Analiza potrošnje goriva kamiona istresača na površinskom kopu Očura

Žigrović, Adam

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:169:269079

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij rudarstva

ANALIZA POTROŠNJE GORIVA KAMIONA ISTRESAČA NA POVRŠINSKOM KOPU OČURA

Završni rad

Adam Žigrović

R4156

Zagreb, 2020

KLASA: 602-04/20-01/100
URBROJ: 251-70-03-20-2
U Zagrebu, 16.09.2020.

Adam Žigrović, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju Vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/20-01/100, UR.BR. 251-70-12-20-2 od 28.04.2020. godine priopćujemo temu završnog rada koja glasi:

ANALIZA POTROŠNJE GORIVA KAMIONA ISTRESAČA NA POVRŠINSKOM KOPU OČURA

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o završnom ispitu doc. dr. sc. Mario Klanfar, docent Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditelj

(potpis)

Doc. dr. sc. Mario Klanfar

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za završne i diplomske ispite

(potpis)

Doc. dr. sc. Dubravko Domitrović

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente

(potpis)

Izv. prof. dr. sc. Dalibor Kuhinek

(titula, ime i prezime)

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Završni rad

ANALIZA POTROŠNJE GORIVA KAMIONA ISTRESAČA NA POVRŠINSKOM KOPU OČURA

Adam Žigrović

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

Sažetak

U ovom radu izračunata je potrošnja goriva kamiona istresača na površinskom kopu Očura. Iz tvrtke su dobiveni podaci o trasama kretanja kamiona i ti podaci su obrađeni. Trase su podijeljene na dionice pomoću programa Google Earth Pro te je za svaku dionicu računato: otpor nagiba, otpor kotrljanja, radijus krivine, duljinu. Pomoću tih podataka i podataka koji su nađeni u brošuri tvrtke Bell o kamionima koji se koriste, računata je vučna sila pa je pomoću nje iščitana brzina kretanja kamiona. Zatim je računata potrebna snaga, brzine kretanja, koeficijent snage, vrijeme kretanja te na kraju potrošnju goriva. Rezultati rada su zadovoljavajući. Za trasu 1 potrošnja goriva iznosi 16,96428 kg/h , a za trasu 2 potrošnja iznosi 14,48 kg/h. Prava potrošnja goriva iznosi 12 kg/h.

Ključne riječi: Kamionski transport, površinski kop, potrošnja goriva

Završni rad sadrži: 21 stranica, 4 tablice, 8 slika, 1 prilog, i 0 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

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

Mentori: Dr.sc. Mario Klanfar, docent RGNF

Ocjenjivači: Dr.sc. Mario Klanfar, docent RGNF
Dr.sc. Trpimir Kujundžić, redoviti profesor RGNF
Dr.sc. Tomislav Korman, docent RGNF

Datum obrane: 28.9.2020., Rudarsko-geološko-naftni fakultet u Zagrebu

SADRŽAJ

1. UVOD.....3
2. TEORETSKI DIO RADA.....4
2.1. Kamioni i kamionski transport.....4
2.2. Otpori kretanju kamiona i vučni dijagrami.....5
3. PRAKTIČNI DIO RADA.....7
3.1. Uzdužni profili kamionskih trasa (Google Earth).....7
3.2. Određivanje vučnih sila.....9
3.3. Potrošnja goriva.....12
4. ZAKLJUČAK.....13
5. POPIS LITERATURE.....14
6. PRILOZI.....14

POPIS SLIKA

Slika 1-1. Kamion tvrtke Bell.....5
Slika 2-1. Vučni dijagram.....6
Slika 2-2. Vučni dijagram retardacije.....6
Slika 3-1. Profil trase 1 u programu Google Earth Pro.....7
Slika 3-2. Profil trase 2 u programu Google Earth Pro.....7
Slika 3-3. Trasa kretanja kamiona 1.....8
Slika 3-4. Trasa kretanja kamiona 2.....8
Slika 3-5. Iščitavanje brzine preko vučne sile.....11

POPIS TABLICA

Tablica 3-1. Podaci iščitani iz programa Google Earth Pro za trasu 1.....8
Tablica 3-2. Podaci iščitani iz programa Google Earth za trasu 2.....9
Tablica 3-3. Podaci iščitani iz brošure tvrtke Bell.....10
Tablica 3-4. Podaci za trasu 1.....13
Tablica 3-5. Podaci za trasu 2.....13

POPIS KORIŠTENIH OZNAKA I JEDINICA

Oznaka	Jedinica	Opis
f	%	otpor kotrljanja
i	%	otpor nagiba
F	kN	vučna sila
L	m	dužina dionice
R	m	radijus krivine
W	%	ukupni otpor
v	km/h	tehnička brzina
P	kW	snaga
S	kg/h	potrošnja goriva
t	min	vrijeme vožnje
P_0	kW	ukupna snaga vozila
G_{sp}	kg/kWh	specifična potrošnja goriva
m	kg	masa praznog kamiona
m_A	kg	masa punog kamiona
Gu	kg	potrošeno goriva
v_s	km/h	sigurnosna brzina vožnje
i_k	%	poprečni nagib krivine
g	m/s²	akceleracija sile teže

1. UVOD

Ovaj rad bavi se proračunom potrošnje goriva kamiona istresača na površinskom kopu tvrtke Holcim. Rezultati proračuna ovog rada koristit će procjeni ekonomske isplativosti i teoretske potrošnje goriva kamiona na kamenolomu Očura. Na kopu se koriste kamioni tvrtke Bell ADT, a model koji se koristi je B40D (Slika 1-1.) Rad se sastoji od teoretskog i praktičnog dijela. U teoretskom dijelu opisani su pojmovi vezani uz otpore, kamione i kamionski transport općenito, a u praktičnom dijelu su obrađeni podaci dobiveni od mjerenja trasa kretanja kamiona i njihovih karakteristika u svrhu određivanja vučnih sila te računanja potrošnje goriva.



SLIKA 1-1. Kamion tvrtke Bell

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Kamioni i kamionski transport

Kamion ili teretno vozilo je motorno vozilo koje služi za prijevoz veće količine robe u cestovnom prijevozu (Wikipedija, 2019). Kamioni se kreću cestama, a vučnu silu potrebnu za pokretanje prenose preko pneumatika. U današnje vrijeme kamioni su najzastupljenija opcija prijevoza robe i sirovina kako u svakodnevnom životu tako i u rudarstvu. Kamioni koji se koriste u rudarstvu posebno su dizajnirani za načine i uvjete rada u kopovima. Robusni su i napravljeni za dugogodišnji rad. Odlikuje ih velika pokretljivost, velike manevarske sposobnosti te neovisnost o izvoru energije što povećava njihovu ekonomsku isplativost, pogotovo kod eksploatacije ležišta nepravilnih oblika ili kod selektivnog iskopavanja. Također prednosti korištenja kamiona u struci su mogućnost savladavanja velikih nagiba i mogućnost savladavanja malih radijusa krivina. Nedostaci kamionskog prijevoza sirovina su velika investicijska ulaganja u prijevozna sredstva i veliki troškovi održavanja i remonta. Kamioni mogu biti pogonjeni dieselskim motorom, električnom energijom ili kombinirano diesel-električno (Kujundžić, 2018). Kod jako velikih kamiona gotovo uvijek je pogon kombinirani. Pogon se može prenositi preko jedne ili više osovina ovisno o potrebnoj snazi i stanju trasa po kojima se kreću. Kamioni smjer kretanja najčešće mijenjanju pomoću prednje osovine koja omogućava zakretanje kotača u dva smjera. Na površinskim kopovima najčešće se koriste damperi, tegljači s poluprikolicama i tegljači s prikolicama. Kamioni su svoj razvoj doživjeli u SAD-u gdje je najviše ulagano u njihov razvoj. Taj razvoj posebno je potaknut niskim cijenama goriva poslije 2. Svjetskog rata. Nažalost iz tog razloga isplativost korištenja kamiona direktno ovisi o kretanju cijena naftnih derivata što dugoročno gledano donosi nepredvidivost ekonomske isplativosti. Još jedna prednost korištenja kamiona je ta da se u slučaju kvara mogu lako popravljati ili u slučaju greške na procjenu isplativosti lako mogu prodati iz razloga što je potražnja za njima velika. Na transport kamionima uvelike utječu putevi i trase kojima se kreću, pogotovo na površinskim kopovima. Teret koji prevoze je velik, brzine kretanja su relativno male te je intenzitet prijevoza velik pa se može reći da kamioni i stanje trase međusobno utječu jedno na drugo.

2.2. Otpori kretanju kamiona i vučni dijagrami

Prilikom gibanja vozila pojavljuju se razni otpori te je potrebna određena sila koja savladava te otpore kako bi se vozilo nastavilo kretati. Proučavanje, poznavanje i izračun tih otpora pomaže nam kako bismo mogli izračunati potrebnu vučnu silu vozila i njegove daljnje karakteristike kao što su snaga motora, kvaliteta guma i način prijenosa energije. Slijedeće što možemo izračunati iz tih podataka je potrošnja goriva koju je potrebno znati kako bismo mogli procijeniti ekonomsku isplativost vozila. Otpori koji se javljaju prilikom gibanja vozila dijele se u dvije glavne skupine, temeljni otpori i dopunski otpori (Kujundžić, 2018).

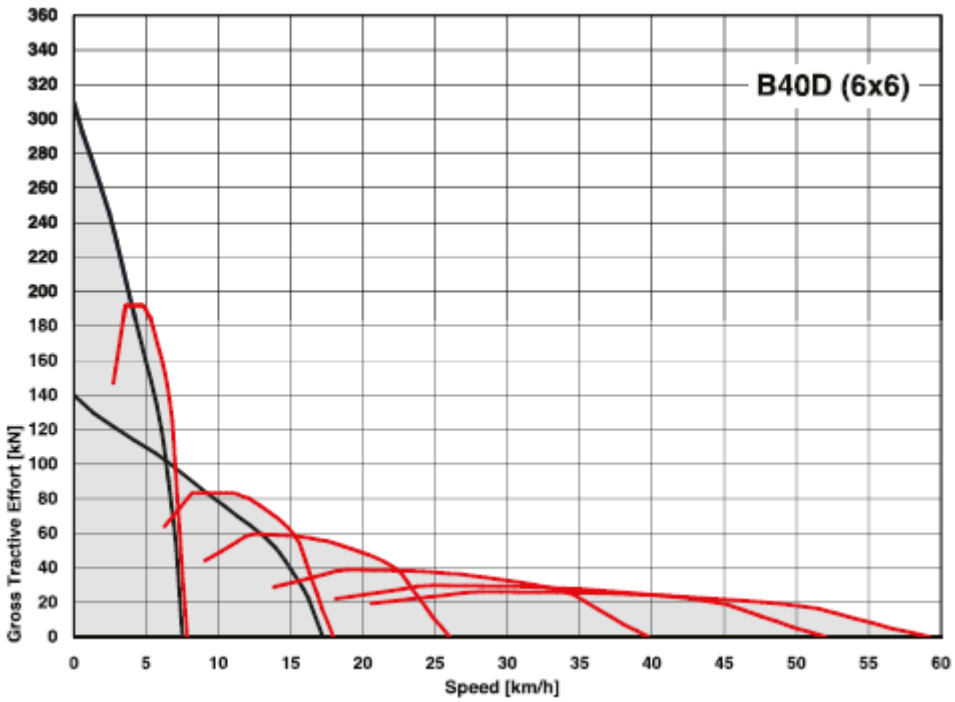
Temeljni otpori su svi oni otpori koji djeluju tokom cijelog trajanja vožnje. To su otpori na koje ne utječe nikakav vanjski faktor nego su produkt konstrukcije i stanja vozila te kontakta vozila s trasom po kojoj se kreće. U temeljne otpore ulaze slijedeći otpori:

- Otpori od trenja u ležištu kotača
- Otpori od kotrljanja kotača po trasi
- Otpori od trenja klizanja između kotača i trase
- Otpori zračne struje

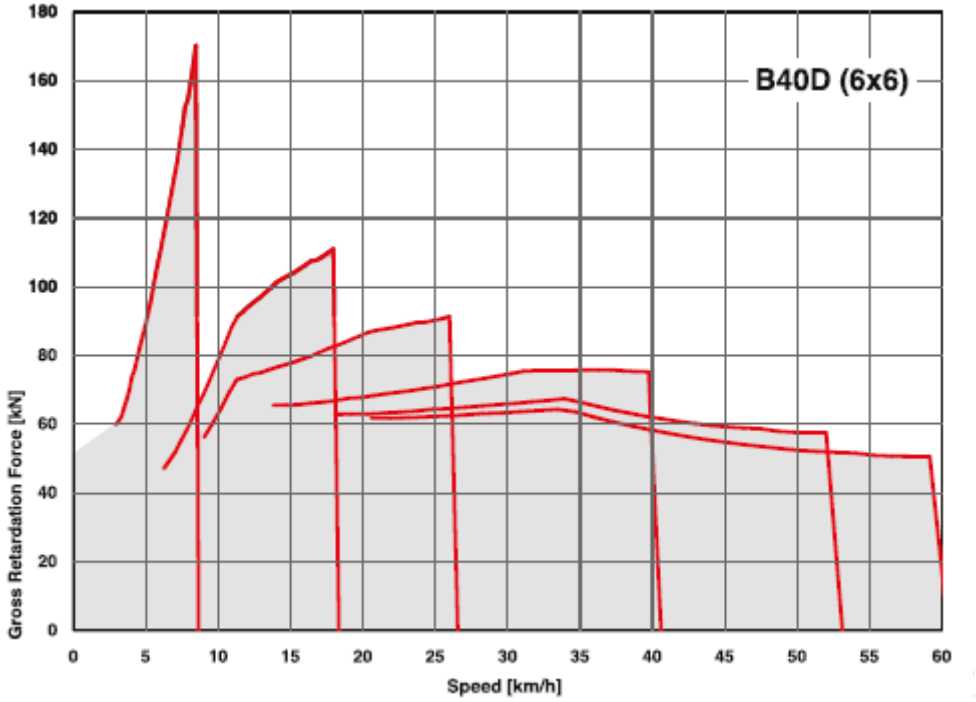
Dopunski otpori su svi otpori koji se javljaju u specijalnim slučajevima prilikom gibanja vozila i obuhvaćaju otpore od : pokretanja vozila, nagiba trase, krivine i uslijed inercije masa.

Proračun nagiba trase objašnjen je u proračunskom dijelu. Otpor od pokretanja vozila relevantan je samo za dionicu na kojoj kamion kreće iz stanja mirovanja. U ovom slučaju to je dionica 1. Otpor od inercije masa uzeli smo u obzir kada je kamion potrebno iz stanja kretanja dovesti u stanje mirovanja. U ovom slučaju to je završna dionica kada kamion ide na istovar. Također ova pravila vrijede i kada se kamion kreće u suprotnom smjeru, odnosno kada se prazni kamion vraća na utovar. Otpore zračne struje smo zanemarili zbog kompleksnosti proračuna i vrlo malog utjecaja na samu brzinu kretanja kamiona.

Vučni dijagrami su dijagrami iz kojih se iščitava brzina kretanja kamiona pod djelovanjem određene vučne sile. Na x-osi dijagrama nalazi se brzina, a na y- osi dijagrama nalazi se vučna sila. Svaka crvena linija na grafu predstavlja promjenu brzine kretanja prema promjeni vučne sile. (Slika 2-1. i Slika 2-2.) Crvene linije su zapravo vučne krivulje koje predstavljaju brzine u mjenjačkoj kutiji. Za izradu ovog rada koristili smo vučne dijagrame iz brošure tvrtke Bell za kamione koji se koriste na kamenolomu.



SLIKA 2-1. Vučni dijagram

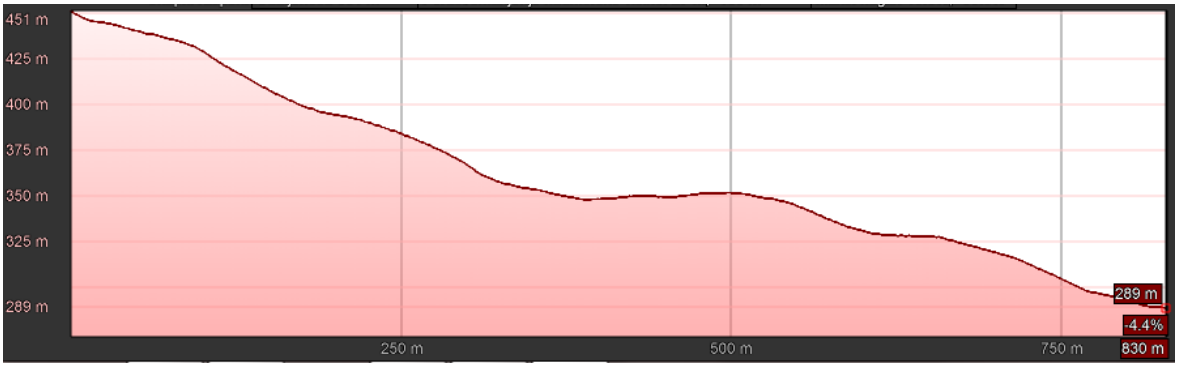


SLIKA 2-2. Vučni dijagram retardacije

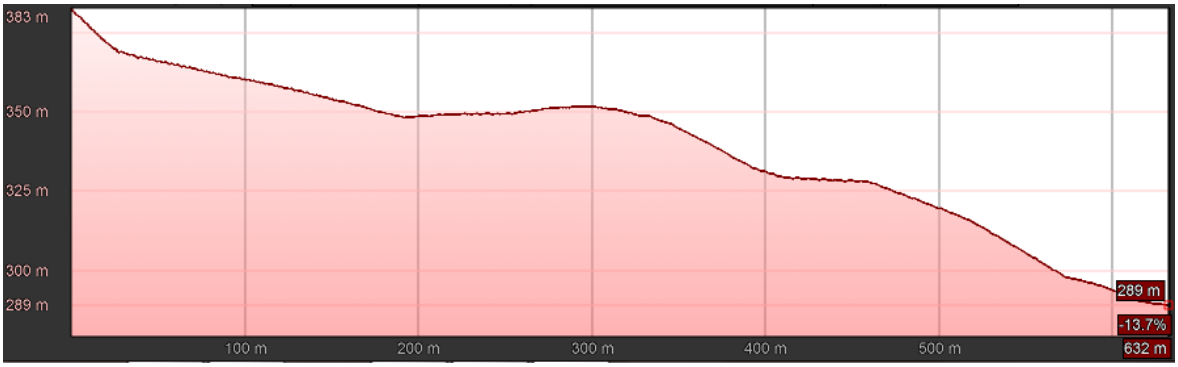
3. PRAKTIČNI DIO RADA

3.1. Uzdužni profili kamionskih trasa (Google Earth)

U praktičnom dijelu rada prvo su obrađeni podaci o trasama kretanja kamiona na površinskom kopu koje smo dobili od tvrtke Holcim. Preko aplikacije Google Earth Pro unijeli smo podatke i iščitali potrebne informacije. (Slika 3-1. i Slika 3-2.)



SLIKA 3-1. Profil trase 1 u programu Google Earth Pro



SLIKA 3-2. Profil trase 2 u programu Google Earth Pro

Trasa je podijeljena na dionice i za svaku dionicu računali smo duljinu, nagib i radijus krivine ako isti postoje (Slika 3-3 i Slika 3-4.). Odredili smo i kote (visine) između kojih se nalaze dionice. Nagib smo računali tako da smo razliku nadmorske visine dionice podijelili s duljinom te dionice. Radijus krivine smo odredili ucrtavanjem kružnice preko slike krivine tako da zakrivljenost kružnice odgovara krivini te smo iščitali radijus (Tablica 3-1. i Tablica 3-2.). Pošto vertikalni profil preko Google Eartha nije dobar, dobili smo podatke o kotama etaža od tvrtke da bi računali nagib.



SLIKA 3-3. Trasa kretanja kamiona 1



SLIKA 3-4. Trasa kretanja kamiona 2

TABLICA 3-1. Podaci iščitani iz programa Google Earth Pro za trasu 1

Točka	**Visina (m)**	**Udaljenost (m)**	**Radijus zakrivljenosti (m)**
1	400	0	-
2	400	75	0
3	380	147	22
4	370	202	0
5	360	279	0
6	358	326	20
7	348	398	0
8	351	517	0
9	331	608	0
10	328	662	0
11	299	775	0
12	289	837	11

TABLICA 3-2. Podaci iščitani iz programa Google Earth za trasu 2

Točka	**Visina (m)**	**Udaljenost (m)**	**Radijus zakrivljenost (m)**
1	370	0	13
2	358	110	0
3	348	148	0
4	351	201	0
5	331	292	0
6	328	346	0
7	299	459	0
8	289	521	11

Ti podaci su neophodni za računanje potrebne vučne sile vozila te naposljetku njihove potrošnje goriva.

3.2. Određivanje vučnih sila

Potrebnu vučnu silu smo izračunali pomoću funkcije koja ovisi o masi kamiona i ukupnom otporu na dionici. Ukupni otpor smo dobili na način da smo zbrojili otpore nagiba i otpore kotrljanja po formuli

$$W = f + i \tag{3-1}$$

Gdje je : *W*- ukupni otpor

f- otpor kotrljanja

i- otpor nagiba

Otpor kotrljanja f procjenili smo na 2%.

Vučnu silu za prazne kamione računali smo po formuli:

$$F = (\sin(\tan^{-1}(\frac{W}{100}))) \times m \tag{3-2}$$

Gdje je: *F*- vučna sila

W- ukupni otpor

m- masa praznog kamiona

Vučnu silu za pune kamione računali smo po formuli:

$$F = (\sin(\tan^{-1}(\frac{W}{100})) \times m_A \tag{3-3}$$

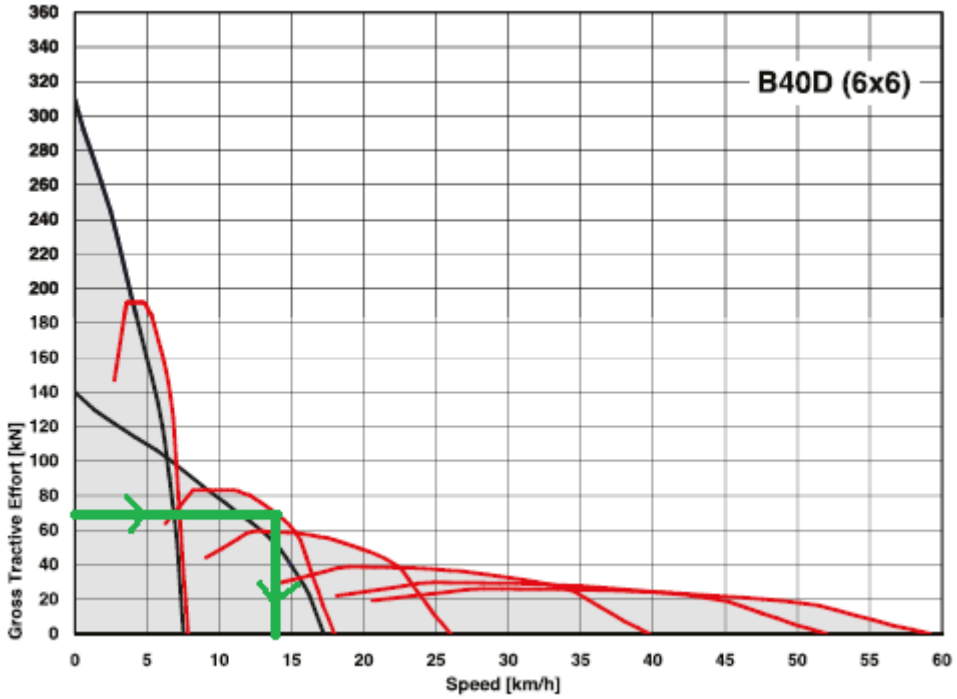
Gdje je: m_A- masa punog kamiona

Zatim smo izračunate podatke kategorizirali i stavili u Microsoft office excell na daljnju obradu. Za daljnju obradu bili su nam potrebni podaci o snazi, masi punog i praznog vozila te specifičnoj potrošnji goriva kamiona, koje smo pronašli i iščitali iz Brošure tvrtke Bell ADT.

TABLICA 3-3. Podaci iščitani iz brošure tvrtke Bell

P_0 (Snaga vozila)	335 kW
G_{sp} (Specifična potrošnja goriva)	0,195 kg/kWh
M (masa praznog kamiona)	66851 kg
m_A (masa punog kamiona)	29850 kg

Nakon toga smo redom računali: brzinu vožnje(tehnička ili sigurnosna), potrebnu snagu, koeficijent snage. Za svaku trasu je rađen proračun za puni kamion koji putuje u jednom smjeru te za prazni kamion koji putuje nazad u suprotnom smjeru istom trasom. Tehničku brzinu vožnje za svaku dionicu izračunali smo tako da smo uzeli izračunatu vučnu silu vozila na dionici te pomoću te vučne sile iz grafa na brošuri iščitali brzinu vozila. Brzinu vozila iščitali smo na način da smo na dijagram nanijeli vučnu silu te na mjestu gdje ona presijeca crvenu krivulju spustili na x-os i iščitali brzinu vožnje (Slika 3-5.).



SLIKA 3-5. Iščitavanje brzine preko vučne sile

Sigurnosnu brzinu vozila računali smo za krivine. U krivinama, brzina vožnje je ograničena jer postoji mogućnost izljetavanja kamiona sa trase što nikako nije dopustivo.

Sigurnosnu brzinu vožnje računali smo po formuli:

$$v_s = \sqrt{g \times R \times (k'_p + i_k)} \tag{3-4}$$

Gdje je: k'_p- koeficijent otpora poprečnom klizanju kotača na cesti koji iznosi:

$$k'_p = 0.32 \cdot k.$$

k- vrijednost koeficijenta otpora klizanju kotača po cesti koji iznosi 0.15-0.30 za nepovoljne uvjete rada (prljav i klizav put); 0.4-0.5 za vlažan put i normalne uvjete rada; 0.6-0.7 za čist i suh put, vrlo povoljni uvjeti kretanja.

i_k- poprečni nagib krivine 0-6% (Korman, 2018).

Za brzinu kretanja na pojedinoj dionici uzeta je manja brzina (tehnička ili sigurnosna) jer je manja brzina ograničavajući faktor. Iz tvrtke smo dobili podatke da se kamioni ne kreću brzinama većim od 20 km/h te manjima od 5km/h pa smo naše proračune ograničili tim brzinama.

Potrebnu snagu računali smo prema formuli:

$$P = F \times g \times v \times \frac{1000}{3.6} \tag{3-5}$$

Gdje je: *P*- potrebna snaga u kW,

F- vučna sila (kN),

g- akceleracija sile teže (m/s²),

v- brzina kretanja kamiona (tehnička ili sigurnosna) (km/h).

Koeficijent snage je omjer potrebne i najveće moguće snage koju kamion može dati,a računali smo ga po formuli:

$$P_k = \frac{P}{P_0} \tag{3-6}$$

Gdje je : P_k- koeficijent snage,

P_0 - ukupna snaga vozila (kW).

Kada je kamion radio u praznom hodu ili čekao utovar koristili smo koeficijent snage od 0,05.

3.3 Potrošnja goriva

Potrošnju goriva računali smo po formuli:

$$S = P_k \times P_0 \times G_{sp} \tag{3-7}$$

Gdje je: *S*- potrošnja goriva po satu (kg/h),

G_{sp}- specifična potrošnja goriva.

Upotrebom te formule izračunali smo potrošnju goriva na dionicama u vremenu (kg/h). Nakon toga izračunali smo duljinu svake dionice formulom:

$$L = \frac{L_n - L_{n-1}}{\cos(tg(\left|\frac{i_n}{100}\right|))} \quad (3\text{-}8)$$

Gdje je: L- udaljenost točke od početka trase (m),

n- broj točke ,

i- otpor nagiba (%).

Zatim smo računali vrijeme vožnje za svaku dionicu prema formuli:

$$t = \frac{L \times 60}{v \times 1000} \quad (3\text{-}9)$$

Gdje je: t- vrijeme potrebno da se prijeđe dionica (min),

v- brzina na dionici (km/h),

L- duljina dionice (m).

Poslije toga izračunali smo potrošnju goriva na dionicama u kilogramima prema formuli:

$$G_u = S \times \frac{t}{60} \quad (3\text{-}10)$$

Gdje je: G_u- potrošnja goriva na dionici u kg.

Kada smo sve to napravili preostalo nam je samo zbrojiti duljine svih dionica, vremena svih dionica i potrošnju goriva u kilogramima na svim dionicama kako bismo mogli izračunati ukupnu potrošnju goriva (Tablica 3-4.).

TABLICA 3-4. Podaci za trasu 1

Ukupna duljina puta (m)	Ukupno vrijeme vožnje (min)	Ukupna potrošnja goriva (kg)
1525,044	11,815	3,34

TABLICA 3-5. Podaci za trasu 2

Ukupna duljina puta (m)	Ukupno vrijeme vožnje (min)	Ukupna potrošnja goriva (kg)
1059,499	10,2	2,46

Ukupnu potrošnju goriva računali smo po formuli:

$$G_{uk} = Gu_{uk}/t_{uk} \times 60 \quad (3\text{-}11)$$

Gdje je: G_{uk}- ukupna potrošnja goriva kamiona (kg/h),

Gu_{uk}- suma potrošnja goriva na svim dionicama u kg,

t_{uk}- suma vremena vožnje svih dionica (min).

Tako računajući dobili smo rezlutate. Za trasu 1 potrošnja goriva iznosi 16,96 kg/h , a za trasu 2 potrošnja iznosi 14,48 kg/h. Iz tvrtke smo dobili podatak da se prema njihovim izračunima potrošnja goriva kreće negdje oko 12 kg/h.

Proračuni su izvedeni u Microsoft office Excelu čiji su rezultati tablično prikazani u prilogu.

4. ZAKLJUČAK

Prije svega potrebno je napomenuti da računanje pojedinih parametara potrebnih za proračune preko programa Google Earth Pro nije pouzdano. Horizontalne komponente kao što su duljina dionica i radijusi zakrivljenosti pouzdani su, a vertikalna komponenta nagib nije pouzdana. Iz tog razloga podaci koje smo dobili proračunom i podaci koje su nam dali iz tvrtke se ne poklapaju. Iz tvrtke su nam rekli da vrijeme vožnje po svakoj od trasa iznosi približno 15 minuta. Kada bismo u naš proračun stavili vrijeme od 15 minuta potrošnja goriva bi se smanjila i dobili bismo točnije rezultate. Iz ovog proračuna možemo zaključiti da na potrošnju goriva prvenstveno utječe nagib trasa, vrijeme kretanja i duljina trase te posljedično tome brzina kretanja kamiona. Promjenom brzine kretanja direktno utječemo na potrošnju goriva

5. POPIS LITERATURE

Bell ADT. 2018. D-series articulated dump trucks. ADT Brochure. URL:https://www.constructionequipment.com/sites/ce/files/Bell%20D-series%20ADT%20Brochure.pdf (1.9.2020.)

Korman T. 2018. Transport i izvoz. Proračun transporta kamionima. Zagreb: Rudarsko-geološko naftni fakultet. URL: https://moodle.srce.hr/2018-2019/course/view.php?id=36998

Kujundžić T. 2018. Transport i izvoz. Skripta kolegija. ADHEZIJSKA VUČA - OTPORI GIBANJA I POGONSKA SILA. Zagreb: Rudarsko-geološko naftni fakultet URL: https://moodle.srce.hr/2018-2019/course/view.php?id=36998

Kujundžić T. 2018. Transport i izvoz. Skripta kolegija. Kamionski transport. Zagreb: Rudarsko-geološko naftni fakultet URL: https://moodle.srce.hr/2018-2019/course/view.php?id=36998

Wikipedija. 2019. Kamioni. URL: https://hr.wikipedia.org/wiki/Kamion (29. rujna 2019.)

PRILOG 1.

Proračuni u microsoft office excell

TABLICA 1. Proračun trase 1

	%	%	%	kg	kg	km/h	kW		kg/h		min	kg
Dionica trase	Nagib	Otpor kotrljanja	Ukupni otpor	Ukupna masa (kamion+teret)	Potrebna vučna sila (kg)	Brzina vožnje (tehnička ili sigurnosna)	Potrebna snaga	Koef. snage	Potrošnja goriva	duljina dionice	vrijeme vožnje	utrošeno goriva
1	0	2	2	66851	1337	20	73	0,22	15,3	75	0,2	0,06
2	-27,77778	2	-25,7778	66851	-16687	7	-318	0,05	3,5	74,72617	0,6	0,04
3	-18,18182	2	-16,1818	66851	-10679	6	-175	0,05	3,5	55,9017	0,6	0,03
4	-12,98701	2	-10,987	66851	-7301	20	-398	0,05	3,5	77,64664	0,2	0,01
5	-4,255319	2	-2,25532	66851	-1507	7	-29	0,05	3,5	47,04253	0,4	0,02
6	-13,88889	2	-11,8889	66851	-7892	11	-237	0,05	3,5	72,69113	0,4	0,02
7	2,5210084	2	4,521008	66851	3019	20	165	0,49	34,6	119,0378	0,4	0,21
8	-21,97802	2	-19,978	66851	-13097	6	-214	0,05	3,5	93,17188	0,9	0,05
9	-5,555556	2	-3,55556	66851	-2375	20	129	0,39	27,2	54,08327	0,2	0,07
10	-25,66372	2	-23,6637	66851	-15394	7	-294	0,05	3,5	116,6619	1,0	0,06
11	-16,12903	2	-14,129	66851	-9353	11	-280	0,05	3,5	62,80127	0,3	0,02
11	16,129032	2	18,12903	29850	5325	7	102	0,30	21,3	62,80127	0,5	0,19
10	25,663717	2	27,66372	29850	7959	12	260	0,78	54,7	116,6619	0,6	0,53
9	5,5555556	2	7,555556	29850	2249	20	123	0,37	25,7	54,08327	0,2	0,07
8	21,978022	2	23,97802	29850	6960	14	266	0,79	55,8	93,17188	0,4	0,37
7	21,978022	2	23,97802	29850	6960	14	266	0,79	55,8	119,0378	0,5	0,47
6	13,888889	2	15,88889	29850	4684	20	255	0,76	53,6	72,69113	0,2	0,19
5	4,2553191	2	6,255319	29850	1864	16	81	0,24	17,1	47,04253	0,2	0,05
4	12,987013	2	14,98701	29850	4424	20	241	0,72	50,6	77,64664	0,2	0,20
3	18,181818	2	20,18182	29850	5905	15	241	0,72	50,7	47,04253	0,2	0,16
2	27,777778	2	29,77778	29850	8519	7	162	0,49	34,1	72,69113	0,6	0,35
1	0	2	2	29850	597	20	33	0,10	6,8	119,0378	0,4	0,04
utovar								0,05	3,5		3,0	0,18
istresanje								0,05	3,5		1,0	0,06
									ukupno	1525,044	11,81535	3,340649
									potrošnja goriva			16,96428

TABLICA 2. Proračun trase 2

	%	%	%	kg	kg	km/h	kW		kg/h		min	kg
Dionica trase	Nagib	Otpor kotrljanja	Ukupni otpor	Ukupna masa (kamion+ teret)	Potrebna vučna sila (kg)	Brzina vožnje (tehnička ili sigurnosna)	Potrebna snaga	Koef. snage	Potrošnja goriva	duljina dionice	vrijeme vožnje	utrošeno goriva
5(1)	-10,9091	2	-8,9090909	66851	-5932	8	-129	0,05	3,5	110,6526	0,8	0,05
6(2)	-26,3158	2	-24,315789	66851	-15795	11	-473	0,05	3,5	39,29377	0,2	0,01
7(3)	5,660377	2	7,6603774	66851	5106	20	278	0,83	58,4	53,08484	0,2	0,16
8(4)	-21,978	2	-19,978022	66851	-13097	6	-214	0,05	3,5	93,17188	0,9	0,05
9(5)	-5,55556	2	-3,5555556	66851	-2375	20	129	0,39	27,2	54,08327	0,2	0,07
10(6)	-25,6637	2	-23,663717	66851	-15394	7	-294	0,05	3,5	116,6619	1,0	0,06
11(7)	-16,129	2	-14,129032	66851	-9353	11	-280	0,05	3,5	62,80127	0,3	0,02
11(7)	16,12903	2	18,129032	29850	5325	7	102	0,30	21,3	62,80127	0,5	0,19
10(6)	25,66372	2	27,663717	29850	7959	12	260	0,78	54,7	116,6619	0,6	0,53
9(5)	5,555556	2	7,5555556	29850	2249	20	123	0,37	25,7	54,08327	0,2	0,07
8(4)	21,97802	2	23,978022	29850	6960	14	266	0,79	55,8	93,17188	0,4	0,37
7(3)	21,97802	2	23,978022	29850	6960	14	266	0,79	55,8	53,08484	0,2	0,21
6(2)	26,31579	2	28,315789	29850	8133	20	443	1,32	93,1	39,29377	0,1	0,18
5(1)	10,90909	**2**	12,909091	29850	3822	13	135	0,40	28	110,65	0,5	0,24
utovar								0,05	3,5		3,0	0,18
istresanje								0,05	3,5		1,0	0,06
									ukupno	1059,499	10,2	2,46
									potrošnja goriva			14,4845