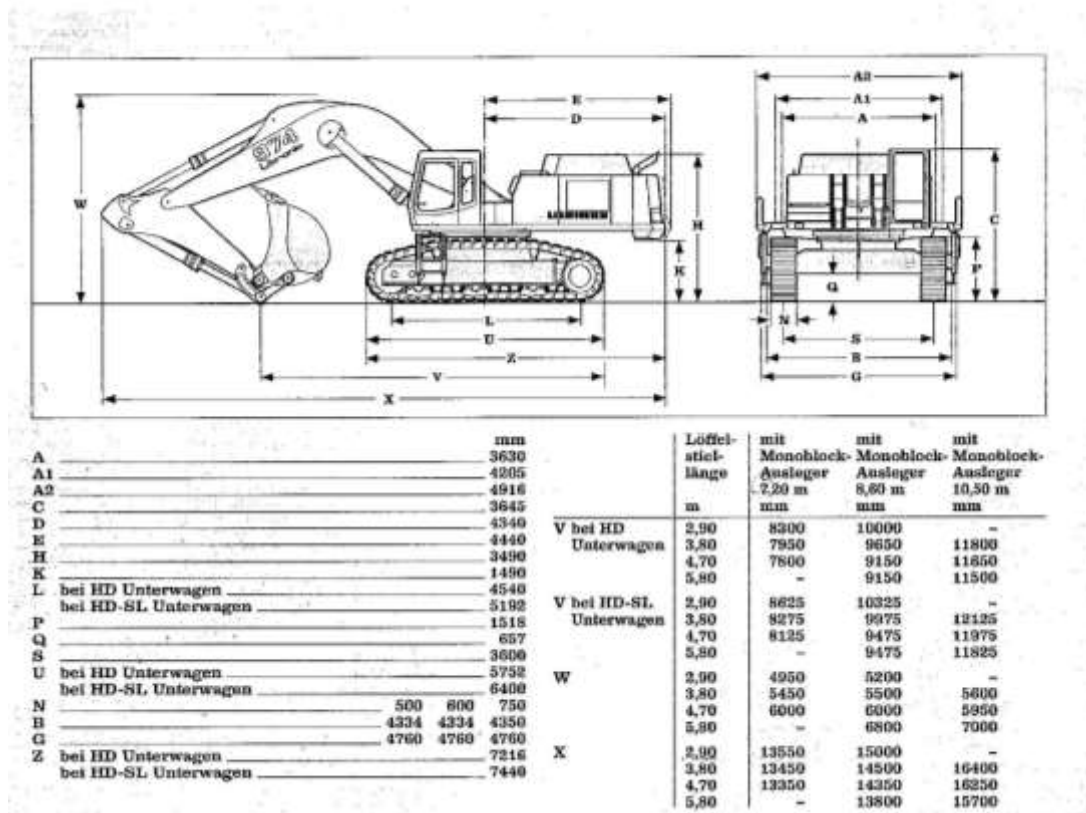
## Tehničke karakteristike hidrauličnog bagera Liebherr 974B:

-	Proizvođač .....	Francuska
-	Tip .....	974 B
-	Godina proizvodnje .....	2009
-	Zapremina kašike .....	4,0 m <sup>3</sup>
-	Brzina u transportu .....	2,8 km/h
-	Težina bagera .....	89 200 kg
-	Specifični pritisak na tlo .....	9 – 12 N/cm
-	Dužina bagera .....	7 215 mm
-	Visina bagera .....	3 830 mm
-	Vrsta pogona .....	elektro-hidraulični
-	Snaga elektro motora .....	365 Kw
-	Priključni napon .....	6 Kv
-	Kapacitet bagera .....	400 t/h
-	Dužina katarke .....	8 610 mm
-	Radijus kopanja .....	360°
-	Visina isturanja .....	12,0 m
-	Dubina kopanja .....	7,5 m
-	Maksimalni uspon u transportu .....	14°
-	Zapremina rezervoara .....	620 l
-	Radni pritisak .....	320 bar
-	Hidraulični sistem .....	1 200 l

Konstruktivno-kinematička šema radnog organa hidrauličnog bagera obezbeđuje čvrst prenos sila pri bilo kakvom kretanju kašike, što je stvorilo posebne uslove za rad kašike — tačnost i mogućnost promjene brzine i smera kretanja, koji su nedostižni kod uždanih sistema. Glavna posebnost je mogućnost neposrednog dejstva pogona na izvršne organe bagera bez primjene složenih mehaničkih i drugih transmisija (5). Šema hidrauličnog bagera Liebherr 974B prikazana je na sljedećoj slici (Slika 6).

---

<sup>12</sup> Izvor: <http://miruhbosne.com/?p=40331>

Slika 6. Šema hidrauličnog bagera Liebherr 974B<sup>13</sup>

### 4.3. Drobilično postrojenje DPP-500

Drobilično postrojenje drobilica DPP -500 vrši prihvata uglja preko bagera kašikara LIEBHERR 974 B, drobi taj ugalj, transportuje i utovara na transporter sa gumenom trakom kapaciteta 500 t/h i dalje sistemom tračnih transporterata do bunkera rovnog uglja.

Tehničke karakteristike drobiličnog postrojenja:

- Kapacitet postrojenja..... $Q = 500 \text{ t/h}$
- Zapremina koša..... $V = 10 \text{ m}^3$
- Maximalni ugao dizanja trans..... $\alpha = 15^\circ$
- Dozvoljeni specifični pritisak terena ..... $P_d = 25 \text{ N/cm}^2$
- Visina koša (usipna visina)..... $h_n = 3\,600 \text{ mm}$
- Minimalna visina istresanja sa postrojenja..... $h_i = 2\,200 \text{ mm}$
- Maksimalna visina istresanja sa postrojenja..... $h_m = 3\,800 \text{ mm}$

<sup>13</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

Sastavni dijelovi drobiličnog postrojenja i njihove tehničke karakteristike:

- **GTK – 1380 – 2X30**

-Kapacitet grabuljara.....	$Q_y = 500 \text{ t/h}$
-Širina korita.....	$B_k = 1\,380 \text{ mm}$
-Visina korita.....	$H_k = 425 \text{ mm}$
-Visina nastavka korita.....	$H_v = 1\,200 \text{ mm}$
-Brzina lanca.....	$v = 0,225 \text{ m/s}$
-Snaga instalisana na grabuljaru.....	$N_g = 60 \text{ Kw}$
-Napon električne mreže.....	$U = 500 \text{ V}$
-Zaštita elektromotora.....	$IP = 54$
-Granulacija materijala na ulazu u drobilicu.....	$a_1 = 0 - 1\,000 \text{ mm}$
-Granulacija materijala na izlazu iz drobilice.....	$a_2 = \text{cca } 300 \text{ mm}$
-Nagib grabuljara.....	$\alpha_g = 8^\circ$
-Horizontalna dužina grabuljara.....	$LH_g = 7\,500 \text{ mm}$

- **Droblilica za ugalj DPT – 700 – 02541**

-Kapacitet drobilice.....	$Q_d = 500 \text{ t/h}$
-Obodna brzina najvećeg zuba na drobilici.....	$v = 10 \text{ m/s}$
-Instalisana snaga 2X45.....	$N_d = 90 \text{ Kw}$
-Broj obrtaja elektromotora.....	$n_e = 1\,450 \text{ o/min}$
-Napon električne mreže.....	$U = 500 \text{ V}$
-Zaštita elektromotora.....	$IP = 54$

- **Utovarni transporter sa gumenom trakom GTK - 1400**

-Kapacitet transporta.....	$Q_t = 500 \text{ t/h}$
-Širina gumene trake.....	$B = 1\,400 \text{ mm}$
-Nagib transportera.....	$\alpha = 15^\circ - 15^\circ$
-Brzina trake.....	$v = 2,1 \text{ m/s}$
-Nasipna težina lignita.....	$N_t = 0,75 \text{ t/m}^3$
-Granulacija materijala.....	$a = 0 - 300 \text{ mm}$
-Napon električne mreže.....	$U = 500 \text{ V}$

-Snaga elektromotora.....	N = 22 Kw
-Zaštita elektromotora.....	IP = 54
-Broj obrtaja elektromotora.....	n = 1 460 o/min
-Dužina transportera.....	Lt = 9 000 mm
-Min. visina od terena do dna bubnja.....	hi = 2 200 mm
-Maximalna visina od terena do gornjeg dijela bubnja.....	hm = 3 800 mm

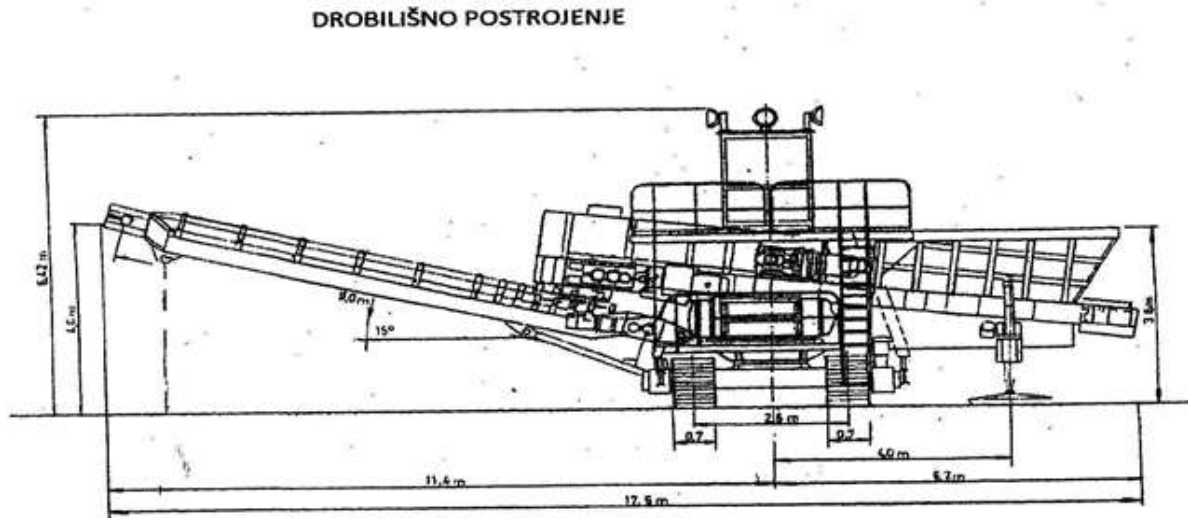
- **Gusjenice za vožnju drobilnog postrojenja**

-Promjer lančanika za pogon gusjenica.....	Dlh = 685,3 mm
-Širina jedne gusjenice.....	h = 700 mm
-Dužina ravnog dijela gusjenice.....	Lgl = 2 160 mm
-Razmak od spoljašnjeg dijela gusjenice.....	Bgmax= 3 300 mm
-Razmak od osa lančanika na gusjenicama.....	Lg2 = 3 200 mm
-Brzina kretanja gusjenica.....	V = 0,035 m/s

- **Stabilizatori za oslanjanje koša**

-Nosivost stabilizatora.....	Pn = 14 000 daN
-Brzina dizanja stabilizatora.....	vs =200 mm/min
-Visina dizanja.....	hs = 1 350 mm
-Snaga elektromotora.....	Ns = 2,2 Kw
-Prenosni odnos reduktora.....	ir = 44,37
-Broj obrtaja elektromotora.....	nes = 1 420 o/min
-Napon električne mreže.....	U = 500 V
-Zaštita elektromotora.....	IP = 54

Sljedeća slika (Slika 7) otkriva šematski prikaz drobilnog postrojenja DPP-500 koje je smješteno i djeluje na PK "Šikulje".



**Slika 7. Šema drobilišnog postrojenja <sup>14</sup>**

#### **4.4. Samohodna traka**

Samohodna traka – bandvagen može da služi kao transportni most u sastavu rada bagera ili kao pretovarni most u sistemu rada transportera. U transportnom lancu eksploatacije uglja na PK “Šikulje“ dva glavna i najvažnija modela samohodne trake odnosno samohodnog transportera su PS-1400 i MK 10.

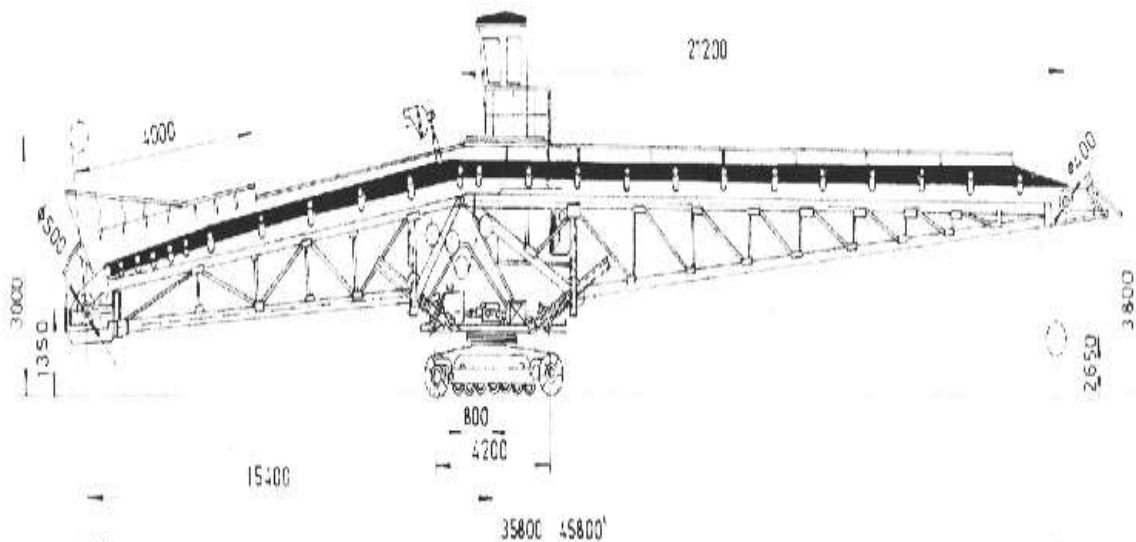
##### **4.4.1. Samohodna traka PS-1400**

Tehničke karakteristike:

-širina trake.....	1000 (mm)
-brzina trake.....	3,35 (m/sec)
-dužina trake.....	30 (m)
-teoretski kapacitet.....	1000 (t/h)
-praktični kapacitet pri nasipnoj težini 0,75 t/m <sup>3</sup> .....	400 (t/h)
-dužina samohodne trake.....	33,1 (m)
-širina samohodne trake.....	5,3 (m)
-visina.....	6,3 (m)
-dužina istovarne katarke od ose okretanja do ose bubnja.....	17,3 (m)

<sup>14</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

-dužina utovarne katarke od ose okretanja do ose bubnja.....	12,65 (m)
-visina istovarne katarke.....	1.9-7,1 (m)
-širina gusjenica.....	600 (mm)
-razmak gusjenica (odose do ose).....	2550 (mm)
-razmak od ose trake do ose vodećeg točka.....	cca 4950 (mm)
-površina nalijeganja gusjenica.....	4,36 (m <sup>2</sup> )
-ukupna donja površina gusjenice.....	6,22 (m <sup>2</sup> )
-specifični pritisak na tlo.....	0,75 (daN/cm <sup>2</sup> )
-zakretanje gornjeg dijela.....	360 <sup>0</sup>
-brzina zakretanja gornjeg dijela.....	0,45 (m/sec)
-napon motora.....	500 V
-napon rasvjete.....	220 V
-instalirana snaga.....	72 kW
-brzina kretanja samohodne trake.....	15 (m/min)
-klirens.....	500 (mm)
-nagib u radu: -uzdužni.....	1:20
-poprečni.....	1:33
-nagib u transportu.....	1:10
-težina samohodne trake.....	45 (t)



**Slika 8. Šematski prikaz samohodnog transportera PS-1400<sup>15</sup>**

<sup>15</sup> Izvor: Rudnik Šikulje



#### 4.4.2. Samohodna traka MK-10

Značenje oznaka trake:

- M – k traka
- K – traka namijenjena za uglj
- 10 – širina trake 1,0 m
- 3,35 – brzina trake 3,35 m/sec
- 30 – dužina trake

Tehničke karakteristike trake:

-Mogućnost natezanja trake.....	800 mm
-Teoretski kapacitet.....	cca 1 000 t
-Praktični kapacitet pri nasipnoj težini 0,75 t/m <sup>3</sup> .....	400 t/h
-Najveća dužina samohodne trake.....	cca 33,1 m
-Najveća širina samohodne trake.....	cca 5,3 m
-Najveća visina.....	cca 6,3 m
-Dužina istovarne katarke od osovine okretanja do osovine bubnja.....	17,3 m
-Dužina utovarne katarke od osovine okretanja do osovine bubnja.....	12,65 m
-Maximalna visina istovarne katarke.....	7,1 m
-Minimalna visina.....	1,9 m
-Širina gusjenice.....	600 mm
-Razmak gusjenica (od ose do ose).....	2 550 mm
-Razmak od ose do ose vodećeg točka.....	cca 4 950 mm
-Ukupna donja površina gusjenice.....	6,22 m <sup>2</sup>
-Površina gusjenice koja naliježe na planum.....	4,36 m <sup>2</sup>
-Srednji specifični pritisak na tlo sa ukupnom površinom gusjenica.....	0,75 kp/cm <sup>2</sup>
-Područje okretanja gornjeg dijela.....	360
-Brzina okretanja gornjeg dijela.....	0,45 m/s
(0,250/min)	

## Hidraulični sistem:

- Radni pritisak.....250 etp
- Kapacitet hidraulične pumpe.....5,6 l/min
- Sila dizanja.....35 MP

## Elektro napajanja:

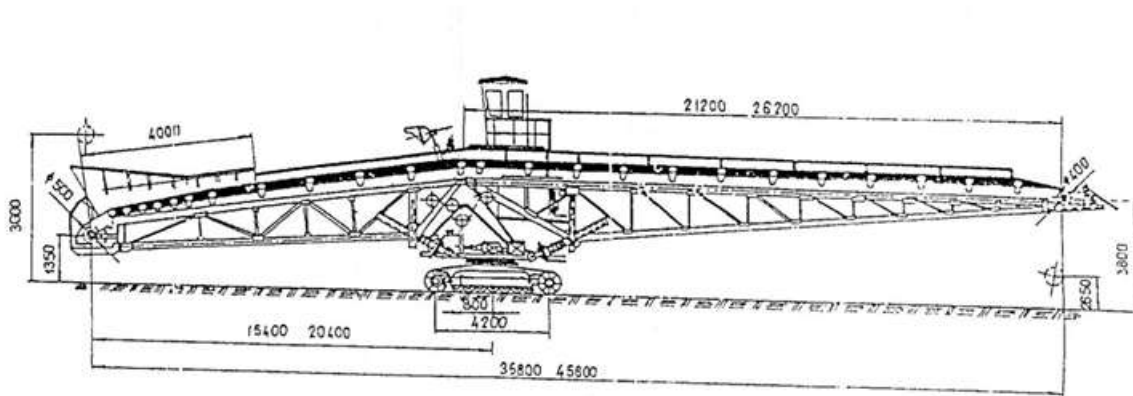
- Napon motora.....500 V
- Napon za rasvjetu.....200 V
- Presjek kabla.....4 x 50 mm<sup>2</sup>

**Tabela 4. Karakteristike samohodne trake MK-10<sup>16</sup>**

Namjena	Snaga (kW)	Napon (V)	Br. okretaja (min.)
Kretanje gusjenica	33	500	875
Okretanje gornjeg sloja	2,5	500	700
Motor za hidrauliku	2,5	500	950
Pokretanje trake	33	500	975
Instalisana	72		
Brzina okretanja samohodne trake		0,9 km/h	(15 m/min)
Klirnes		500 mm	
Dozvoljeni nagibi			
-uzdužni nagib u radu		1 : 20	(5 %)
-poprečni nagib u radu		1 : 33	(3 %)
-uzdužni nagib u transportu		1 : 10	(10 %)
Ukupna težina samohodne trake		Cca 45 t	

<sup>16</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

Na prethodnoj tabeli (Tabela 5) prikazane su tehničke karakteristike samohodne trake MK-10, a na sljedećoj slici može se vidjeti i šematski prikaz te trake (Slika 9).



**Slika 9. Šema samohodne trake MK-10<sup>17</sup>**

#### 4.5. Gumeni transporteri za transport uglja

Gumeni transporteri za transport uglja (Slika 10) spadaju u trakaste transportere i čine jednu od najznačajnijih karika za sam transport uglja u transportnom lancu eksploatacije uglja. Sistem gumenih transportera na uglju, uklopljen je u tehnološki transportni lanac između bagera i klasirnice (bunkera).



**Slika 10. Gumeni transporter za transport uglja<sup>18</sup>**

<sup>17</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

Tipovi i tehničke karakteristike gumenih transporterera za transport uglja na PK "Šikulje":

**1. Gumeni transporter ETU – 1:**

- brzina transporterera..... $V = 4 \text{ m/s}$
- širina transporterera..... $B = 1\,200 \text{ mm}$
- kapacitet trake..... $Q = 800 \text{ t/h}$
- instalirana snaga..... $P = 2 \times 250 \text{ kW}$
- dužina trake..... $L_{\max} = 1\,100 \text{ m}$

**2. Gumeni transporter ETU – 2:**

- brzina transporterera..... $V = 4 \text{ m/s}$
- širina transporterera..... $B = 1\,200 \text{ mm}$
- kapacitet trake..... $Q = 800 \text{ t/h}$
- instalirana snaga..... $P = 2 \times 250 \text{ kW}$
- dužina trake..... $L_{\max} = 1\,200 \text{ m}$

**3. Gumeni transporter STU – 2:**

- brzina transporterera..... $V = 4 \text{ m/s}$
- širina transporterera..... $B = 1\,400 \text{ mm}$
- kapacitet trake..... $Q = 1\,150 \text{ t/h}$
- instalirana snaga..... $P = 1 \times 250 \text{ kW}$
- dužina trake..... $L_{\max} = 1\,000 \text{ m}$

**4. Gumeni transporter VTU – 1a:**

- brzina transporterera..... $V = 4 \text{ m/s}$
- širina transporterera..... $B = 1\,400 \text{ mm}$
- kapacitet trake..... $Q = 1\,150 \text{ t/h}$
- instalirana snaga..... $P = 1 \times 75 \text{ kW}$
- dužina trake..... $L_{\max} = 75 \text{ m}$

**5. Gumeni transporter PTU – 1:**

- brzina transporterera..... $V = 3,82 \text{ m/s}$
- širina transporterera..... $B = 1\,200 \text{ mm}$
- kapacitet trake..... $Q = 400 \text{ t/h}$
- instalirana snaga..... $P = 1 \times 75 \text{ kW}$

---

<sup>18</sup> Izvor: <https://www.kreka.ba/index.php/fotogalerija-sikulje>

## 5. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIONIH SKLOPOVA TRANSPORTNOG SISTEMA

Konstruktivni sklopovi koji sačinjavaju transportni sistem na uglju su sledeći:

- etažni transporter ETU - 1
- etažni transporter ETU - 2
- sabirni transporter STU – 2
- vezni transporter VTU – 1

Tračni transporteri (ETU-2, ETU-1) imaju po jedan komad pokretnih utovarnih kolica i po jedan komad utovarnih koševa. Tračni transporteri sačinjeni su iz sljedećih sklopova:

- pogonsko-natezne stanice,
- povratne stanice,
- pogonskih grupa (el.motor, spojnica, reduktor itd.)
- uzdužnih sekcija,
- prelaznih sekcija,
- usipnih koševa,
- utovarnih kolica – pokretnih.

### 5.1. Pogonske jedinice

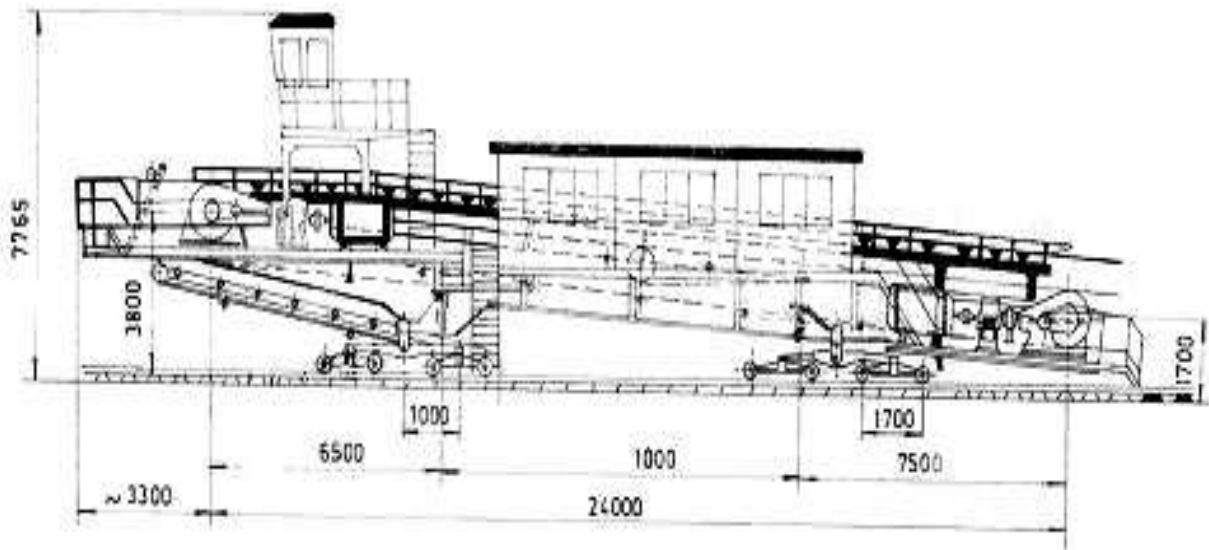
Sastoje se od elektro-motora napona 6000 V, snage 250 kW i 75 kW, reduktora sa ulaznim konusima, hidraulične spojnice, te elastične spojnice sa kočionim diskom i čeljusnom kočnicom. Pogonske jedinice daju traci brzinu od  $4\text{ms}^{-1}$ .

### 5.2. Pogonska i natezna stanica

Kako je cio transportni sistem sačinjen od rabljenih i novih sklopova i elemenata te od transportera širine 1200 mm i 1400 mm ( STU-2 ) različite su i pogonsko-natezne stanice. Tračni transporteri ETU-2 i ETU-1 imaju pogonske stanice sa pokretnim obrtnim postoljem. Pogonske stanice su postavljene na šine što omogućava poprečno i uzdužno pomjeranje.

Izrađene su od zavarene čelične konstrukcije i sačinjene od nekoliko montažnih sklopova: podest za opsluživanje, most za natezanje sa nateznom dužinom od 7 m, potpora za

most, potpora za konzole za montažu pogonskih jedinica i bubnjeva. Pogonski bubnjevi su  $\phi 1000$  mm, gumirani (1030 mm) strelasto ožlijebljen sa osovinama i ležajevima. Uređaj za zatezanje se sastoji od kolica koja se kreću po mostu za natezanje. Zaštita rotirajućih dijelova izvedena je odgovarajućim štitnicima.



**Slika 11. Šematski prikaz pogonskonatezne stanice<sup>19</sup>**

Pogonska stanica transportera STU-2, smještena je na pontonima i ankerisana armirano-betonskim blokovima ukopanim u tlo. Pogon je jednobubanjski sa dvije pogonske grupe (1 x 250).

Pogonska stanica transportera VTU-1, smještena je na čeličnom mostu i fiksirana vijčanom vezom za konstrukciju mosta. Pogon je jednobubanjski (1 x 75 kW). Pogonska stanica ne posjeduje za zatezanje jer se isto vrši na povratnoj strani transportera. Pogonski bubanj je prečnika  $\phi 800$  mm (gumiran  $\phi 824$  mm).

### 5.3. Povratne stanice

Povratne stanice tračnog transportnog sistema za pojedine transportere imaju različitu izvedbu. Transporteri ETU-2, ETU-1 imaju identične povratne stanice koje su smještene na čelične pragove i ankerisane armirano-betonskim blokovima ukopanim u zemlju. Prečnik

<sup>19</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

povratnog bubnja je  $\phi$  800 mm. Na samoj povratnoj stanici smješten je utovarni koš dužine 6000 mm.

Povratna stanica tračnog transportera VTU-1a koji je cijelom dužinom smješten na čeličnu konstrukciju mosta, smještena je na nasipu u neposrednoj blizini mosta, oslonjena o tlo čeličnim pragovima i fiksirana tj. usidrena armirano-betonskim blokovima, ukopanim u zemlju.

#### **5.4. Utovarni koševi**

Postavljeni su u sklopu uzdužne sekcije transportera i služe za prijem i utovar materijala na transportnu traku.

Utovarni koševi smješteni su neposredno iznad povratne stanice a kod sabirnog transportera STU-2 koji prihvata ugljenu masu sa transportera ETU-2 i ETU-1, utovarni koševi su locirani između pogonske i povratne stanice.

Ovi utovarni koševi su montažno – demontažnog tipa kako bi se mogli duž transportera montirati na pogodnim mjestima.

#### **5.5. Prelazna sekcija**

U sklopu konstrukcije transportera postavljene su prelazne sekcije koje služe za povezivanje pogonsko-natezne stanice sa uzdužnim normalnim člancima – sekcijama u cilju korektnog savladavanja razlika u visinama.

Kod transportera ETU-1, ETU-2 sekcije imaju dužinu cca 12000 mm, a izrađene su u varenoj izvedbi. Prednji dio sekcije se oslanja na konstrukciju pogonsko-natezne stanice.

#### **5.6. Uzdužne sekcije**

Imajući u vidu da je transportni sistem sačinjen iz različitih transportera, različite su i uzdužne sekcije za pojedine transportere.

Transporteri ETU-1, ETU-2 imaju identične uzdužne sekcije čija je dužina 3250 mm. Na sekciji se nalaze (tri) 3 noseća valjčana sloga sa po 3 valjka prečnika 133 mm. Ugao nagiba bočnih valjaka iznosi  $30^{\circ}$ .

Na vertikalnom nosaču (stubu) za povrat trake smješten je jedan valjčani slog od dva valjka sa gumenim prstenima prečnika 159 mm. Nagib povratnih valjaka iznosi 10°.

Uzdužna sekcija transportera STU-2, proizvod TTU Tuzla, je predviđena za traku širine 1400 mm. Dužina sekcije iznosi 3250 mm. Sekcija se oslanja na dva stuba (nosača) međusobno razmaknuta 250 mm. Povratni valjčani slog, sastoji se iz dva valjka sa gumenim prstenima prečnika 159 mm. Dužina valjka iznosi 760 mm, a nagib 15°.

Vezni transporter VTU-1 je sačinjen iz sekcija dužine 3000 mm. Svaka sekcija ima po tri noseća valjčana sloga i jedan povratni. Noseći valjčani slog sastavljen je od 3 valjka prečnika 133 mm. Nagib bočnih valjaka je 30°. Povratni valjčani slog je sastavljen od 2 valjka prečnika 159 mm čiji je nagib 10°. Na svim sekcijama postavljeni su nosači kablova, vjetrobrana i užad za uzemljenje.

## 5.7. Utovarna kolica

Predviđena su za rad na etažnim transporterima (ETU-2 i ETU-1) i to na svakom transporteru po 2 komada. Utovarna kolica su samohodna i kreću se po širinama S-49 duž etažnog transporter širine trake  $B = 1200$  mm. Ukupna dužina utovarnih kolica iznosi 11275 mm. Utovarna kolica su rađena u varenoj izvedbi. Na njima se nalazi podest sa ogradom i stepeništem za rukovaoca.

Utovar rovnog uglja u jedna utovarna kolica vrši se direktno bagerom SRs-220, a druga utovarna kolica utovar se vrši iz pokretnog drobiličnog postrojenja čiji je proizvođač TTU Tuzla. Doziranje uglja u pokretno drobilično postrojenje, predviđeno je da se vrši bagerom kašikarom RH-40.



## **6. TRANSPORTNI LANAC EKSPLOATISANOG UGLJA IZ KRATERA KOPA DO MJESTA UTOVARA**

### **6.1. Opšti dio**

Eksploataciono polje PK „Šikulje“ nalazi se na krajnjem zapadnom dijelu tkz. Sjevernog krekanskog sinklinorija, a u području Lukavačke sinklinale. Ukupna površina ležišta zajedno sa odlagalištem iznosi 1 539 ha, a od toga na ugalj otpada 630 ha. Dužina ležišta iznosi 3,8 km, a širina 1,4 – 2,6 km. Projektovana dubina kopa je 100 m, a vijek trajanja 25 godina sa visinom odlagališta 56 m. Na PK „Šikulje“ su razvijena četiri ugljena sloja :

- podinski
- glavni
- I krovni
- II krovni

Dva sloja su predviđena za površinsku eksploataciju, prvi i drugi krovni ugljeni sloj. Granice kopa su definisane izdanačkom zonom i podinom prvog krovnog ugljenog sloja, a razvoj kopa je od zapada prema istoku.

Količina eksploatisanog uglja na dnevnoj bazi zavisi od različitih faktora kao što su potražnja uglja, uslovi eksploatacije, potrebe korisnika, planiranje itd. U trenutnoj situaciji na PK „Šikulje“ svaki dan se eksploatiše oko 2000 t uglja.

### **6.2. Opis tehnološkog sistema rada na dobijanju uglja**

Sistem eksploatacije uglja čini proces dobivanja i klasiranja uglja. Ugljeni slojevi (I i II krovni ugljeni sloj) imaju pravilno slojevito zalijeganje. To omogućava kontinuiran sistem rada na dobijanju uglju.

Na PK „Šikulje“ vrši se eksploatacija I i II krovnog ugljenog sloja (kontinuirani sistem eksploatacije bager – traka – klasirница BTK). Transportni sistem uglja se sastoji od dva etažna transportera ETU – 1 (etažni transporter ugljeni) i ETU – 2, jednog sabirnog STU-2 i jednog veznog transportera VTU – 1.

### **6.2.1. Eksploatacija uglja na I krovnom ugljenom sloju**

Na I krovnom ugljenom sloju dobivanje uglja vrši se hidrauličnim bagerom Liebherr 974 B u sprezi sa drobilničnim postrojenjem DPP-500, samohodnom trakom PS-1400, uklopljeni na etažni tračni transporter ETU-2.

Proces ide tako što hidraulični bager Liebherr kopa ugalj, a zatim ubacuje u drobilicu (drobilnično postrojenje DPP-500). Ugalj iz drobilice se po potrebi izbacuje na samohodni transporter odnosno traku PS-1400, koji je uklopljen dalje u etažnu traku odnosno etažni tračni transporter ETU-2. Samohodna traka sipa ugalj dalje na etažnu traku koja transportuje ugalj sve do sabirne trake i tu završava proces kada je u pitanju odvojen proces eksploatacije uglja na I ugljenom sloju.

### **6.2.2. Eksploatacija uglja na II krovnom ugljenom sloju**

Na II krovnom ugljenom sloju dobivanje uglja vrši se rotornim bagerom SRs-220/1 u sprezi sa samohodnim transporterom MK-10 na prečni transporter PTU-1 uklopljen na povratnicu etažnog transportera ETU-1.

Razlika na II ugljenom sloju u odnosu na I ugljeni sloj je ta što nema drobilice između bagera i samohodnog transportera. Ugalj se uzima rotornim bagerom koji svojim vedricama kopa ugalj, a zatim ga istovara direktno na samohodni transporter MK-10. Ugalj se dalje preko prečnog transportera PTU-1 i etažnog transportera ETU-1 transportuje do sabirne trake, nakon čega se dalje transportuje zajedno sa ugljem sa I ugljenog sloja.

### **6.2.3. Transport uglja od sabirne trake do klasirnice**

Dobiveni ugalj sa I i II krovnog ugljenog sloja se pomoću ova etažna transportera transportuje na sabirni transporter STU-2 te preko veznog transportera VTU-1 ide na bunkersku traku. U nastavku se ugalj sa bunkerske trake sipa u rovni bunker, a iz bunkera ide u klasirnicu gdje se u daljem procesu klasira.

### **6.3. Proces klasiranja i utovara uglja u transportna sredstva**

Dobiveni ugalj sa radilišta kopa, sistemom transporteru doprema se u bunker rovnog uglja. Daljim procesom se ugalju klasirnici Rudnika Šikulje razdvaja u dva asortimana po grupnoći zrna koji se trenutno isporučuju kupcima sa Rudnika Šikulje.

Klasirnica se sastoji od dva objekta. Prvi objekat koji služi za transport uglja drumskim saobraćajem i gdje se vrši utovar uglja u teretna vozila i drugi objekat koji služi za transport uglja putem željeznice, gdje se vrši utovar uglja u vagone. Ova dva objekta povezana su transportnom trakom. Utovar se vrši direktnim putem iz objekta u kamione odnosno vagone.

U klasirnici se takođe vrši i klasiranje uglja prema granulaciji, tako da različite granulacije idu za različite korisnike.

Granulacija zrna od 0-113 mm se isporučuje TE Tuzla putem željeznice i fabrici ŠIŠEDŽAM SODA Lukavac kamionskim transportom.

Granulacija zrna preko 113 mm se isporučuje širokoj potrošnji (maloprodaja) kamionskim transportom.

Od ukupne planirane proizvodnje uglja 60% se transportuje željeznicom do Termoelektrane Tuzla, dok 40% ide do drugih kupaca kao što su Fabrika Sode Lukavac i maloprodaja na širem području Federacije, uglavnom drumskim transportom.

### **6.4. Skica transportnog lanca za transport uglja u rudniku**

Kako bi se dobila što jasnija slika transportnog lanca i samog načina i puta transporta uglja unutar rudnika u ovom dijelu je prikazana skica samog transporta uglja od mjesta kopanja pa do mjesta istovara u vagone i kamione. Skica prikazuje tačke odakle počinje transport uglja sa I površinskog ugljenog sloja i sa II površinskog ugljenog sloja, njihov transport do sabirne trake nakon čega imaju zajedničku rutu sve do klasirnice.

Iako se njima nećemo posebno baviti, treba napomenuti da su na skici takođe prikazane i transportne trake za transport otkrivke, odnosno zemlje koja se transportuje na posebna odlagališta.



**Slika 12. Skica transportnog lanca u rudniku<sup>20</sup>**

Oznake:

1. Mjesto utovara uglja sa I krovnog ugljenog sloja;
2. Mjesto utovara uglja sa II krovnog ugljenog sloja;
3. Mjesto gdje se transportna traka ETU-2 uklapa na sabirnu traku STU-2;
4. Mjesto gdje se transportna traka ETU-1 uklapa na sabirnu traku STU-2;
5. Pogon sabirne trake STU-2;
6. Mjesto gdje se sabirna traka STU-2 uklapa na transportnu traku VTU-1;
7. Rovni bunker;
8. Klasirni objekat za drumski saobraćaj;
9. Klasirni objekat za željeznički saobraćaj.

<sup>20</sup> Izvor: Rudnik Šikulje

## 7. ZAKLJUČAK

Transportni lanac predstavlja nezaobilazan dio transporta i preduzeća koja se bave bilo kojom vrstom transporta. Njegov osnovni zadatak je da obezbijedi protok robe od početne do krajnje tačke, odnosno u najvećem broju slučajeva od pošiljaoca do primaoca pošiljke. Taj cjelokupan proces sastoji se od različitih elemenata kao što su prevoz robe, utovarno-istovarno i pretovarne radnje, skladištenje robe itd. Svaki element čini jednu kariku u transportnom lancu i svaki element ima svoju funkciju i strukturu u okviru tog lanca.

Optimizacija transportnog lanca je osnova za dobro poslovanje svakog preduzeća i kompanije koja se bavi transportom ili prevozom kako ljudi tako i ostalih roba i sirovina. Optimizacija transportnog lanca podrazumijeva pronalaženje najlakšeg, najsigurnijeg i najekonomičnijeg mogućeg načina transporta uključujući sve utovarne, istovarne i pretovarne operacije.

Kada je u pitanju transportni lanac unutar Rudnika Šikulje, može se reći da je situacija zadovoljavajuća. Rudnik ima dovoljan broj trakastih transporterata za transport uglja i otkrivke, bageri kojima se vrši otkopavanje su u dobrom stanju i redovno se održavaju. Transportni lanac povezan je i sa drumskim i sa željezničkim transportom, gdje se uglj direktno utovara u kamione i vagone i šalje daljim korisnicima. Najveća količina uglja se šalje putem željeznice za TE Tuzla, dok manji dio ide putem drumskog transporta za ostale korisnike.

S druge strane, radi što bolje optimizacije transportnog lanca potrebno je uložiti finansijska sredstva u određene elemente sistema. Prije svega, to se odnosi na lokomotivu koja je zastarjela i koja radi na parni pogon, te iziskuje velike troškove motorizacije i održavanja, a ne daje efikasne rezultate kao što bi davala nova lokomotiva uz manje troškove motorizacije. Potrebna ulaganja u novu lokomotivu bi iznosila od 500 000 KM do 1 000 000 KM, ali taj iznos bi se u narednim godinama smanjio kroz uštede na motorizaciji i povećanju efikasnosti poslovanja koje bi donijela nova lokomotiva.

Druga stvar u koju bi se trebala izdvojiti određena ulaganja jeste popravak nekoliko bagera, koji nisu u funkciji od velikih poplava o kojima je ranije bilo riječi. Stavljanjem u funkciju i pogon tih bagera povećao bi se obim eksploatacije uglja, a samim tim i efikasnost poslovanja.

Treća stvar koja se može unaprijediti jeste funkcionisanje transporta uglja sa površinskog kopa „Lukavac Rijeka“, koji je u sastavu Rudnika Šikulje. Transport uglja sa tog kopa obavljaju razni djelatnici koji iznajmljuju rudniku svoje kamione, na šta se troši mnogo novca i dugoročno gledano ne predstavlja efikasno rješenje.

Eksploatacija uglja unutar rudnika obavlja se bez većih problema. Ugalj se kopa rotornim i hidrauličnim bagerima, nakon čega se putem trakastih transportera transportuje do klasirnice gdje se klasira prema različitim granulacijama i šalje kosrisnicima putem željezničkog i drumskog sadržaja.

Sve u svemu, može se reći da Rudnik Šikulje koji je osnovan za vrijeme SFRJ u okviru Rudnika „Kreka“ Tuzla funkcioniše veoma uspješno od samog početka i predstavlja značajan faktor u samoj privredi Tuzlanskog kantona.

## LITERATURA

- [1] Perišić, R., *Savremene tehnologije transporta II – Integralni sistemi transporta*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1995.
- [2] Komadina, P., *Brodovi multimodalnog transportnog sustava*, Pomorski fakultet, Rijeka, 1998.
- [3] Zelenika R., *Multimodalni prometni sustavi*, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2006.
- [4] Mlinarić, T.J., *Robno-transportni centri, Sveučilište u Zagrebu*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
- [6] Božičević, D., Kovačević, D., *Suvremene transportne tehnologije*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2002.
- [7] Cakić A., *Razjašnjenje definicija transportnog lanca*, Vojna akademija – Katedra logistike, Beograd, 2010.
- [8] Alihodžić A. Sladoje M., *Vrednovanje investicija i projekata*, Univerzitet u I.Sarajevu, Saobraćajni fakultet Doboj, 2018.
- [9] Sladoje M., *Multimodalni transport (Skripta)*, Internacionalni univerzitet u Travniku, Saobraćajni fakultet, Travnik, 2013.
- [10] Sladoje M., *Špeditersko poslovanje (Skripta)*, Internacionalni univerzitet u Travniku, Saobraćajni fakultet, Travnik, 2013.
- [11] Dokumentacija iz Rudnika Šikulje

### Internet izvori:

- [12] [https://sr.wikipedia.org/wiki/Hidrauli%C4%8Dni\\_bager](https://sr.wikipedia.org/wiki/Hidrauli%C4%8Dni_bager)
- [13] <https://www.kreka.ba/index.php/fotogalerija-sikulje>

**POPIS SLIKA**

Broj slike	Naziv slike	Strana
1.	<b>Prikaz transportnog lanca</b>	6
2.	<b>Multimodalna mreža</b>	7
3.	<b>Rotorni bager SRs-220</b>	16
4.	<b>Šema rotornog bagera SRs-220</b>	18
5.	<b>Hidraulični bager Liebherr</b>	18
6.	<b>Šema hidrauličnog bagera Liebherr 974B</b>	20
7.	<b>Šema drobilišnog postrojenja</b>	23
8.	<b>Šematski prikaz samohodnog transportera PS-1400</b>	24
9.	<b>Šema samohodne trake MK-10</b>	27
10.	<b>Gumeni transporter za transport uglja</b>	27
11.	<b>Šematski prikaz pogonskonatezne stanice</b>	30
12.	<b>Skica transportnog lanca u rudniku</b>	36



**POPIS TABELA**

Broj tabele	Naziv tabele	Strana
1.	<b>Rekapitulacija rezervi kvarcnog pijeska PK"Šikulje" - Sjeverna kosina</b>	13
2.	<b>Osnovna oprema na proizvodnji uglja i otkrivke</b>	15
3.	<b>Pomoćna mehanizacija na proizvodnji uglja i otkrivke</b>	15
4.	<b>Karakteristike samohodne trake MK-10</b>	26

**POPIS GRAFIKONA**

Broj grafikona	Naziv grafikona	Strana
1.	<b>Bilansne rezerve na Rudniku Šikulje</b>	14