

# Analiza proračuna učinka skrepera pri podvodnoj eksploataciji građevnog pijeska i šljunka

---

**Storić, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:576893>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-02**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Prijeđiplomski studij rudarstva

**ANALIZA PRORAČUNA UČINKA SKREPERA PRI PODVODNOJ  
EKSPLOATACIJI GRAĐEVNOG PIJESKA I ŠLJUNKA**

Završni rad

Luka Storić

R4476

Zagreb, 2024.



KLASA: 602-01/24-01/65  
URBROJ: 251-70-11-24-2  
U Zagrebu, 13.09.2024.

Luka Storić, student

## RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/24-01/65, URBROJ: 251-70-11-24-1 od 30.04.2024. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

### ANALIZA PRORAČUNA UČINKA SKREPERA PRI PODVODNOJ EKSPLOATACIJI GRAĐEVNOG PIJESKA I ŠLJUNKA

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Prof.dr.sc. Trpimir Kujundžić nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Voditelj

(potpis)

Prof.dr.sc. Trpimir Kujundžić

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za  
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Mario Klanfar

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje  
Pašić

(titula, ime i prezime)

ANALIZA PRORAČUNA UČINKA SKREPERA PRI PODVODNOJ EKSPLOATACIJI GRAĐEVNOG  
PIJESKA I ŠLJUNKA

Luka Storić

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za rudarstvo i geotehniku  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

U radu se analizira učinkovitost rada skrepera koji se koristi na eksploatacijskom polju Bok. Također je kratko opisan rad skrepera, te su objašnjeni njegovi glavni dijelovi. Opisano je eksploatacijsko polje Bok. Opisani su i uspoređeni dijagonalni i lepezasti način rada skrepera.

Ključne riječi: rudarstvo, skreper, proračun

Završni rad sadrži: 28 stranice, 4 tablica, 9 slika

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: prof.dr.sc. Trpimir Kujundžić

Ocjenjivači: prof.dr.sc. Trpimir Kujundžić  
izv.prof.dr.sc. Tomislav Korman  
Izv.prof.dr.sc. Mario Klanfar

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. SKREPER .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. NAČINI OTKOPAVANJA SKREPEROM .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. SKREPER STICHWEH KS300 .....</b>	<b>6</b>
<b>3. EKSPLOATACIJSKO POLJE BOK.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. GEOLOŠKA GRAĐA LEŽIŠTA .....</b>	<b>9</b>
3.1.1. Opis ležišta.....	9
3.1.2. Geneza ležišta .....	10
3.1.3. Hidrogeološke karakteristike ležišta .....	10
3.1.4. Tektonika ležišta .....	10
3.1.5. Inženjersko – geološke karakteristike ležišta.....	10
<b>4. PRORAČUN .....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. PRORAČUN UČINKA DIJAGONALNOG NAČINA RADA SKREPERA... 14</b>	<b>14</b>
<b>4.2. PRORAČUN UČINKA LEPEZASTOG NAČINA RADA SKREPERA..... 15</b>	<b>15</b>
<b>5. ANALIZA PRORAČUNA.....</b>	<b>17</b>
<b>5.1. USPOREDBA DIJAGONALNOG I LEPEZASTOG NAČINA RADA .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2. USPOREDBA DOBIJENIH KAPACITETA S TEORIJSKIM KAPACITETIMA IZ PROSPEKTA .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>19</b>
<b>7. LITERATURA .....</b>	<b>20</b>

## POPIS SLIKA

Slika 2-1 Shematski prikaz skrepera (Mesec, 2004.) .....	2
Slika 2-2 Skreper (Korman, 2023.) .....	3
Slika 2-3 Načini otkopavanja skreperom (Mesec, 2004.) .....	3
Slika 2-4 Shematski prikaz lepezastog načina rada (Horvatić, 2015.) .....	4
Slika 2-5 Prikaz dijagonalnog načina rada i pomicanja skrepera i koloturnika (Kujundžić,2019.).....	5
Slika 2-6 Stichweh KS300 s hidrauličnim hodajućim mehanizmom, električnim pogonom i pretvaračem momenta (Stichweh, n.d.) .....	6
Slika 2-7 Shema KS300 pri utovaru u kamion, dimenzije izražene u milimetrima (Stichweh, n.d.).....	7
Slika 3-1 Zemljovidni položaj istražnog prostora građevnog pijeska i šljunka "Bok-1" (Pavelić, 2024.).....	9
Slika 4-1 Grafički prikaz istražnog prostora "Bok-1" (Pavelić,2024.).....	13

## **POPIS TABLICA**

Tablica 2-1 Tehničke karakteristike Stichweha KS300 (Stichweh, n.d.).....	7
Tablica 4-1 Prikaz rezultata proračuna dijagonalnog načina rada skrepera .....	15
Tablica 4-2 Prikaz rezultata proračuna lepezastog načina rada skrepera .....	16
Tablica 5-1 Prikaz smjenskog kapaciteta za dijagonalni način rada .....	17
Tablica 5-2 Prikaz smjenskog kapaciteta za lepezasti način rada .....	17

## POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I JEDINICA

Oznaka	Jedinica	Opis
$L$	m	duljina
$P$	kW	snaga
$q$	m <sup>3</sup>	volumen
$D$	mm	promjer
$m$	t	masa
$Q$	m <sup>3</sup> /h	kapacitet
$T$	h	vrijeme
$v$	m/s	brzina

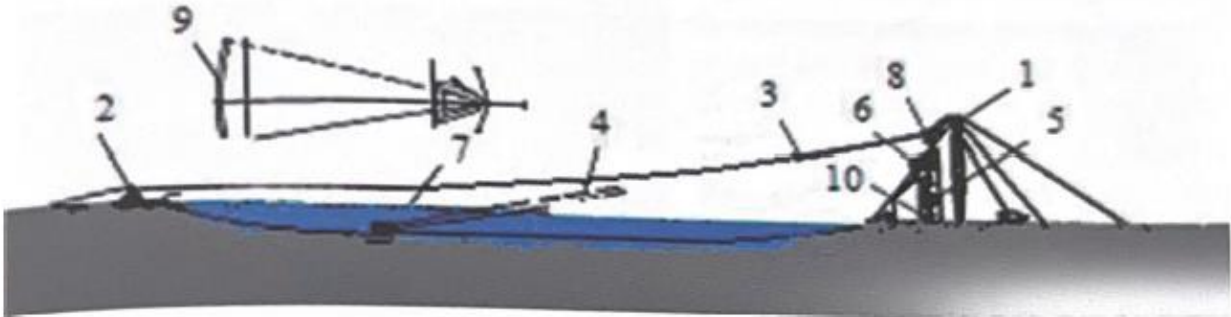


## **1. UVOD**

Materijal se podvodno može pridobivati s obale ili s vodene površine. S obale se može eksploatirati: skreperskim bagerima, hidrauličkim teleskopskim bagerima s dubinskom lopatom, bagerima vedričarima i skreperima. Kod eksploatacije s vodene površine se koriste plovni bageri (rotorni, usisni, grabilice) ili bageri smješteni na brodu ili pontonu. (Mesec, 2004.) Cilj ovog rada je analizirati i usporediti dva načina eksploatacije skreperima. Načini rada skrepera su dijagonalni i lepezasti. Svrha je usporedbom ta dva načina prikazati koji je način povoljniji i efektivniji za podvodnu eksploataciju građevnog pijeska i šljunka. Eksploatacija se odvija na eksploatacijskom polju „Bok“ na području Općine Špišić Bukovica, 11 km udaljenog od Virovitice.

## 2. SKREPER

Skreperi (eng. *dragline scraper*, njem. *Schrappelanlange*) su bageri s posebnom vrstom primjene. Njihova je funkcija vađenje pijeska i šljunka iz vode uz pomoć povlačne lopate koja se vuče i zabacuje posebnom opremom koja podsjeća na žičaru. Skreper se sastoji od jednog pokretljivog sidra, te jednog fiksnog tornja. Pogonski stroj sadrži dva vitla, na jednom vitlu je vučno, a na drugom vitlu je povratno uže. Raspon u kojem skreper djeluje (označava se s  $L$  i mjeri u metrima) se kreće u rasponu od 40 do 220 m. Dubina kopanja pri kojoj skreper optimalno djeluje se računa formulom  $L/5$ . Visina tornja treba biti 7,0 m za svakih 50 m raspona. Lopata se prilikom punjenja kreće brzinom oko 1,0 m/s, dok se puna košara kreće brzinom između 4,0 m/s i 8,0 m/s. (Mesec 2004.)



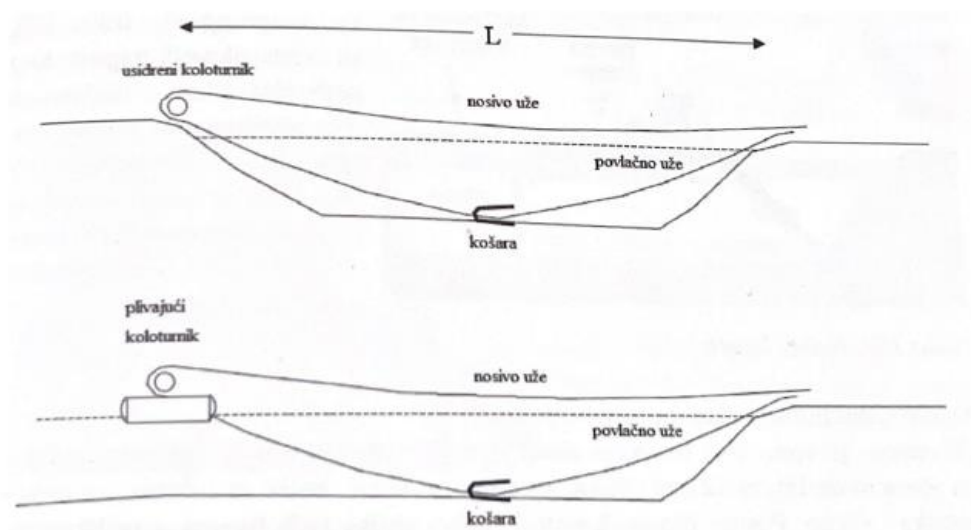
**Slika 2-1** Shematski prikaz skrepera (Mesec, 2004.)

- 1 - toranj do 50 m visine
- 2 - kotva s koloturnikom
- 3 - povratno čelično užje
- 4 - vučna čelična užad
- 5 - pogonska kućica s vitlima
- 6 - spremnik za materijal
- 7 - skreperska posuda
- 8 - izvrtanje skreperske posude
- 9 - pomicanje kotve
- 10 - utovar u vozila



**Slika 2-2** Skreper (Korman, 2023.)

Kotva s koloturnikom može biti pomična i plivati na vodi ili se može usidriti na obalu, kao što je prikazano na slici 2-3.



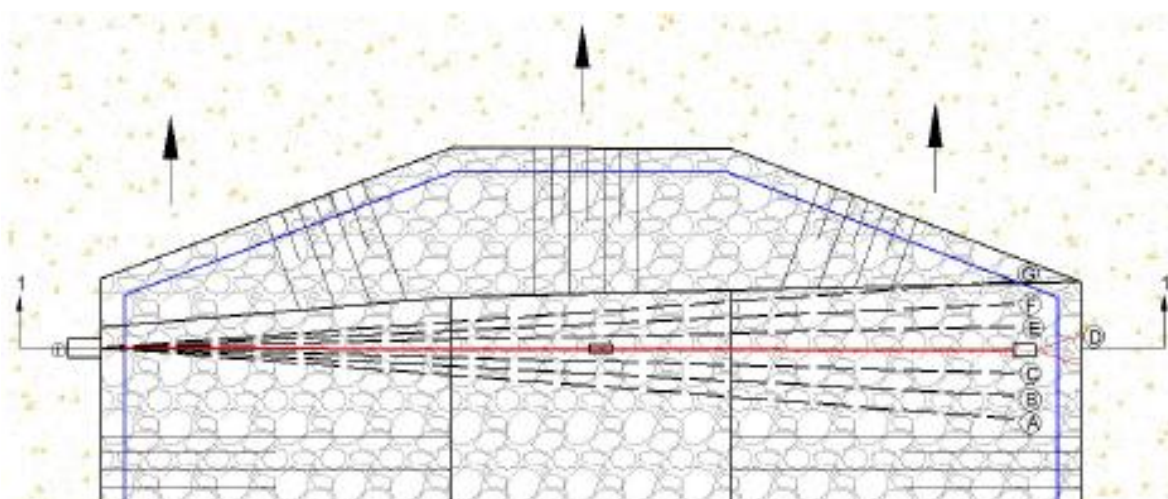
**Slika 2-3** Načini otkopavanja skreperom (Mesec, 2004.)

## 2.2. NAČINI OTKOPAVANJA SKREPEROM

Zbog specifičnosti podvodne eksploatacije vrlo je važno odrediti najučinkovitiji način otkopavanja. Učinkoviti način otkopavanja podrazumijeva dobru iskorištenost ležišta, te ekonomičan i siguran rad skreperskog postrojenja. (Šandrovčan, 1996.) Važno je odrediti maksimalnu dubinu eksploatacije jer se pri zadiranju lopate u materijal stvara niz otežanih okolnosti kao što su lom lopate i osipavanje šljunka. Maksimalna dubina eksploatacije se računa formulom  $D=L/6$ . (L) predstavlja duljinu skreperovanja. Međutim, isključivo bi u suhoj sredini maksimalna dubina eksploatacije bila ostvariva, jer kretanje korpe (posude) u vodi otežava samu eksploataciju. (Šandrovčan, 1996.)

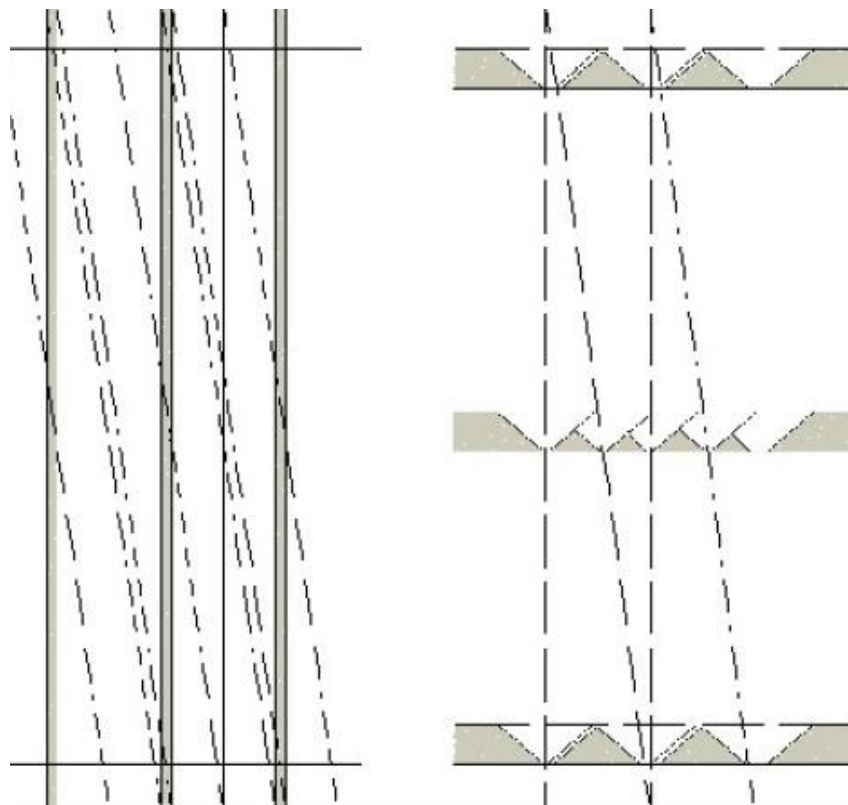
Mesec (2004.) tvrdi da se omjerom  $L/5$  određuje optimalna dubina kopanja, pri čemu je volumen skreperske posude na povratnom užetu u rasponu od 0,33 do  $10 \text{ m}^3$ .

Skreperi mogu raditi dijagonalnim ili lepezastim načinom rada. Kod lepezastog načina rada je karakteristično što se temelji na češćem pomicanju postolja s koloturom nego skrepera, kao što je prikazano na slici 2-4. Na početku rada se podrazumijeva uspostavljanje otkopne fronte ili obale, pri čemu je skreper na jednoj strani, a postolje s koloturom na drugoj obali ili na pontonu. Kut kopanja i izvlačenja košare ispod razine vode iznosi  $28^\circ$ , dok se na skreperskoj strani obale formira privremeno odlagalište pijeska i šljunka, koji se kasnije odvoze utovarivačem ili kamionom. (Horvatić, 2015.)



Slika 2-4 Shematski prikaz lepezastog načina rada (Horvatić, 2015.)

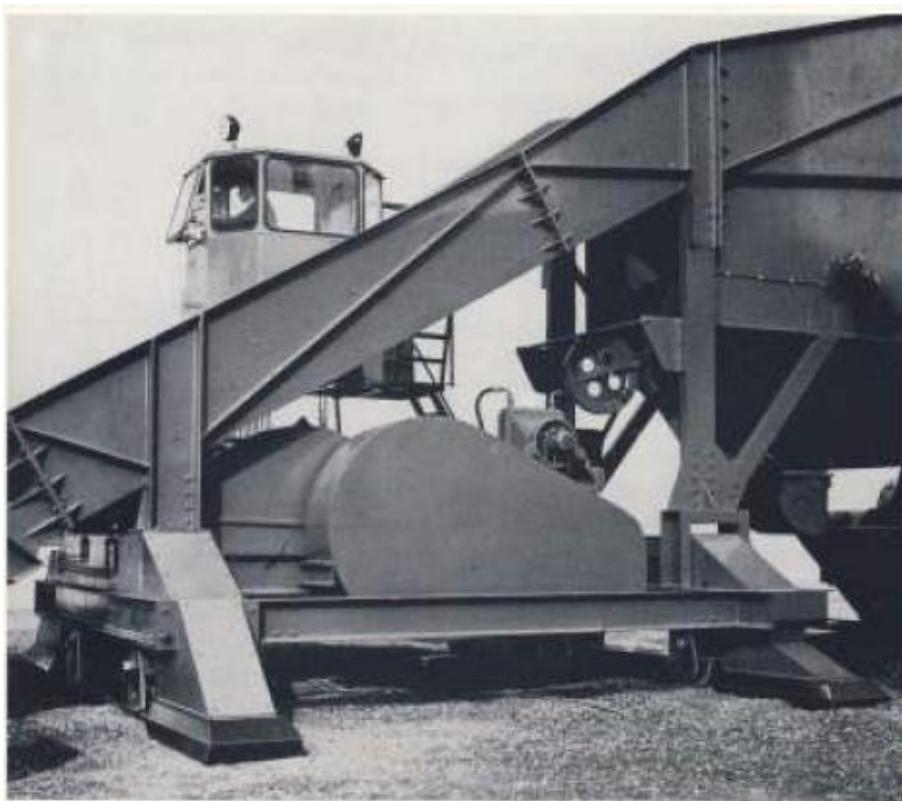
Drugi način eksploatacije je dijagonalni, koji omogućuje relativno dobru iskorištenost ležišta. Skreper se kreće okomito na uzdužnu os otkopnog polja, a zatim dijagonalno pod kutem pomaka  $8^\circ$  od okomice. Dinamika pomicanja prikazana je na slici 2-5. Proces započinje tako da su zatezni kolotur i skreper postavljeni okomito na os otkopnog polja te se eksploatira dok se ne postigne dubina otkopavanja od 20 m i formira brazda. Zatim se skrepersko postrojenje pomiče uz otkopno polje za 22 m, dok zatezni kolotur ostaje na mjestu. To znači da je skreper sada postavljen dijagonalno prema zateznom kolotoru. Formiramo novu brazdu, također dubine 20 m. Nakon što eksploatacija u tom položaju završi pomičemo koloturu za 22 m, što rezultira da skreper i koloturnik ponovno stoje okomito na os otkopnog polja. (Šandrovčan, 1996.)



**Slika 2-5** Prikaz dijagonalnog načina rada i pomicanja skrepera i koloturnika (Kujundžić,2019.)

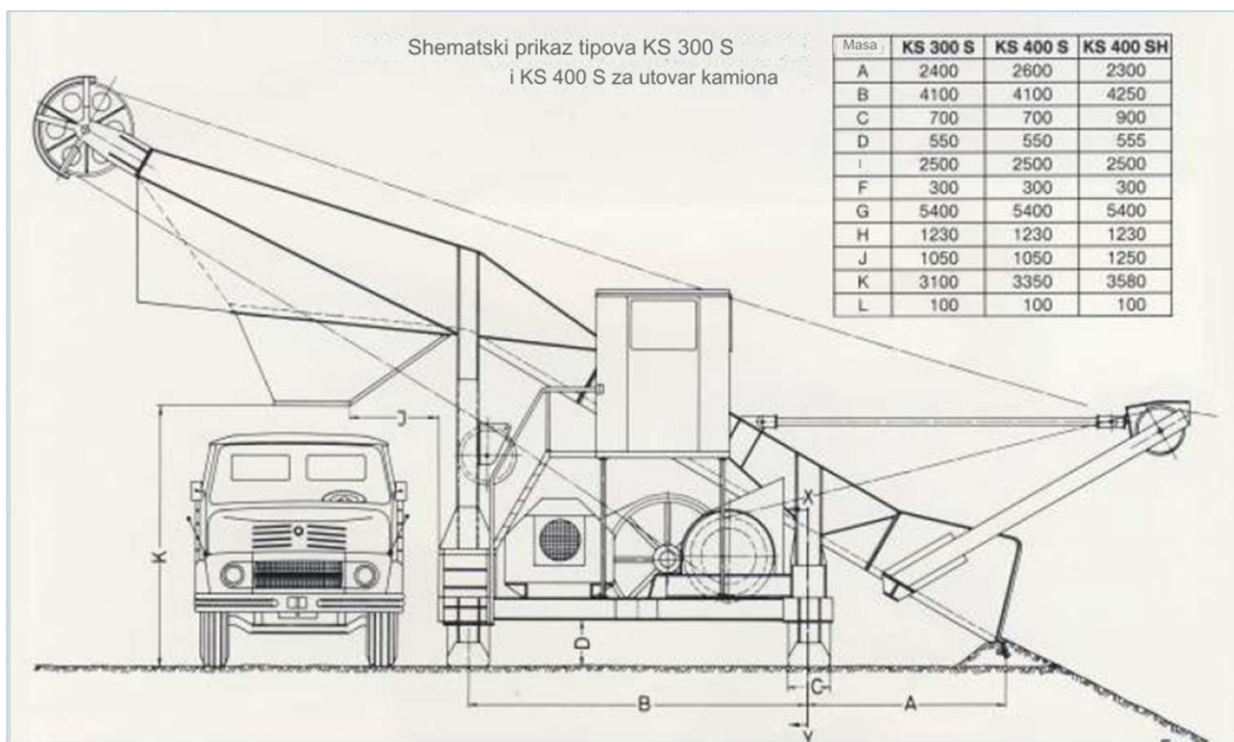
### 2.3. SKREPER STICHWEH KS300

Skreper koji koristimo u proračunu je Stichweh KS300. Opremljen je hidrauličkim hodajućim mehanizmom kojim se može pomicati poprečno na smjer otkopavanja. Također, može se okretati na mjestu i kretati u bilo kojem smjeru. Za vrijeme rada, skreper je poduprt četirima potpornim letvama čime je hodajući mehanizam olakšan i nije podložan trošenju. Može biti pogonjen dizelskim motorom ili električno. Ukoliko je pogonjen dizelskim motorom, hidraulična se jedinica preko pogonskog vratila i elektromagnetskog kvačila pokreće dizelskim motorom. Kod električno pogonjenog skrepera, hidraulička jedinica se pokreće uz pomoć zasebnog električnog motora. (Stichweh, n.d.)



**Slika 2-6** Stichweh KS300 s hidrauličnim hodajućim mehanizmom, električnim pogonom i pretvaračem momenta (Stichweh, n.d.)





**Slika 2-7** Shema KS300 pri utovaru u kamion, dimenzije izražene u milimetrima (Stichweh, n.d.)

**Tablica 2-1** Tehničke karakteristike Stichweha KS300 (Stichweh, n.d.)

Snaga motora	$P = 100 \text{ kW}$
Volumen lopate	$q = 3 \text{ m}^3$
Brzina skreperovanja - otkopna - povratna	$V_o = 1,2 \text{ m/s}$ $V_p = 1,8 \text{ m/s}$
Maksimalna otkopna duljina	$l_o = 180 \text{ m}$
Promjer užeta	$D = 22/26 \text{ mm}$
Sila u užetu	$F = 90 \text{ kN}$
Ukupna masa skrepera	$m = 35 \text{ t}$

### 3. EKSPLOATACIJSKO POLJE BOK

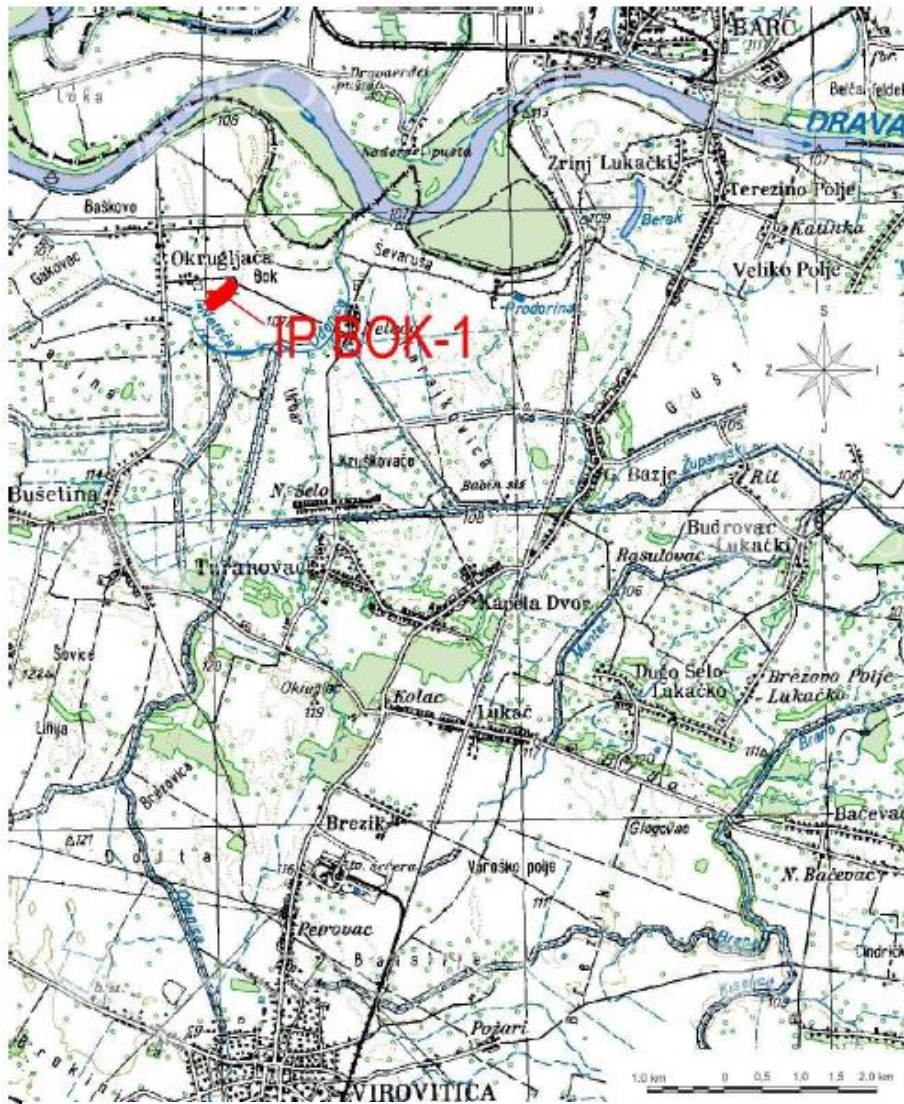
Istražni prostor "Bok-1" područje je za istraživanje građevnog pijeska i šljunka smješteno u Virovitičko-podravskoj županiji, unutar Općine Špišić Bukovica. Nalazi se na udaljenosti od 11 kilometara sjeverno od grada Virovitice, u dolini rijeke Drave, svega 2 kilometra dalje od njezinog meandrirajućeg korita te samo 1 kilometar udaljen od granice s Republikom Mađarskom.

U neposrednoj blizini rađeni su stariji istražni radovi na susjednom, ranije odobrenom eksploatacijskom polju "Bok". Zbog spomenutih istražnih radova i iskustva dosadašnje eksploatacije postoje informacije o ležištu, mineralnim sirovinama te uvjetima eksploatacije.

Na eksploatacijskom polju "Bok" provodi se vađenje dravskih holocenskih aluvijalnih pijesaka i šljunaka, koji su ključni materijali za građevinsku industriju. Slojevi sirovina pružaju se horizontalno. Ležište sirovina karakterizira jednostavna struktura prema geološkim i genetskim svojstvima. Zbog svoje kvalitete, ležište "Bok" pripada prvoj skupini ležišta građevnog pijeska i šljunka.

Istražni prostor građevnog pijeska i šljunka "Bok-1" obuhvaća ukupnu površinu od 4,95 hektara, koja je podijeljena na dva dijela. Prvi dio površine, veličine 3,27 hektara, proteže se uz sjevernu i sjeveroistočnu granicu postojećeg eksploatacijskog polja "Bok", dok se drugi dio površine, površine 1,68 hektara, nalazi uz jugozapadnu granicu istog polja. Na slici 3-1. prikazan je zemljovidni položaj istražnog prostora građevnog pijeska i šljunka „Bok-1“. (Pavelić,2024.)





**Slika 3-1** Zemljovidni položaj istražnog prostora građevnog pijeska i šljunka "Bok-1" (Pavelić, 2024.)

### 3.1. GEOLOŠKA GRAĐA LEŽIŠTA

#### 3.1.1. Opis ležišta

Ležište „Bok“ formirano je od sedimenata koji potiču iz gornjeg dijela serije holocenskih dravskih pijesaka i šljunaka, zajedno s jalovinskim pokrovom. Pokrov se sastoji od gline i siltozilnih glina s tankim slojevima sitnozrnog pijeska. Debljina jalovinskog pokrova varira od 0,4 – 1,7 m. Sirovinu predstavljaju dravski holocenski aluvijalni pijesci i šljunci koji su nabušeni do dubine od oko 20 m. Pretežno su šljunci, pjeskoviti šljunci i pijesci u serijama debljine oko 8 m ili čak više. Iz analiza se može vidjeti da se radi o pijescima i šljuncima koji sadrže najviše kvarca, feldspata, tinjaca i čestica različitih stijena. U plićim dijelovima

se obično nalazi pijesak i šljunkoviti pijesak do dubine od otprilike 13 metara, dok se ispod njih nalazi serija šljunaka. Za ležišta u ovom dijelu Dravske potoline karakteristična je izmjena slojeva i leća šljunka i pijeska te njihovih prijelaza. (Pavelić,2024.)

### 3.1.2. Geneza ležišta

Materijali koji izgrađuju ležište, aluvijalni dravski pijesci i šljunci nastali su taloženjem materijala koji je donesen tokom meandrirajućeg toka rijeke Drave. Pijesci i šljunci se vertikalno i horizontalno izmjenjuju ovisno o brzini, snazi, količini i vrsti riječnih struja. Naslage ležišta koje su nastale dio su dravskih šljunaka i pijesaka koji su se taložili u meandrirajućem riječnom sistemu tamo gdje su im hidrodinamički uvjeti odgovarali za odlaganje. (Pavelić,2024.)

### 3.1.3. Hidrogeološke karakteristike ležišta

Razina podzemne vode u ležištu je usko povezana s kolebanjem razine rijeke Drave. Za vrijeme istražnog bušenja razina podzemne vode je bila 0,8 – 1,2 m, ali se taj podatak odnosi samo na jesenski period u kojem je razina Drave visoka što rezultira visokom razinom podzemne vode u ležištu. Moguće su poplave u nižim dijelovima ležišta u slučaju obilnih oborina. (Pavelić,2024.)

### 3.1.4. Tektonika ležišta

Što se tiče tektonike, geološkim istraživanjem i istražnim bušenjem utvrđeno je da su slojevi horizontalni te se smatra da su u ležištu tektonske prilike jednostavne jer nisu registrirani bilo kakvi rasjedi ili pomaci. (Pavelić,2024.)

### 3.1.5. Inženjersko – geološke karakteristike ležišta

Ležište „Bok-1“ se u inženjersko - geološkom smislu sastoji od pijesaka i šljunaka. Prema klasifikaciji pijesci za eksploataciju pripadaju nevezanim pjeskovitim stijenama. Nevezane pjeskovite stijene karakterizira dobra vodopropusnost, te su im kosine stabilne pod kutem između 25° i 35°. Sloj pijeska je primarno zbijen u ležištu što znači da je stišljivost neznatna.

S druge strane, šljunci pripadaju krupno klastičnim nevezanim stijenama koje odlikuje velika vodopropusnost, a kosine su stabilne pod kutem između  $30^\circ$  i  $45^\circ$ . (Pavelić,2024.)

#### 4. PRORAČUN

Skreper koji koristimo je Stichweh KS300 čije smo karakteristike naveli u tablici 2-1.

Efektivni kapacitet skrepera kod duljine povlačenja skreperske posude za L iznosi:

$$Q_{teh} = \frac{3600 \cdot v_l \cdot k_p \cdot k_v}{T_c \cdot k_r}$$

gdje su:

$V_l = 3,0 \text{ m}^3$  - volumen lopate,

$k_p = 0,95$  - koeficijent punjenja lopate,

$k_v = 0,9$  - koeficijent iskorištenja radnog vremena,

$k_r = 1,1$  - koeficijent rastresitosti materijala

$T_c$  - prosječno trajanje radnog ciklusa skrepera (odvlačenje, privlačenje, cijedenje i pražnjenje lopate),

$$T_c = t_p + t_r + t_m$$

- vrijeme kretanja prazne skreperske lopate (prazni hod),  $t_p$ :

$$t_p = L / v_p$$

- vrijeme kretanja pune skreperske lopate (radni hod),  $t_r$ :

$$t_r = L / v_o$$

- vrijeme manevriranja  $t_m = 20 \text{ s}$  (usvojeno).

Smjenski kapacitet ( $Q_s$ ) je:

$$Q_s = Q_{teh} \cdot T$$

gdje su:

$Q_{teh}$  - efektivni kapacitet skrepera ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$T = 9 \text{ h}$  - efektivno vrijeme trajanja smjene. (Kujundžić,2019.)

ISTRAŽNI PROSTOR "BOK-1"

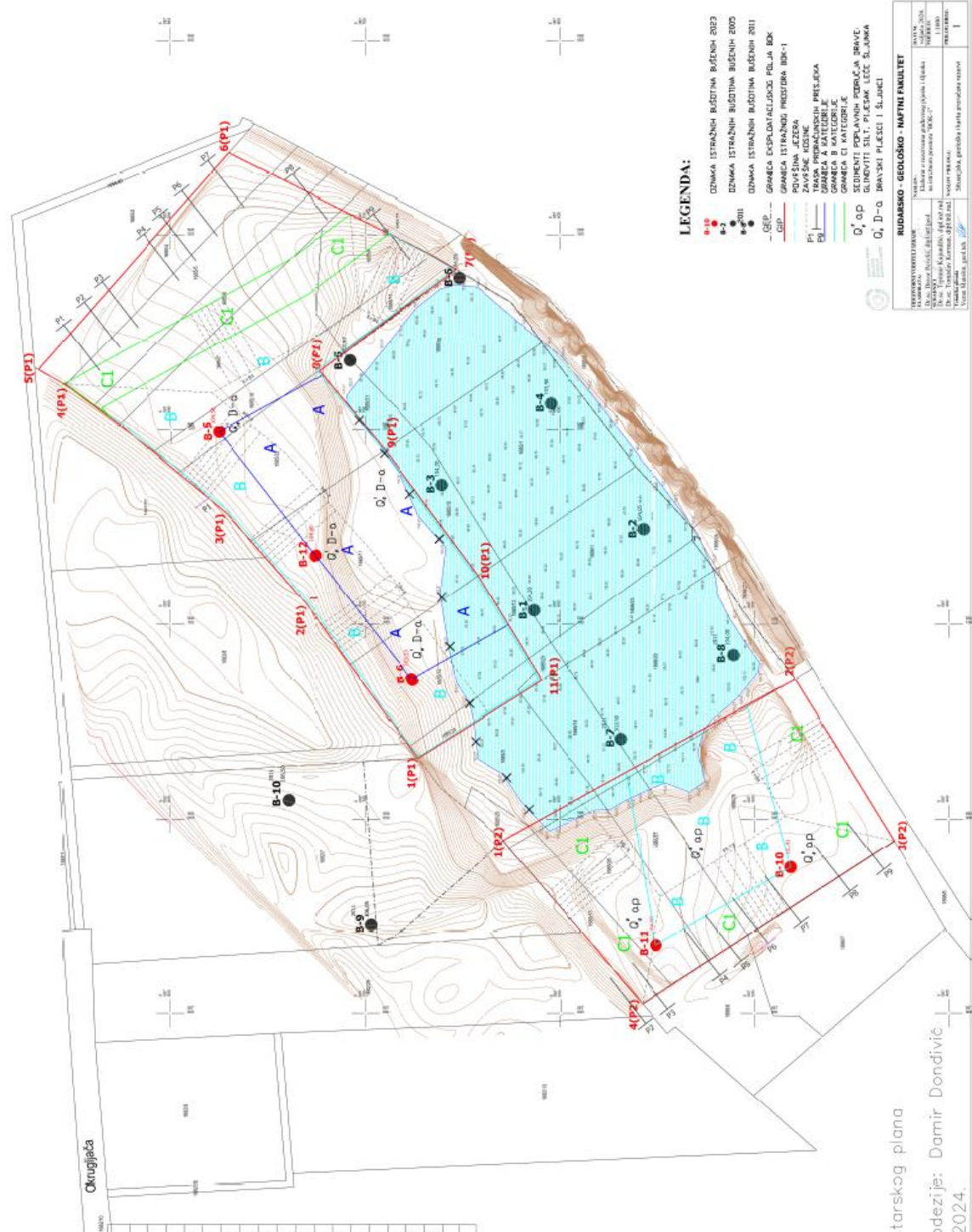
MJERILO 1:1000

**Geo-Bazis d.o.o.**  
IZ OBLASTI GEODEZIJE I INŽINJERINGA  
IZ OBLASTI GRAĐEVINARSTVA I PROMETNEGA  
POSREDOVANJA  
BEOGRAD, BEOGRADSKA CESTA 1111  
BEOGRAD, BEOGRADSKA CESTA 1111  
BEOGRAD, BEOGRADSKA CESTA 1111



Cikrugijaca

Čizmele bokle	E	N
1 <sub>(m)</sub>	568031.44	5087671.67
2 <sub>(m)</sub>	568110.30	5087730.25
3 <sub>(m)</sub>	568156.99	5087771.33
4 <sub>(m)</sub>	568222.92	5087854.22
5 <sub>(m)</sub>	568230.80	5087868.19
6 <sub>(m)</sub>	56832.42	5087770.08
7 <sub>(m)</sub>	568282.21	5087651.63
8 <sub>(m)</sub>	568230.72	5087724.03
9 <sub>(m)</sub>	568190.60	5087690.66
10 <sub>(m)</sub>	568125.27	5087641.63
11 <sub>(m)</sub>	568072.15	5087607.90
1 <sub>(m)</sub>	568031.44	5087671.67
Površina 3,27ha		
1 <sub>(m)</sub>	567989.69	5087627.88
2 <sub>(m)</sub>	568007.74	5087479.45
3 <sub>(m)</sub>	567988.56	5087428.26
4 <sub>(m)</sub>	567904.80	5087557.60
Površina 1,58ha		
Ukupna površina 4,85ha		



LEGENDA:

- B-1 IZJAVA ISTRAŽNIH BUĐETNA BUĐENI 2023
- B-2 IZJAVA ISTRAŽNIH BUĐENI 2005
- B-3 IZJAVA ISTRAŽNIH BUĐENI 2011
- GEP GRANIČNA EKSPLOATACIONE POLJA BOK
- GP GRANIČNA IZVAŠNE PROJEKTA BOK-1
- ZAVRŠNE IZJAVE
- TRAJNA PPRERAZIČNI PRESEKA
- GRANIČNA CI KATEGORIJE
- O' OP SEDIMENTI POPLAVNIH PERIODA BRAWE
- O' D-a DRVAZI PLEŠE I SJAJCI

LEGENDA:

— kapija katastarskog plana

Ovlašteni inženjer geodezije: Damir Dondović  
U Virovitici, siječanj 2024.

**RUDARSKO - GEOLOŠKO - NAFTNI FAKULTET**

PROJEKTOVANJE I IZVEDBA  
IZ OBLASTI GEODEZIJE I INŽINJERINGA  
IZ OBLASTI GRAĐEVINARSTVA I PROMETNEGA  
POSREDOVANJA  
BEOGRAD, BEOGRADSKA CESTA 1111  
BEOGRAD, BEOGRADSKA CESTA 1111  
BEOGRAD, BEOGRADSKA CESTA 1111

Slika 4-1 Grafički prikaz istražnog prostora "Bok-1" (Pavelić,2024.)



Na slici 4-1. vidimo grafički prikaz istražnog prostora „Bok-1“. Na njemu su vidljive točke duž obale koje smo koristili za izračun duljine otkopavanja ( $L$ ). Te su točke označene križićima. Na mjestu gdje se nalazi križić nalazi se skreper i mjeri se okomita udaljenost do druge strane obale, što nam daje informaciju kolika je duljina otkopavanja ( $L$ ). U poglavljima 4.1. i 4.2. detaljnije su objašnjeni načini računanja duljine otkopavanja obzirom na način eksploatacije.

#### 4.1. PRORAČUN UČINKA DIJAGONALNOG NAČINA RADA SKREPERA

Proračun učinka radimo pomoću gore navedenih formula. Mjerenje se provodi na deset točaka. Kod dijagonalnog načina rada (opisan u poglavlju 2.2.) duljinu otkopavanja ( $L$ ) mjerimo tako da zbrojimo izmjerenu okomitu udaljenost s izmjerenom dijagonalnom udaljenosti, te zbroj podijelimo s dva.

Primjerice, izračun otkopne udaljenosti za točku broj 1 glasi:

$$L = \frac{L_{okomito} + L_{dijagonalno}}{2} = 94,64 \text{ m}$$

Gdje je:

$$L_{okomito} = 91,42 \text{ m}$$

$$L_{dijagonalno} = 97,86 \text{ m}$$

**Tablica 4-1** Prikaz rezultata proračuna dijagonalnog načina rada skrepera

Točka	$L$ (m)	$T_c$ (s)	$t_p$ (s)	$t_r$ (s)	$t_m$ (s)	$Q_s$ (m <sup>3</sup> /smjena)	$Q_{teh}$ (m <sup>3</sup> /h)
1	94,64	155,91	54,36	81,55	20	484,56	53,84
2	101,7	161,25	56,5	84,75	20	468,54	52,06
3	104,16	164,67	57,87	86,8	20	458,82	50,98
4	114,52	178,65	63,22	95,43	20	422,91	46,99
5	128,83	198,93	71,57	107,36	20	379,71	42,19
6	141,46	216,47	78,59	117,88	20	349,02	38,78
7	150,83	229,48	83,79	125,69	20	329,22	36,58
8	148,41	226,13	82,45	123,68	20	334,08	37,12
9	142,08	217,33	78,93	118,4	20	347,67	38,63
10	140,25	214,8	77,92	116,88	20	351,72	39,08

#### 4.2. PRORAČUN UČINKA LEPEZASTOG NAČINA RADA SKREPERA

Postupak je veoma sličan postupku iz prethodnog poglavlja. Koristimo istih deset točaka. U lepezastom načinu rada duljinu otkopavanja ( $L$ ) računamo tako da zbrojimo izmjerenu okomitu udaljenost ( $L_1$ ) s izmjerenim duljinama koje dobijemo pomicanjem koloture lijevo i desno od okomice ( $L_2$  i  $L_3$ ), te nađemo aritmetičku sredinu dijeljenjem zbroja brojem 3. Lepezasti način rada je objašnjen u poglavlju 2.2. Rezultati su prikazani u tablici.

Za točku 1 duljina otkopavanja se računa:

$$L = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{3} = 93,81 \text{ m}$$

Gdje su:

$$L_1 = 93,67 \text{ m}$$

$$L_2 = 102,6 \text{ m}$$

$$L_3 = 85,15 \text{ m}$$

**Tablica 4-2** Prikaz rezultata proračuna lepezastog načina rada skrepera

Točka	$L$ (m)	$T_c$ (s)	$t_p$ (s)	$t_r$ (s)	$t_m$ (s)	$Q_s$ (m <sup>3</sup> /smjena)	$Q_{teh}$ (m <sup>3</sup> /h)
1	93,81	150,3	52,12	78,18	20	502,65	55,85
2	98,57	156,9	54,76	82,14	20	481,5	53,5
3	106,28	167,61	59,04	88,57	20	450,72	50,08
4	108,64	170,89	60,36	90,53	20	442,08	49,12
5	126,07	195,1	70,04	105,06	20	387,27	43,03
6	137,88	211,5	76,6	114,9	20	357,21	39,69
7	143,28	219	79,6	119,4	20	344,97	38,33
8	148,38	226,08	82,43	123,65	20	334,17	37,13
9	143,33	219,07	79,63	119,44	20	344,88	38,32
10	137,35	210,77	76,31	114,46	20	358,47	39,83



## 5. ANALIZA PRORAČUNA

### 5.1. USPOREDBA DIJAGONALNOG I LEPEZASTOG NAČINA RADA

**Tablica 5-1** Prikaz smjenskog kapaciteta za dijagonalni način rada

Točka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_s$ (m <sup>3</sup> /smjena)	484,56	468,54	458,82	422,91	379,71	349,02	329,22	334,08	347,67	351,72

Iz tablice 5-1. možemo pomoću formule za aritmetičku sredinu utvrditi da prosječni smjenski kapacitet za dijagonalni način rada skrepera iznosi  $Q_s = 392,63$  m<sup>3</sup>/smjena,

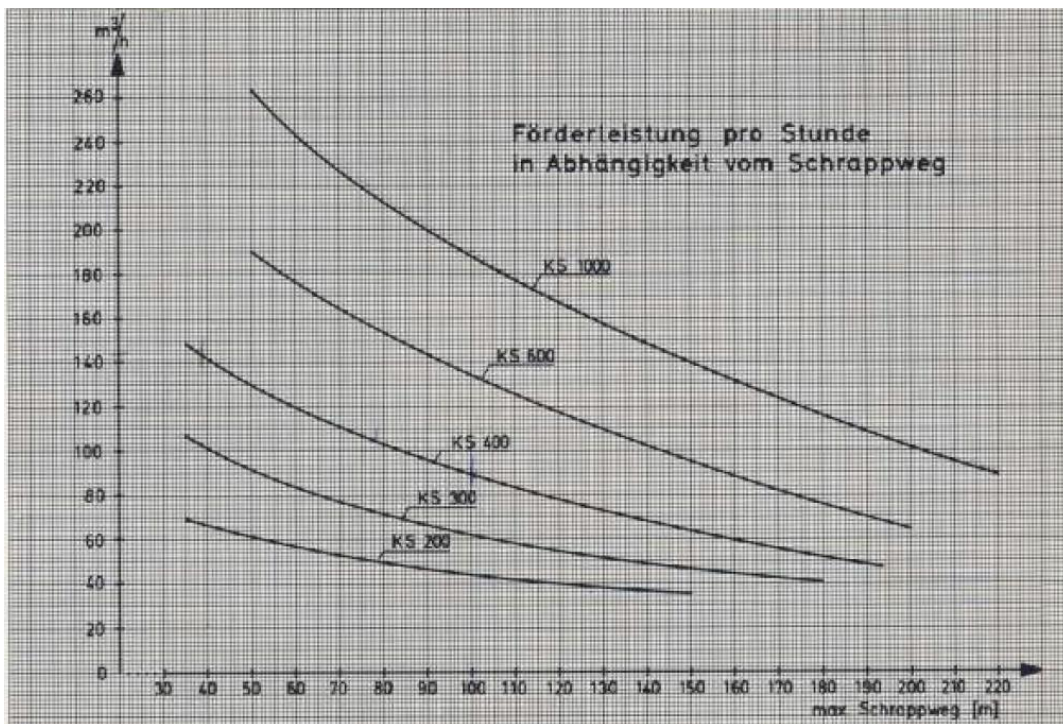
**Tablica 5-2** Prikaz smjenskog kapaciteta za lepezasti način rada

Točka	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_s$ (m <sup>3</sup> /smjena)	502,65	481,5	450,72	442,08	387,27	357,21	344,97	334,17	334,88	358,83

dok iz tablice 5-2 možemo pomoću iste formule utvrditi da prosječni smjenski kapacitet za lepezasti način rada skrepera iznosi  $Q_s = 399,38$  m<sup>3</sup>/smjena

## 5.2. USPOREDBA DOBIJENIH KAPACITETA S TEORIJSKIM KAPACITETIMA IZ PROSPEKTA

U prospektu Stichweh Maschinen & Service GmbH prikazan je dijagram (Slika 5-1) koji nam pokazuje teorijski kapacitet otkopavanja. Na osi x je prikazana maksimalna duljina skreperovanja u metrima, dok je na y osi prikazan efektivni kapacitet skrepera u m<sup>3</sup>/h. Primjerice, za duljinu otkopavanja od 148 m, u oba načina skreperovanja (dijagonalni i lepezasti) dobili smo efektivni kapacitet od otprilike 37 m<sup>3</sup>/h, dok se iz grafa sa slike 5-1 da očitati da je za naš skreper (KS 300) teorijski kapacitet oko 50 m<sup>3</sup>/h. To nam govori da je stvarni kapacitet za gotovo četvrtinu manji. Naravno, u obzir treba uzeti ostale parametre koji mogu varirati, a utječu na efektivni kapacitet kao što su koeficijent iskorištenja radnog vremena, koeficijent rastresitosti materijala i prosječno trajanje ciklusa skrepera.



Slika 5-1 Teorijski kapacitet otkopavanja (Stichweh, n.d.)

## **6. ZAKLJUČAK**

U ovom se radu nastojalo analizirati i usporediti učinke dijagonalnog i lepezastog rada skrepera. Usporedbom dobivenih podataka može se zaključiti da usprkos činjenici da je lepezasti način za nekoliko kubnih metara po smjeni u prednosti nad dijagonalnim, nema znatne razlike u efektivnom kapacitetu između dva načina. Također je utvrđeno da se realni efektivni kapaciteti znatno razlikuju od onih koje su proizvođači naveli na svojim službenim stranicama i prospektima.

## 7. LITERATURA

1. HORVATIĆ, M. 2015. *Dopunski rudarski projekt eksploatacije građevnog pijeska i šljunka – Prva dopuna Eksploatacijsko polje „Zlatno jezero“*,
2. KUJUNDŽIĆ, T. 2019. *Dopunski rudarski projekt eksploatacije građevnog pijeska i šljunka u eksploatacijskom polju Prodi - prva dopuna*. Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 251-70-11-19-1
3. MESEC, J. 2009. *Mineralne sirovine vrste i načini dobivanja*. Varaždin: Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet Varaždin
4. PAVELIĆ, D. 2024. *Elaborat o rezervama građevnog pijeska i šljunka u istražnom prostoru „Bok-1“*, Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet
5. ŠANDROVČAN, M. 1996. *Mehanizirani načini otkopavanja šljunka i pijeska na primjeru poduzeća Podravina Đurđevac*. Diplomski rad, Zagreb: Rudarsko-geološko-naftni fakultet
6. Stichweh Maschinen & Service GmbH , n.d.

URL: [www.smt-stichweh.com](http://www.smt-stichweh.com) (1.9.2024.)