

# Analiza učinkovitosti prijevoza tekućih tereta u cestovnom prometu

---

Pavičić, Jadre

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:230646>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



Zagreb, 28. ožujka 2018.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**  
Predmet: **Tehnologija cestovnog prometa**

## **ZAVRŠNI ZADATAK br. 4714**

Pristupnik: **Jadre Pavičić (0135238624)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza učinkovitosti prijevoza tekućih tereta u cestovnom prometu**

### Opis zadatka:

Opisati obilježja predmetnih supstrata, opisati tehničke značajke prijevoznih sredstava i manipulacijskih sredstava, te značajke i obilježja infrastrukturnih resursa. Pristupiti analizi učinkovitosti predmetnih prijevoznih procesa i sveobuhvatne usporedne analize učinkovitost. Iznijeti najvažnije zaključke.

Mentor:



---

mr. sc. Veselko Protega, v. pred.

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Jadre Pavičić

ANALIZA UČINSKOVITOSTI PRIJEVOZA TEKUĆIH TERETA U CESTOVNOM PROMETU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

Sveučilište u zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA UČINKOVITOSTI PRIJEVOZA TEKUĆIH TERETA U CESTOVNOM PROMETU  
ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF TRANSPORT OF LIQUID CARGO IN ROAD TRAFFIC

Mentor: mr. sc. Veselko Protega

Student: Jadre Pavičić 0135238624

Zagreb, rujan 2018.

## ANALIZA UČINKOVITOSTI PRIJEVOZA TEKUĆIH TERETA U CESTOVNOM PROMETU

### SAŽETAK

Prijevoz tekućeg tereta u cestovnom prometu cisternama jedini je način kako dopremiti naftne derivate do benzinskih postaja, u radu je opisano koje se to cisterne koriste, koje su prednosti i nedostaci cisterna, posebnosti kod prijevoza opasnog tereta. Opisan je i prijevozni supstrat koji je sam po sebi drugačiji od ostalih tereta te koji zahtijeva drugačiji pristup, pod tim se podrazumijeva drugačija konstrukcija vozila, manipulacijska sredstva. Koeficijenti koji su se analizirali u radu ponajprije služe kako bi se dobio uvid u posebnosti prijevoznog procesa. Prikazan je obrt prijevoznih sredstava uz prateće slike prijevoznog puta, napravljena je tablica obrta u kojoj su uneseni parametri kao što su brzina, vrijeme putovanja, nulte vožnje i dr.

**KLJUČNE RIJEČI:** tekući teret, naftni derivati, cisterna, obrt

## ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF TRANSPORT OF LIQUID CARGO IN ROAD TRAFFIC

### SUMMARY

Transportation of liquid cargoes in road traffic tanks is the only way to supply petroleum products to petrol stations. The paper describes what the tanks are using, the advantages and disadvantages of the tank, the special features of dangerous cargo transport. The transport substrate, which itself is different from other cargoes and which requires a different approach, is described, which implies a different construction of vehicles, manipulation tools. The coefficients analysed in the work primarily serve to gain insight into the specificity of the transport process. The craft of transport equipment is presented with the accompanying image of the transport route, a table of trades has been developed in which parameters such as speed, travel time, zero driving etc.

**KEY WORDS:** liquid cargo, petroleum products, tanks, crafts

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. SPECIFIKACIJE TEKUĆIH TERETA.....	2
3. PRIJEVOZNA SREDSTVA.....	7
3.1. KARAKTERISTIKE PRIJEVOZNIH SREDSTAVA .....	8
3.2. CISTERNE ZA PRIJEVOZ PITKE VODE .....	9
3.3. CISTERNE ZA PRIJEVOZ PLINA .....	11
3.3.1. POLU PRIKOLICA ZA PRIJEVOZ LPG-A TIPA ZASTA N-40 I N-42 .....	11
3.3.2. POKRETNI SPREMNIK ZA PRIJEVOZ LPG-A.....	13
3.3.3. CISTERNA TIPA AGS-24 I AGS-22 .....	14
3.3.4. TIP CISTERNE PGS ZA PRIJEVOZ BUTANA I PROPANA .....	15
3.4. CISTERNE ZA PRIJEVOZ GORIVA.....	16
3.4.1. CISTERNA TIPA VCG-9 .....	17
3.4.2. CISTERNA TIPA VCG-5 .....	18
4. UKRCAJ/ISKRCAJ TEKUĆEG TERETA.....	20
4.1. NAČIN PUNJENJA CISTERNE OBAVLJA SE NA DVA OSNOVNA NAČINA .....	20
4.2. MJERE OPREZA PRI PUNJENJU ZAPALJIVIH TEKUĆINA .....	21
4.3. NAČINI PRAŽNENJA CISTERNE .....	22
4.4. STUPANJ PUNJENJA CISTERNE .....	23
5. ANALIZA UČINKOVITOSTI PREDMETNIH PRIJEVOZNIH PROCESA .....	25
5.1. KOEFICIJENTI I POKAZATELJI DJELOVANJA PRIJEVOZNIH KAPACITETA .....	30
6. ZAKLJUČAK .....	35
POPIS LITERATURE.....	37
POPIS SLIKA .....	38
POPIS TABLICA .....	39
POPIS GRAFIKONA .....	40

## 1. UVOD

Transport tekućeg tereta od iznimne je važnosti u cjelokupnom funkcioniranju sustava, od opskrbe pitke vode domaćinstvima do prijevoza naftnih derivata u svim područjima nekog prostora. Prijevozom tekućeg tereta cestom moguće je dostaviti određeni teret na točnu lokaciju bez prekrcaja ili drugih postupaka koji bi produživali samo vrijeme procesa te ga uvelike otežalo.

U prvoj cjelini opisan je prijevozni supstrat u funkciji predmeta prijevoza, podjela tekućeg tereta, karakteristike, mjere opreza, i specifična obilježja.

U drugoj cjelini opisana su prijevozna sredstva, konstrukcija prijevoznih sredstva, namjena, karakteristike prijevoznih sredstava te druga bitna obilježja.

U trećoj cjelini opisan će se manipulacijska sredstva koja su u velikoj sličnosti kod svih navedenih prijevoznih sredstava, opisan će se karakteristike manipulacijskih sredstava.

U četvrtoj cjelini pojašnjen je ukrcaj odnosno iskrcaj prijevoznog sredstva, od čega se sastoji postupak te mjere opreza i razni podaci koji su nužni za obavljanje ukrcaja odnosno iskrcaja cisterne.

U petoj cjelini razrađena je analiza učinkovitosti predmetnih prijevoznih procesa, obrađeni su svi potrebni koeficijenti za dobivanje odgovarajućih rezultata potrebnih pri samom transportu, itinerar je prikazan slikom i tablicom sa pratećim parametrima, izrađeni su grafikoni koji će nam pobliže dočarati koeficijente te njihovo značenje.

Na kraju rada rezimirani su dobiveni rezultati, čime je donesen zaključak na cijeli rad. Opisani su svi obrti, navedeni su kriteriji koji se uzimaju u obzir glede najveće efikasnosti i učinkovitosti koji su mjerilo kvalitete prijevoznog procesa.



## 2. SPECIFIKACIJE TEKUĆIH TERETA

Dobra kao predmet prijevoza nazivaju se još i teretom, robom, pošiljkama. Pod robom se uobičajeno podrazumijevaju materijalni proizvodi – tvari, dok je teret pojam šireg značenja, pa jedinica tereta može označavati ukupnost svih roba koje se nalaze na prijevoznom sredstvu. Istovremeno se dio robe (jedan ili više pojedinačnih predmeta) naziva pošiljkom ukoliko je riječ o robi predviđenoj za jednog korisnika-primatelja. Govoreći o teretu potrebno je ukazati na osnovnu podjelu:

- generalni teret (poljoprivredni, industrijski i ostali proizvodi) predstavlja komadni teret heterogene strukture i izrazito je prikladan za korištenje transportnih uređaja, odnosno ima sklonost prema suvremenim tehnologijama prijevoza,
- rasuti teret (žitarice, rude, ugljen i dr.) obilježeni su homogenog strukturom i jednostavnošću manipuliranja teretom u rinfuzi,
- tekući teret (nafta, naftni derivati, razne tekućine i plinovi) ima važna obilježja u smislu gustoće, viskoznosti, zapaljivosti, agresivnosti i dr.

Tekući teret posebna je vrsta tereta, samim time što se radi o tekućini koja zahtjeva drugačiji pristup radilo se to o vodi koja je bezopasna kao takva ili gorivu koji zahtjeva posebno rukovanje zbog svojih svojstava. Tekući teret koji se prevozi u cestovnom prometu odnosno teret koji će biti obrađen u radu je voda i naftni derivati odnosno goriva koja se isporučuju benzinskim crpkama. Glavna razlika između vode i naftnih derivata je u tome što je voda bezopasna dok naftni derivati imaju svojstva zbog kojih je potreban poseban pristup odnosno posebno rukovanje te poznavanje pojedinih derivata.

Neka od glavnih svojstava tekućeg tereta su gustoća, viskoznost, zapaljivost, agresivnost itd., svaki od navedenih svojstava ključan je u faktor u procesu koji se odvija od same proizvodnje do krajnje potrošnje, radilo se to o kvaliteti samog supstrata ili mjerama opreza prilikom korištenja i transportiranja.

Gustoća nam govori kolika je masa neke tvari sadržana u jedinici volumena, ovisi o temperaturi što vrijedi za sve tvari u svim agregatnim stanjima. Za dobivanje zadovoljavajuće kvalitete goriva gustoća je bitan faktor. Gustoća goriva testira se pri temperaturi od 15°C metodama ispitivanja koje su određene normama. Gustoća EUROSUPER goriva određena je donjom i gornjom granicom koje iznose: najniža 720 kg/m<sup>3</sup>, najviša 775 kg/m<sup>3</sup>.

Viskoznost je otpor tekućine prema tečenju, može se opisati i kao žilavost tekućine. Jače viskozna tvar djeluje ljepljivo i teško se preljeva. Također je jedna od mjera kvalitete supstrata.

**Tablica 1.** Viskoznost tekućina pri različitim temperaturama

VISKOZNOST					
t/°C	voda	etanol	Aceton	Glicerol	benzen
0	1,789	1,78	0,395	12000	0,91
20	1,005	1,19	0,322	1499	0,65
50	0,550	0,701	0,246	-	0.436

Zapaljivost i agresivnost od posebne su važnosti, od tekućih tereta najčešće se spominju kod naftnih derivata jer su podložni samozapaljenju te su nepravilnim rukovanjem opasni za ljude.

Uglavnom se kod tekućih zapaljivih goriva radi o organskim tvarima i njihovim smjesama (kao što su nafta i naftni derivati). Oni čine u ukupnom prijevozu preko 80% svih opasnih tvari (goriva se ubrajaju u opasne tvari). Lakozapaljive- opasne tekućine (npr. benzin, aceton) imaju plamište ispod 23 °C, a zapaljive-manje opasne tekućine, u koje spadaju npr. dizel-gorivo i kerozin, imaju plamište između 23 °C i 61 °C. Pesticidi, ljepila, smole i alkoholi mogu biti kako lakozapaljivi, tako i zapaljivi.

Sve te lako hlapive tekućine brzo isparavaju, a njihove pare se mogu kretati prema izvoru paljenja. Dodir tih para s izvorom paljenja (plamenom, iskrom, toplinom) može dovesti do naglog širenja plamena po cijeloj prostoriji, odnosno do eksplozivnog zapaljenja smjese para i zraka. Eksplozije mogu nastati uslijed pregrijanja posuda i spremnika sa zapaljivim tekućinama.

Zapaljivost tekućine spada u kategoriju opasnih tereta, konkretno u klasu 3 (zapaljive tekućine).

Dijeli se na 3 razreda:

- grupa s niskim plamištem tj. plamištem do 18<sup>0</sup>C,
- grupa s umjerenim plamištem s točkom zapaljenja od 18<sup>0</sup>C do 23<sup>0</sup>C
- grupa s visokim plamištem s točkom zapaljenja od 23<sup>0</sup>C do 61<sup>0</sup>C

Tekuće tvari koje imaju točku zapaljenja iznad 61<sup>0</sup>C, pri testu zatvorenog čepa ne smatraju se opasnim.



**Slika 1:** Oznaka za prijevoz opasnog tereta (zapaljiva tekućina), način postavljanja oznake na prijevozno sredstvo

Izvor: <https://www.google.hr/search?q=zapaljive+tekucine&source=lnms&tbm=isch>

Neka od svojstva zapaljivih tekućina su vrelište, brzina isparavanja i plamište. Vrelište je temperatura pri kojoj dolazi do prelaska tekućine u paru, pri kojoj je tlak para jednak atmosferskom tlaku. Što je viša temperatura, to je isparavanje brže. Same tekućine nisu toliko opasne kao njihove pare zato što može doći do zapaljenja para. Stoga je vrelište bitno svojstvo zapaljivih tekućina.

Brzina isparavanja je odnos vremena potrebnog za isparavanje jednog volumena tekućine u odnosu na vrijeme potrebno za isparavanje istog volumena etilnog etera. Što je broj isparavanja manji, to je tekućina opasnija jer će se brže nakupljati pare iznad površine tekućine, a samim time i nastati opasne koncentracije.

Plamište je najniža temperatura pri kojoj se iznad površine zapaljive tekućine stvori najmanja potrebna količina para da se one mogu zapaliti ako se prinese neki izvor paljenja uz dovoljnu količinu kisika. Plamište neke tekućine je vrlo važan podatak uz procjenu opasnosti od požara eksplozija. Što je plamište neke tekućine niže, opasnost od nastajanja eksplozivnih smjesa je veća.

Ukapljeni naftni plin (UNP) se u međunarodnom prometu označava kraticom (LPG). To je smjesa različitih frakcija plina, često se koristi termin propan – butan. Osnovni sastojci ukapljenog naftnog plina su propan, propen, butan, buteni te njihovi izomeri). U normalni uvjetima se nalazi u plinovitom stanju ali pri tlaku već od 1,7 bara prelaze u kapljevito stanje, što je jedan od glavnih razloga njegove upotrebe. Prevozi se i skladišti kao tekućina, a koristi kao plin.

Zbog svojih svojstava ukapljeni naftni plin konkurira te u velikoj mjeri zamjenjuje klasična goriva. Prednosti ukapljenog naftnog plina su:

- Laka i ekonomična proizvodnja.
- Izgara čistim plamenom.
- Temperatura i tlak se lako kontroliraju i reguliraju.
- Mali postotak štetnih sastojaka.
- Energija je upotrebljiva u potpunosti, bez gubitaka.

Nedostatak mu je zapaljivost i eksplozivnost (temperatura samozapaljenja je oko 500<sup>0</sup>C) zbog toga predstavlja opasnost za okolinu, tako da sigurnost ukapljenog naftnog plina mora biti usmjerena u dva smjera:

1. Preventivne mjere sigurnosti.
2. Funkcioniranje i reguliranje opreme te čitavi kompleksi instalacija.

Prijevoz plinovitih goriva spada u domenu prijevoza opasnih tvari. Kod takve vrste prijevoza potrebno je pridržavati se propisanih pravila i normi, te zakonom propisane dokumentacije. Što znači da prije samog transporta slijedi niz pravila kojih se treba pridržavati kako bi sam proces prošao što sigurnije za ljude i okoliš.

Nadalje u tekstu će se navesti dokumentacije i propisi o prijevozu tekućeg plina:

- Osnovna dokumentacija: dokumenti vozača (vozačka dozvola, putne isprave, razne potvrde za prijevoz opasnih tvari).
- Dokumenti vozila: prometna dozvola prijevoznog sredstva, dozvola za prijevoz u međunarodnom prometu te ADR certifikat o atestu vozila za prijevoz eksplozivnih tvari.
- Dokumenti tereta: otpremnica, popis pošiljke, deklaracija o podrijetlu robe odnosno carinska deklaracija, deklaracija za sajamsku robu, upute o posebnim mjerama sigurnosti pri prijevozu eksplozivnih tvari.
- Dokumentacija vozača, vozila i tereta: listić tahografa, individualna kontrolna knjižica, zapisnik o lomu ili manjku tereta, karnet TIR i ATA, nalog za ukrcaj/iskrcaj tereta, račun za obavljeni prijevoz.

### 3. PRIJEVOZNA SREDSTVA

Prijevozna sredstva su tehničke naprave koje služe prijevozu ljudi (putnika) i dobara (tereta), a cestovna prijevozna sredstva su ona koja se pritom kreću cestovnim prometnicama, odnosno putovima (zajedno s željezničkim vozilima čine kopneni promet). Podjela cestovnih motornih vozila prema namjeni, ako se pritom isključuju osobna vozila, traktori i radni strojevi, svodi se na tri osnovne vrste: putnička vozila (autobusi), teretna vozila i kombinirana vozila (Protega, V.: Nastavni materijali za predavanje iz kolegija: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2009.).

Prednosti i nedostaci cestovnim prijevozom u odnosu na druge grane prijevoza:

Iako se većina tekućeg tereta prevozi brodovima odnosno vodnim prometom, prijevoz tekućeg tereta cestom ima svoje prednosti. Jedna od najznačajnijih prednosti cestovnog prijevoza je mogućnost prijevoza od „vrata do vrata“ što omogućava prijevoz robe točno do željenog odredišta. Uzmemo li kao primjer benzinske crpke koje se zbog potrebe ljudi može nalaziti na područjima koje nisu povezane drugim vidom prijevoza, cestom se takav problem minimalizira, isto tako opskrba pitkom vodom ili specijalne službe kao što su vatrogasci, kojima je brzina djelovanja ključna te mogućnost dolaska do nastalog problema važan faktor.

Da bi metoda od „vrata do vrata“ bila moguća potrebna je zadovoljavajuća infrastruktura koja je u cestovnom prometu u odnosu na druge prometne grane zahtijeva manja početna ulaganja u izgradnji prometnica, troškova rada i održavanja same prometnice. Izgradnja prometnica je moguća i na područjima gdje željeznički promet nije moguć odnosno nema mogućnosti izgradnje, područja koja nisu spojena rijekom ili morem. Jedna od bitnih prednosti prijevoza cestom je omogućavanje maksimalne fleksibilnosti jer nije ograničen voznim redom, ne zahtjeva posebne dozvole osim ako se radi o prijevozu opasnog tereta.

Uz sve prednosti cestovni promet ima svoje nedostatke, ovisnost o vremenskim prilikama odnosno onemogućenost kretanja vozila u slučaju velikih oborina, neisplativost na veće udaljenosti, zakrčenost prometnica naročito za prijevozna

sredstva koja se kreću blizu središta grada, jedan od najvećih problema današnjice, onečišćenje okoliša, stvaranje buke i vibracija.

### 3.1. KARAKTERISTIKE PRIJEVOZNIH SREDSTAVA

Kod prijevoznih sredstva namijenjenih za prijevoz tereta osim kapaciteta odnosno veličine važna je podjela prema konstrukciji samog vozila odnosno

1. smještaj motora: Ispred vozača, iza vozača, ispod teretnog sanduka
2. oblik vozačeve kabine: ovisno o položaju motora, ovisno o ležaju za vozača
3. broj pogonskih osovina: broj upravljivih osovina, ukupni broj osovina

Oblici nadgradnje su dizajnirani prema obilježjima tereta, odnosno prema potrebama radnji prilikom ukrcaja odnosno iskrcaja tereta.

4. Sukladno tomu imamo konstrukcijske izvedbe nadgradnji za smještaj tereta:
  - otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama,
  - otvoreni teretni sanduk s bočnim stranicama i hidrauličkim nagibnim mehanizmom, tzv. Kiper,
  - teretni sanduk s bočnim stranicama i ceradom,
  - zatvoreni teretni sanduk sa stražnjim i/ili bočnim vratima, tzv. Furgon,
  - zatvoreni, toplinski izolirani teretni sanduk sa stražnjim i bočnim vratima te uređajem za hlađenje, tzv. Hladnjača za prijevoz temperaturno osjetljivog tereta,
  - zatvoreni „sanduk“ spremnik za prijevoz tekućih tereta u rinfuzi s gornjim otvorom za punjenje i bočnim ili donjim ispustom za pražnjenje, tzv. Cisterna,
  - zatvoreni „sanduk“ spremnik za prijevoz praškastih, zrnatih ili granuliranih tereta u rinfuzi s gornjim gravitacijskim otvorom za punjenje i donjim ispustom za gravitacijsko, odnosno kompresorsko pražnjenje, tzv. silo.

Kada je riječ o prijevozu tekućeg tereta nadgradnja za smještaj tereta će biti zatvoreni „sanduk“ za prijevoz tekućeg tereta odnosno cisterna. Cisterna je kamion koji ima mogućnost prijevoza tekućeg tereta kao što su npr. naftni derivati, pitka voda, mlijeko itd. U radu će se analizirati cisterne za prijevoz vode i naftnih derivata.

### 3.2. CISTERNE ZA PRIJEVOZ PITKE VODE

Cisterna za prijevoz pitke vode ima prvobitnu ulogu za opskrbu stanovništva pitkom vodom u slučaju nestanka vode, raznih radova zbog kojih može doći do nestanka vode na neko vrijeme, ili nekih drugih izvanrednih okolnosti. Omogućuju prijevoz i dostavu pitke vode na područja koja mogu biti ugrožena raznim elementarnim nepogodama kod kojih može doći do zagađenja vode te do korisnika koji nemaju pristup vodovodnim mrežama, te su ovisni o dopremi vode. Također bitna uloga je održavanje čistoće grada odnosno pranje ulica trgova i sl. Jedna od prednosti vozila za opskrbu pitkom vodom je njena „fleksibilnost“ odnosno mogućnost korištenja u vatrogasne svrhe.

Karakteristike cisterne za pitku vodu:

1. cisterna izrađena od visokokvalitetnog nehrđajućeg lima,
2. pumpa za pretakanje,
3. visokotlačna pumpa,
4. vitlo sa crijevom i visokotlačnom ručnom pištolj mlaznicom,
5. na prednjem ili stražnjem dijelu vozila mogućnost ugradnje uređaja za pranje i polijevanje cesta,
6. uređaj za točenje vode iz cisterne direktno u karnistere.

Standardna oprema cisterne za opskrbu pitkom vodom:

1. zapremnina spremnika cca 12m<sup>3</sup>
2. materijal spremnika INOX
3. oblik spremnika ovalni
4. spremnik s ugrađenim priključcima za pumpu i ventilskom armaturom
5. ugrađen poklopac na gornjoj strani spremnika
6. ugrađene ljestve i gazeća površina na gornjoj strani spremnika
7. ugrađen priključak za punjenje/praznjenje spremnika, na bočnoj i stražnjoj strani s vatrogasnom spojnicom
8. ugrađena centrifugalna pumpa
9. karakteristike pumpe Q = 800lit/min, p=8 bara
10. vitlo Ø 38/25 sa crijevom 40m i mlaznicom
11. ugrađen ormar za smještaj opreme, itd.





**Slika 2:** Cisterne za prijevoz pitke vode

Izvor: [http://www.metal-vuraic.hr/upload\\_data/site\\_files/voda\\_katalog\\_2.pdf](http://www.metal-vuraic.hr/upload_data/site_files/voda_katalog_2.pdf)

**Tablica 2.** Tehničke karakteristike cisterni za prijevoz vode

CISTERNA	DODATNA OPREMA
Tip: AC-8K1-V ; AC-10K1-V	Vitlo sa visokotlačnim crijevom i mlaznicom
Oblik: ovalni	Sustav za pranje i polijevanje ceste
Materijal: ugljični čelik ili nehrđajući inox lim	Rotacijska svjetla za vatrogasce
Volumen (lit.): 4000-10000	Bočni sanduci za smještaj opreme
Broj komora: 1	Visokotlačna pumpa
PUMPA:	
Centrifugalna pumpa	
Pogon pumpe: kardansko vratilo ili hidromotor	Ovakvi tipovi cisterni mogu se koristiti i za vatrogasne svrhe
Kapacitet protoka: 800-2000 l/min.	

### 3.3. CISTERNE ZA PRIJEVOZ PLINA

Cisterne za prijevoz tekućeg plina mogu biti raznih tipova, kvaliteta cisterne ovisi o mnogo faktora tu se mogu ubrojiti sama konstrukcija cisterne, materijal od čega je načinjena cisterna, tehnički podaci (masa, dozvoljeni kapacitet tereta, ukupni kapacitet korisna nosivost, promjer spremnika, dozvoljeno osovinsko opterećenje itd.), sistem za punjenje i pražnjenje spremnika te ostala oprema na vozilu.

U radu će se navesti 4 tipa cisterni za prijevoz plina a to su:

1. Polu-prikolica za prijevoz LPG-a tipa Zasta N-40; Zasta N-42.
2. Pokretni spremnik za prijevoz LPG-a tipa CG-12, CG-14, CG-23.
3. Cisterne AGS-22 i AGS-24.
4. Cisterne PGS 19 sa prijevoz propana i butana .

#### 3.3.1. POLU PRIKOLICA ZA PRIJEVOZ LPG-A TIP A ZASTA N-40 I N-42

Polu-prikolica za prijevoz LPG-a sastoji se od jednog spremnika kružnog presjeka sa jednom komorom, koja je podijeljena na više odjeljka. Cijeli spremnik je napravljen od visoko kvalitetnog čelika. Pogonska jedinica sastoji se od tri osovine, pneumatskog krutog ovjesa koji se može podešavati po visini. Prva osovina je kruta sa disk ili bubanj kočnicama i sustavom ABS (anti lock braking system) i EBS (electronic braking system).

Druga osovina je isto kruta sa disk ili bubanj kočnicama i sustavima ABS i EBS te još ima i parkirnu kočnicu. Treća osovina je torzijska sa disk ili bubanj kočnicama, parkirnom kočnicom i sustavima ABS i EBS. Dvije nožice koje su pokretane mehaničkom energijom, sa dvije brzine podizanja prikolice. Zatim električne instalacije napona 24V po propisima ADR-a, te euro konektori. Kao sigurnosni elementi sadrži dva ugrađena stražnja svjetla otporna na udar i reflektirajuća svjetla sa prednje, stražnje i bočne strane (izvor:<https://www.prometna-zona.com/sredstva-za-prijevoz-plinovitih-goriva>)



**Slika 3:** Polu-prikolica za prijevoz LPG-a tipa Zasta N-40; Zasta N-42

Izvor: <https://www.prometna-zona.com/sredstva-za-prijevoz-plinovitih-goriva/>

**Tablica 3.** Tehnički podaci prikolice tipa N-42 i N-40

	N-42	N-40
Masa	13000 kg	12850 kg
Dozvoljeni kapacitet tereta	22500 kg	22150 kg
Dozvoljena ukupna masa tereta	35500 kg	35000 kg
Ukupni kapacitet (m <sup>3</sup> )	42000 dm <sup>3</sup>	40000 dm <sup>3</sup>
Korisna nosivost	35700 dm <sup>3</sup>	34000 dm <sup>3</sup>
Promjer spremnika	2100 mm	2100 mm
Broj komora	1	1
Dužina prikolice	11,8 m	11,6 m
Visina prikolice	3,35 m	3,35 m
Dozvoljeno osovinsko opterećenje	115 kN	110 kN
Dozvoljeno opterećenje spojnog priključka	80/80/80 kN	80/80/80 kN

Kao dodatna oprema koju sadrži ovaj tip cisterne spada:

- Uzemljenje sa „krokodilskom“ hvataljkom.
- Prekidač za zaustavljanje rada hidrauličnih pumpi i ventila koji se nalazi u razvodnoj kutiji i poklopac za odvodno crijevo napravljen od pločastih materijala.
- Razvodna kutija sa prekidačima na obje strane spremnika.
- Rezervni upravljač.
- Nepropusna kutija za dodatnu opremu.
- Klin za upravljač.
- Brzi prekidači za hidraulični sistem.

### 3.3.2 POKRETNI SPREMNIK ZA PRIJEVOZ LPG-A

Konstrukcija ovog tipa sastoji se od spremnika izrađenog od vrlo čvrstog čelika sa jednom komorom podijeljenom na više odjeljaka. Svi elementi sa pumpom i valjkom za namatanje crijeva su smješteni u jednu kutiju radi ekonomičnijeg iskorištenja prostora, te da bi se ostavilo dovoljno mjesta za odvodni sistem kapaciteta 300 l/min. Spremnik se može puniti vanjskom pumpom ili ugrađenom pumpom, a prazniti vrlo brzo vanjskom pumpom dok ugrađena pumpa služi samo za hitne slučajeve pražnjenja plina.

Specijalno napravljen spremnik ima nisko težište te zbog tog razloga se može sačuvati podvozje od eventualnog deformiranja. Oprema i kapacitet spremnika mogu varirati.



**Slika 4:** Pokretni spremnik za prijevoz LPG-a

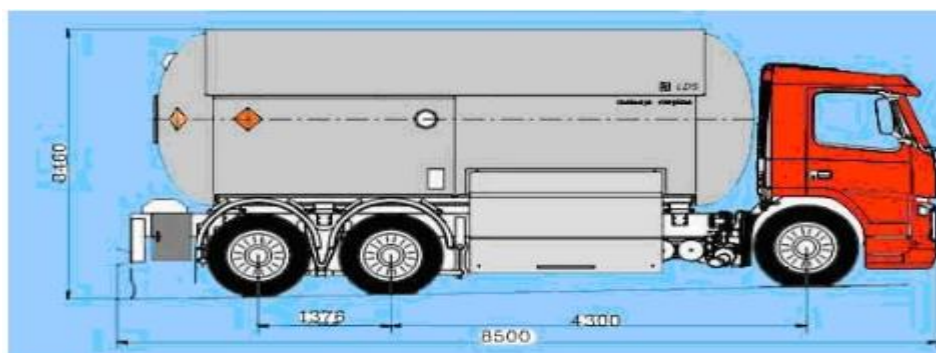
Izvor: <https://www.prometna-zona.com/sredstva-za-prijevoz-plinovitih-goriva>

**Tablica 4.** Tehnički podaci spremnika tipova cisterni CG 12, CG14 i CG23

Kapacitet	Dimenzije spremnika (mm)	Preporučeno podvozje
12 m <sup>3</sup>	1800x5810	4x2
14 m <sup>3</sup>	1800x6000	4x2
23 m <sup>3</sup>	2100x7010	6x2

### 3.3.3. CISTERNA TIP A AGS-24 I AGS-22

Čine ju spremnik kapaciteta 22 ; 26 m<sup>3</sup>, cilindrični profil, spremnik od čelika vrlo visoke čvrstoće, indikator razine plina u spremniku zatim ventili na donjoj strani za tekuće i plinovito stanje, sigurnosni ventili, ventil za interventne slučajeve te mjerač temperature i mjerač tlaka.



**Slika 5:** Glavne dimenzije cisterne tipa AGS

Izvor: <https://www.prometna-zona.com/sredstva-za-prijevoz-plinovitih-goriva/>

Pod glavnu opremu spada i pumpa na hidraulički ili mehanički pogon. Set za mjerenje razine tekućine sa pisačem, cijev dužine 30 m za pražnjenje koja se nalazi na rotacionom bubnju i sa napravom za izlivanje. Ventil za ulijevanje tipa DN 50 i ventil za plinovito stanje sa spojkom te daljinski upravljajući za kontrolu pumpi i ventila. U funkcijski sistem spada:

- Punjenje spremnika vanjskom pumpom.
- Punjenje spremnika sa vlastitom pumpom s mjeračem.
- Direktno pražnjenje plina.

- Pražnjenje preko vlastitog odvodnog sustava pomoću odvodne cijevi.

Ostala oprema sastoji se od kutije sa aparatom za gašenje, identifikacijske tablice i reduktora. Što se tiče tehničke dokumentacije mora sadržavati putnu transportnu ispravu, homologacijski certifikat i uputstva za rukovanje.

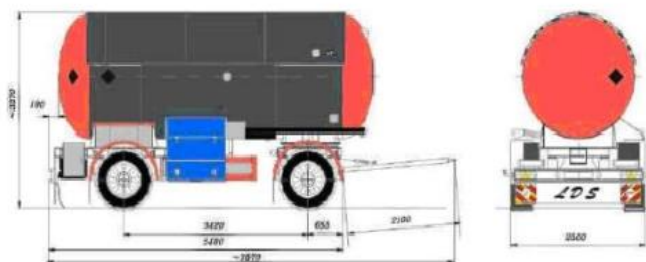
**Tablica 5.** Tehničke karakteristike cisterne tipa AGS-22 i AGS-26

Tip	AGS-22	AGS-26
Vlastita masa	5700 kg	5900 kg
Kapacitet tereta	11000 kg	13000 kg
Ukupna masa	24000 kg	26000 kg
Dužina/širina/visina	8,9/2,5/3,5 m	9,2/3,5/3,5 m

#### 3.3.4. TIP CISTERNE PGS ZA PRIJEVOZ BUTANA I PROPANA

Glavni dijelovi spremnika cisterne tipa PGS (slika 6) su spremnik kapaciteta 19 m<sup>3</sup>, cilindričnog oblika od tvrdog čelika. Ventili za plinovito stanje koji se nalaze sa donje strane spremnika, sigurnosni ventili i ventil za slučaj opasnosti te magnetski indikator razine plina u spremniku i mjerača temperature i tlaka. Sistem upravljanja i ovjes cisterne tipa PGS sastoji se od pneumatskog ovjesa sa mogućim opterećenjem od 2 x 90 kN po osovini, dvije pneumatske kočione cijevi, ABS sustav za kočenje zatim četiri slobodna kotača plus jedan rezervni, električni sustav od 24 V po ADR-u, te zaštitni odbojnik sa strane i protiv blata.

Ostala oprema na tipu PGS sastoji se od dva aparata za gašenje požara, identifikacijska pločica, prostor za smještaj rezervnog kotača i rezervni kotač, kutija sa alatom i razni ključevi za kotače i osovine. Spremnik se upotrebljava za prijevoz plinovitih goriva klase 2 prema ADR-u (propana, butana i njihovih primjesa, propilena).



**Slika 6:** Cisterna tipa PGS 19

Izvor: <https://www.prometna-zona.com/sredstva-za-prijevoz-plinovitih-goriva/>

### 3.4. CISTERNE ZA PRIJEVOZ GORIVA

Cisterna za prijevoz goriva odnosno naftnih derivata sastoji se od rezervoara od kvalitetnog ugljičnog čelika koji može biti jednokomoran ili višekomoran, tako da je moguć prijevoz više vrsta različitih goriva. Utakanje goriva je preko napojnog doma ili podno, u skladu sa ekološkim propisima. Istakanje može biti gravitacijsko ili preko pumpe sa mehaničkim ili elektronskim mjeračem protoka. Uz mjernu grupu montira se i bubanj sa crijevom dužine 10 – 30m, sa pištoljem za istakanje. Pumpa, mjerna grupa i vitlo sa pištoljem nalaze se u posebnom sanduku sa zadnje ili bočne strane vozila.

Vozilo je zajedno sa nadgradnjom u potpunosti izrađeno prema propisima koji reguliraju transport opasnih i zapaljivih materijala uključujući i ADR (međunarodna konvencija i norma za prijevoz opasnog tereta u cestovnom prometu) propise, kao i propise koji reguliraju zakon o sigurnosti prometa.

Ovisno o vrsti medija za transport, cisterne mogu biti:

- Cisterne za opću namjenu – transport zapaljivih kapljevina (izrađuju se od čelika, legiranog čelika i od aluminija, uglavnom za unutarnji tlak jednak atmosferskom).
- Cisterne za korozivne kapljevine – prijevoz kiselina i bazičnih tvari, a grade se za pretlak od 3 bara i više.
- Cisterne za stlačene plinove – prijevoz ukapljenih plinova, butana, amonijaka, sumpor dioksida i dr. (unutarnji tlak 7 do 35 bara).
- Sanitarne cisterne.
- Suhe cisterne.

- Niskotemperaturne ili kriogeničke cisterne – prijevoz ukapljenih naftnih plinova, etilena, ugljik dioksida, kisika i dr.
- Cisterne za prijevoz asfaltoznih tvari.

#### 3.4.1. CISTERNA TIP A VCG-9



**Slika 7:** Cisterna tipa VCG-9 za prijevoz goriva

Izvor:[http://www.vatrosprem.co.rs/pub/road\\_construction/12671111928202\\_cisterna\\_za\\_prevoz\\_goriva.pdf](http://www.vatrosprem.co.rs/pub/road_construction/12671111928202_cisterna_za_prevoz_goriva.pdf)

Cisterna za prijevoz goriva namijenjena je transportu nafte i naftnih derivata, eliptičnog presjeka. Šasija standardna, sa 2 ili 3 osovine, korisne nosivosti koja se sastoji od mase tekućine uz dodatak 2000 – 3000 kg. Elektroinstalacije dorađene prema ADR propisima. Rezervoar se proizvodi od kvalitetnog ugljičnog čelika. Korisna zapremnina od 6 m<sup>3</sup>, presjeka 1800x960 mm, dužina rezervoara je oko 4200 mm.

Ova nadgradnja predviđena je za transport bijelih goriva (motorni benzin, dizelska goriva) gustoće od 750 kg/m<sup>3</sup> do 850 kg/m<sup>3</sup>. vozilo je u zajedno sa nadgradnjom u potpunosti izrađeno prema propisima i normama za prijevoz opasnog tereta.



**Tablica 6:** Tehničke specifikacije cisterne za prijevoz goriva tipa VCG-9

Podvozje:	Mercedes-Benz Actros 1832/3900/4x2
Motor:	Euro 4
Snaga motora:	235 kW (320 KS)
Kabina:	1+2
Rezervoar:	9000 litara, dvokomorni
Pumpa:	2 x Blackmer-LCE PV20
Protok:	300 lit/min
Mjerna grupa:	2 x SM 7 – S.A.M.P.I. sa air-check ventilom
Pištolj:	90 lit/min
Bubanj sa crijevom:	2x15 m
Brojač:	TE 550-Dual – S.A.M.P.I. elektronski

Izvor: <http://www.vatrosprem.co.rs/putarska-vozila/cisterne-za-prevoz-goriva/>

#### 3.4.2. CISTERNA TIP A VCG-5



**Slika 8:** Cisterna za prijevoz goriva tipa VCG-5

Izvor: <http://www.vatrosprem.co.rs/putarska-vozila/cisterne-za-prevoz-goriva/>

**Tablica 7:** Tehničke specifikacije cisterne za prijevoz goriva tipa VCG-5

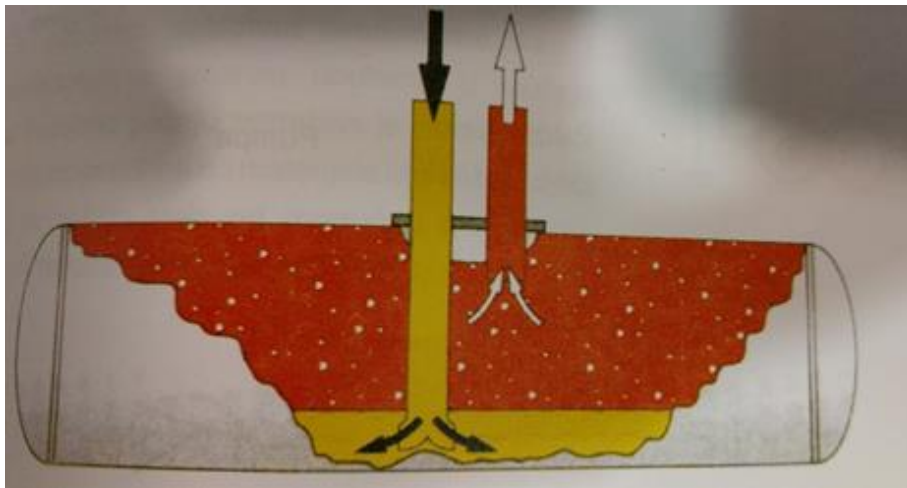
Podvozje:	Kamaz 4326/4200/4x4
Motor:	Euro 4
Snaga motora:	130 kW (180 KS)
Kabina:	1+2
Rezervoar:	5000 litara, jednokomoran
Pumpa:	FFCC 65 – Alfons Haar
Protok:	400 lit/min, 7 bara
Brojač:	Mehanički
Pištalj:	90 lit/min

Izvor: <http://www.vatrosprem.co.rs/putarska-vozila/cisterne-za-prevoz-goriva/>

## 4. UKRCAJ/ISKRCAJ TEKUĆEG TERETA

### 4.1. NAČIN PUNJENJA CISTERNE OBAVLJA SE NA DVA OSNOVNA NAČINA

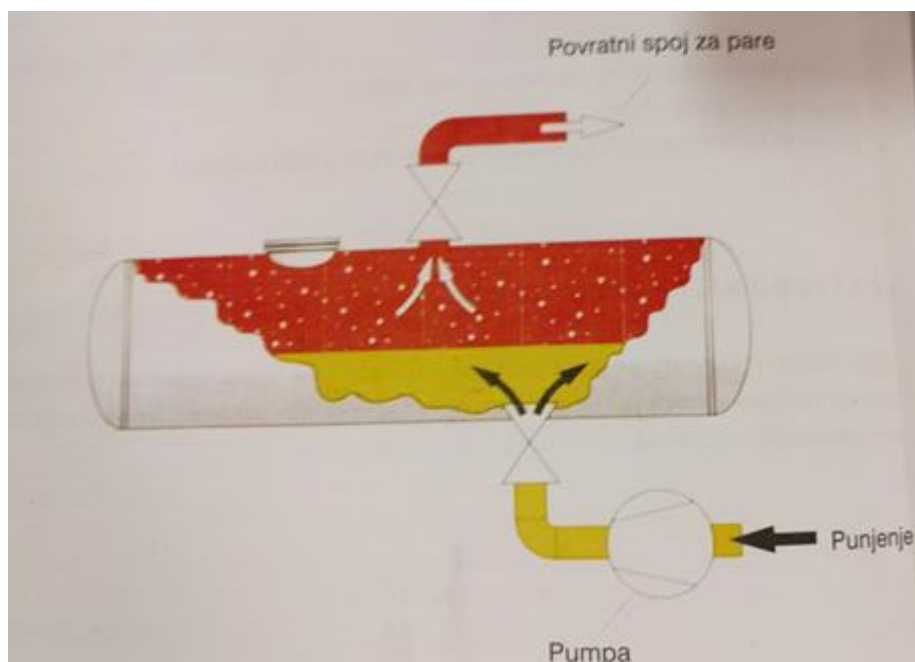
Punjenje na gornji otvor: Ovim načinom cisterna se puni kroz otvor na gornjem dijelu cisterne otvaranjem gornjeg poklopca cisterne. Taj način punjenja se sve više izbjegava jer pare koje se stvaraju onečišćuju okoliš, kod punjenja cisterne vodom ne ubrajamo kao nedostatak. (Mekovec Ivica, 2003.)



**Slika 9:** Punjenje cisterne na gornji otvor

Izvor: (Mekovec Ivica, 2003.)

Punjenje zatvorenim EKO sustavom: ovim načinom punjenja zaštićuje se okoliš u potpunosti, jer nema utjecaja negativnih produkata koji se stvaraju utovarom (punjenjem) opasnih tvari. Taj način punjenja sastoji se u tome što se punjenje opasne tekuće tvari obavlja s donje strane (na podni ventil) pri čemu je gornji otvor zatvoren poklopcem. Mješavina zraka koji je u cisterni i para koje se stvaraju izlaze preko povratnog spoja u spremnik iz kojega se puni cisterna. Ujedno je moguće istovremeno puniti sve komore (dijelove) cisterne što ubrzava punjenje prijevozne jedinice. Pravilni stupanj napunjenosti obavlja se kontrolnim automatskim prekidačem, te vozač ne mora biti prisutan punjenju cisterne. Kako se pri ovom načinu punjenja vozač ili punitelj ne moraju nalaziti na vrhu cisterne izbjegnuta je mogućnost ozljeda odnosno pada. (Mekovec Ivica, 2003.)



**Slika 10:** Punjenje zatvorenim EKO sustavom

Izvor: (Mekovec Ivica, 2003.)

#### 4.2. MJERE OPREZA PRI PUNJENJU ZAPALJIVIH TEKUĆINA

Pri prilazu punilištu sve uređaje za grijanje (grijače s unutarnjim sagorijevanjem) i električne uređaje potrebno je isključiti. Potrebno je držati se osnova sigurnog ponašanja (zabrane pušenja, upotrebe otvorenog plamena i sl.) kod dolaska na mjesto punjenja obveza je isključiti motor (osim ako nije potreban za pogon pumpe pri utovaru), osigurati vozilo kočnim uređajima, te isključiti sve strujne krugove. Kada se izvrše sve potrebne radnje osiguranja, vozilo je potrebno uzemljiti.

Prije početka punjenja potrebno je provjeriti odobrenost cisterne za primitak (prijevoz) određenih opasnih tvari u potvrdi o odobravanju vozila (certifikatu). Ukoliko se punjenje obavlja gornjim otvorom vozač se mora osigurati ogradom pri koračanju vrhom cisterne. Tijekom punjenja pojedinih komora (dijelova) cisterne otvori ostalih komora (dijelova) cisterne moraju biti zatvoreni. Pri punjenju je potrebno paziti na stupanj punjenja tako da se ne dogodi prelijevanje tekućine. (Mekovec Ivica, 2003.)

Punjenje različitih opasnih tvari u komore cisterne moguće je obaviti samo ako je dopušteno odredbama ADR-a. po svršetku punjenja zatvara se poklopac gornjeg otvora i osigurava protiv otvaranja tijekom vožnje. Spušta se zaštitna ograda i pažljivo se siđe s vrha cisterne.

Potrebno je provjeriti zatvorenost ventila, nepropusnost, i ispravnost uređaja za punjenje (pumpe, protokomjer, instalacija i dr.). Posebnu pažnju potrebno je obratiti obući koja ne smije biti izrađena od materijala koji kliže, odjeći potrebnoj za zaštitu tijela od mogućeg prolijevanja opasne tvari, te rukavicama za zaštitu ruku.

#### 4.3. NAČINI PRAŽNJENJA CISTERNE

Pražnjenje na donji otvor (slobodnim istjecanjem): Ovim načinom prazni se cisterna donjim otvorom koji ima dva sigurnosna ventila, jedan je podni na dnu cisterne, a drugi na izlazu, odnosno na cijevi za istakanje opasne tvari. Jednostavnim otvaranjem oba ventila prazni se cisterna.

Pražnjenje na gornji otvor: Ovim načinom cisterna se prazni na gornjem dijelu uz pomoć usisne pumpe ili uz pomoć tlaka koji se utiskuje u cisternu s gornje strane. Postoji i metoda pražnjenja cisterne zatvorenim EKO sustavom koja ima iste karakteristike kao i punjenje zatvorenim EKO sustavom a to je da zaštićujemo okoliš jer se sprječava istjecanje mješavina zraka i para tekuće tvari u okoliš. (Mekovec Ivica, 2003.)

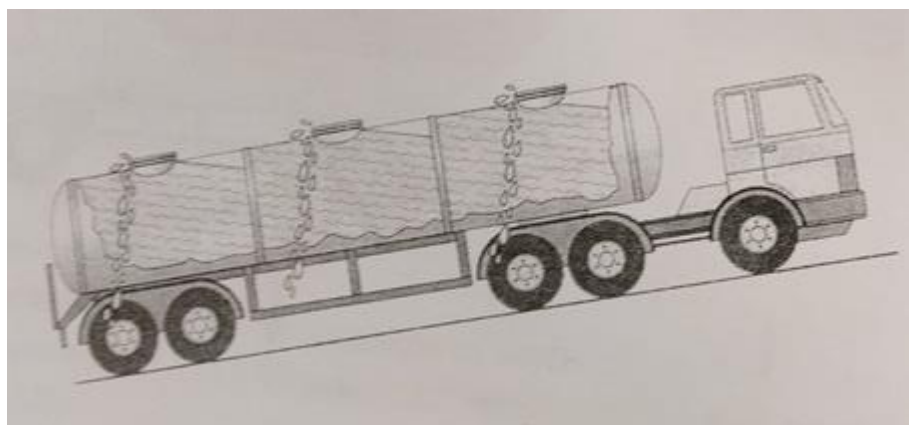


**Slika 11:** Pražnjenje cisterne zatvorenim EKO sustavom

Izvor: (Mekovec Ivica, 2003.)

#### 4.4. STUPANJ PUNJENJA CISTERNE

Cisterna se ne smije puniti do potpune zapremine. Odobreno punjenje ovisi o tvari koja se prevozi. Kada odobreno punjenje nije poznato cisterna se puni do 90% svoje nazivne zapremine. Prazan prostor (preostalih 10% zapremine) u cisterni je potreban zbog izbjegavanja prelijevanja ili pucanja cisterne kada se zbog zagrijavanja suncem tvar koja se prevozi širi i stvara tlak u cisterni. Pri visokom stupnju punjenja te usponu ili nagibu ceste dolazi do prelijevanja tvari na gornjem otvoru (prekretnom ventilu). (Mekovec Ivica, 2003.)



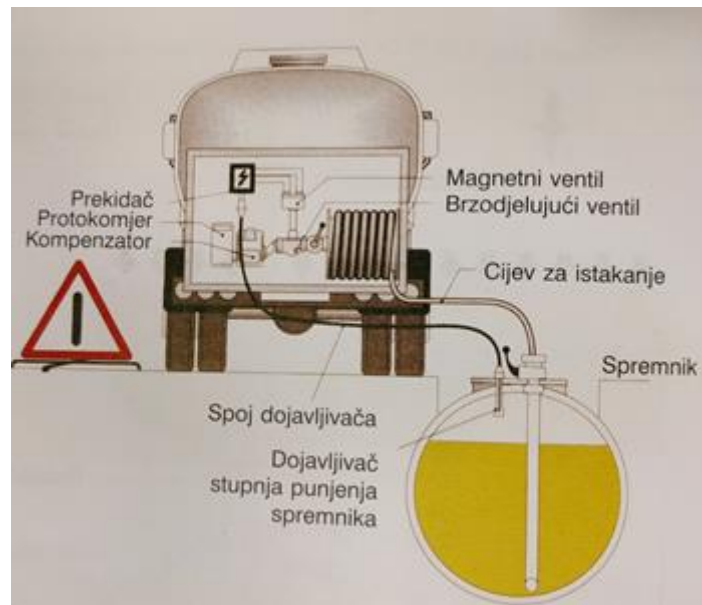
**Slika 12:** Prelijevanje cisterne u slučaju punjenja potpune zapremine

Izvor: (Mekovec Ivica, 2003.)

Opasnost je još veća kada je pražnjenje cisterne preko donjeg (podnog) ventila, te su ventili između komora istovremeno otvoreni. Tada dolazi preko tih zajednički međusobno povezanih komora (dijelova) cisterne do izjednačavanja razine tekućine u svim komorama (dijelovima) cisterne.

Otvoreni podni ventili neravnomjerno podižu razinu tekućine u pojedinim komorama te izazivaju prelijevanje tekućine na gornjem otvoru (prekretnom ventilu). Zatvoreni podni ventili ne dopuštaju prelijevanje tekućine iz komore u komoru i izjednačavanje razine tekućine. Osiguranje količine istakanja i dojavljivač ograničenja punjenja.

Osiguranje količine istakanja tekućine u zajedništvu s dojavljivačem punjenja spremnika koji se puni tekućinom iz cisterne ima svrhu dojaviti elektronicu istakanja na cisterni stupanj punjenja spremnika te prekinuti istakanje tekuće tvari iz cisterne u određenom trenutku. Dojavljivač je sastavni dio opreme nekih cisterni te se postavlja na spremnik koji se puni i povezuje s elektronikom koja je vezana na pumpu cisterne.



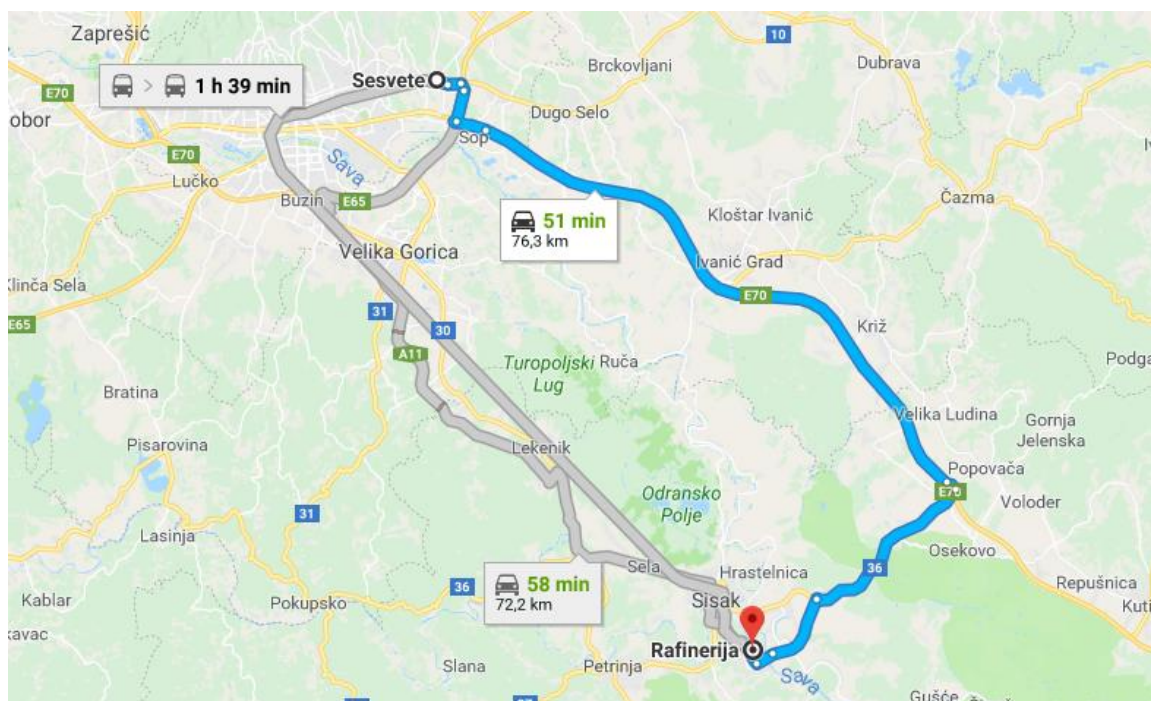
**Slika 13:** Prikaz osiguranja količine istakanja i dojavljivač ograničenja punjenja

Izvor: (Mekovec Ivica, 2003.)



## 5. ANALIZA UČINKOVITOSTI PREDMETNIH PRIJEVOZNIH PROCESA

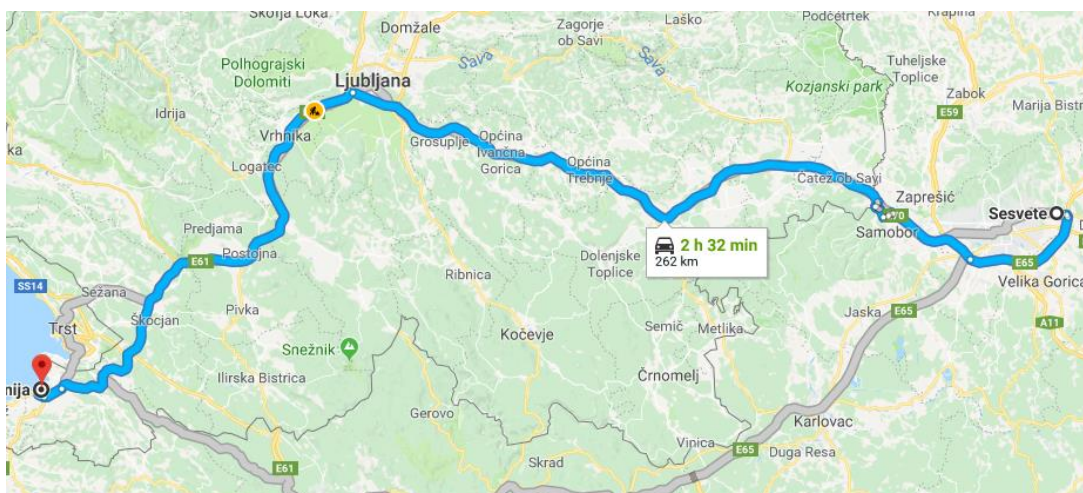
U prijevoznom procesu analizirat će se prijevoz predmetnog supstrata za svaku vrstu vozila, opisati će se sam itinerar, te sve prateće funkcije i parametri u samom procesu. Za prvi prijevozni proces uzeta je vožnja vozila namijenjena za prijevoz benzina, jednokomorna cisterna (obrt A), prikazat će se slikom odnosno planom puta. Put se sastoji od mjesta polaska (Sesvete) odnosno garaže do mjesta utovara (Sisak) odnosno punjenja, te povratni put do mjesta iskrcaja odnosno garaže.



**Slika 14:** Prikaz 1. Itinerara

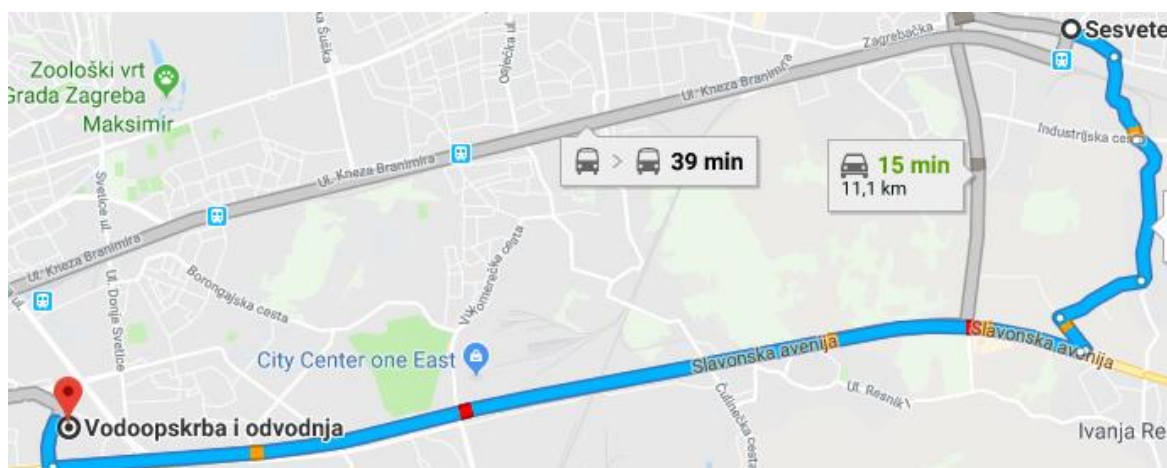
Za drugi prijevozni proces uzeta je vožnja vozila namijenjena za prijevoz benzina i diesel goriva, dvokomorna cisterna (obrt B), prikazat će se slikom odnosno planom puta. Put se sastoji od mjesta polaska (Sesvete) odnosno garaže do mjesta utovara (Kopar), te povratni put do mjesta iskrcaja odnosno garaže.





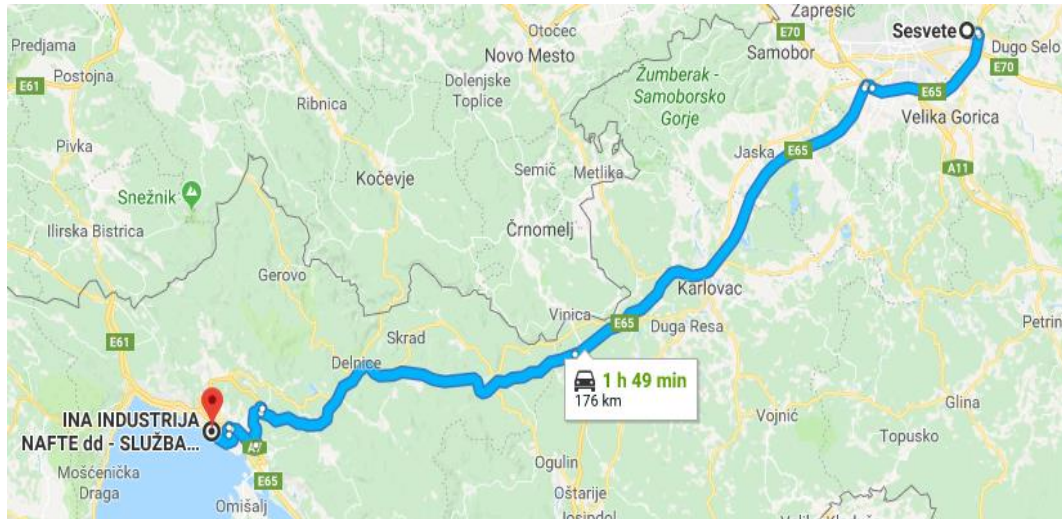
**Slika 15:** Prikaz 2. itinerara

Za treći prijevozni proces uzeta je vožnja vozila namijenjena za prijevoz pitke vode (obrt C), prikazat će se slikom odnosno planom puta. Itinerar se sastoji od dostave pitke vode domaćinstvu. Put predstavlja polazak iz garaže, te vožnje do lokacije dostave i na poslijetku povratak u garažu.



**Slika16:** Prikaz 3. Itinerara

Za četvrti prijevozni proces uzeta je vožnja vozila namijenjena za prijevoz plina, (obrt D), prikazat će se slikom odnosno planom puta. Put se sastoji od mjesta polaska (Sesvete) odnosno garaže do mjesta utovara (Kopar), te povratni put do mjesta iskrcaja odnosno garaže.



**Slika 17:** Prikaz 4. itinerara

Nadalje je potrebno tablično prikazati hodogram svakog pojedinog procesa obrta, redni broj aktivnosti, vrijeme trajanja aktivnosti, udaljenost prijevoza, količinu tereta, brzinu kretanja vozila.

OBRT A:

**Tablica 8.** Prikaz 1. obrta

Prvi obrt	Aktivnost	Vrijeme (min)	Teret (t)	Put (km)	Brzina (km/h)	Učinak (tkm)
Garaža (p. nulta vožnja)	v <sub>n</sub>	53	0	76,3	60,00	
Izvorište (ukrcaj)	u <sub>1</sub>	30	5,0	0	0	
Relacija 1 (prijevoz)	p <sub>1</sub>	70	5,0	76,3	50,00	
Odredište (iskrcaj)	i <sub>1</sub>	30	5,0	0	0	
Garaža (z. nulta vožnja)	v <sub>n</sub>	1	0	0,1	7,00	
<b>Ukupno</b>		<b>184</b>	<b>5,0</b>	<b>152,61</b>		<b>306,4</b>

Zadatak ovog obrta je prevesti cisternu gorivom (benzinom), polazak je sa benzinske postaje koja ima svoje cisterne, što znači da će krajnja nulta vožnja biti zanemariva. Kapacitet cisterne je 5000 litara, vrijeme ukrcaja i iskrcaja traje u prosjeku oko 15 min ali zbog rješavanja papirologije i mogućih komplikacija te zahtjevnijeg postupka provjere i osiguranja jer se radi o opasnom teretu uzeto je vrijeme ukrcaja i iskrcaja 30 min. Put u jednom smjeru iznosi 76,3 km.

OBRT B:

**Tablica 9.** Prikaz 2. Obrta

Drugi obrt	Aktivnost	Vrijeme (min)	Teret (t)	Put (km)	Brzina (km/h)	Učinak (tkm)
Garaža (p. nulta vožnja)	$v_n$	122	0	262,0	60,00	
Izvorište (ukrcaj)	$u_1$	35	9,0	0	0	
Relacija 1 (prijevoz)	$p_1$	140	9,0	262,0	50,00	
Odredište (iskrcaj)	$i_1$	35	9,0	0	0	
Garaža (z. nulta vožnja)	$V_n$	1	0	0,1	7,00	
Ukupno		332	9,0	524,1		1886,4

U drugom obrtu korištena je dvokomorna cisterna koja u jednoj komori prevozi benzin a u drugoj diesel. Ukrcaj se obavlja u Koprju, Slovenija, cisterna je iz iste firme kao i u 1. obrtu. Kapacitet cisterne je 9000 litara. Put u jednom smjeru iznosi 262 km.

OBRT C:

**Tablica 10.** Prikaz 3. obrta

Treći obrt	Aktivnost	Vrijeme (min)	Teret (t)	Put (km)	Brzina (km/h)	Učinak (tkm)
Garaža (p. nulta vožnja)	V <sub>n</sub>	2	0	0,2	10,00	
Izvorište (ukrcaj)	u1	15	5,0	0	0	
Relacija 1 (prijevoz)	p1	20	5,0	11,1	50,00	
Odredište (iskrcaj)	i1	15	5,0	0	0	
Garaža (z. nulta vožnja)	V <sub>n</sub>	15	0	11,1	60,00	
Ukupno		67,0	5,0	22,22		49,95

U trećem obrtu radi se o prijevozu pitke vode domaćinstvu, zadatak prijevoznog sredstva je ukrcati teret (vodu) u prijevozno sredstvo te dostaviti na kućnu adresu, gdje se treba napuniti vanjski bazen. Ukrcaj i iskrcaj su znatnije kraći nego u prijašnjem slučaju kod prijevoza naftnih derivata. Put u jednom smjeru iznosi 11,1 km. Kapacitet cisterne je 5000 litara.

OBRT D:

**Tablica 11.** Prikaz 4. obrta

Četvrti obrt	Aktivnost	Vrijeme (min)	Teret (t)	Put (km)	Brzina (km/h)	Učinak (tkm)
Garaža (p. nulta vožnja)	V <sub>n</sub>	109	0	176,0	60,00	
Izvorište (ukrcaj)	u1	40	35,0	0	0	
Relacija 1 (prijevoz)	p1	130	35,0	176,0	50,00	
Odredište (iskrcaj)	i1	40	35,0	0	0	
Garaža (z. nulta vožnja)	V <sub>n</sub>	1	0	0,1	7,00	
Ukupno		320	35,0	352,1		6160,0

U četvrtom obrtu radi se o prijevozu plina cisternom kapaciteta 35 t. prijevozno sredstvo kreće iz garaže koja je ujedno benzinska postaja gdje će se vršiti iskrcaj. Ukrcaj tereta obavlja se u Rijeci. Put u jednom pravcu iznosi 176 km.

## 5.1. KOEFICIJENTI I POKAZATELJI DJELOVANJA PRIJEVOZNIH KAPACITETA

Informacije o djelovanju prijevoznih sredstava mogu dati odgovore na prednosti i nedostatke transportnog procesa. Zbog toga se rade analize prijevoznih sredstava kojima se može odrediti i na kraju otkloniti nedostaci u odvijanju prijevoznih procesa. Koeficijenti vremenske analize djelovanja prijevoznih sredstava su:

- Koeficijent ispravnosti prijevoznih sredstava.
- Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava.
- Koeficijent angažiranosti ispravnih prijevoznih sredstava.
- Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstava tijekom dana.
- Koeficijent iskorištenja vožnje.

Koeficijenti analize prijeđenog puta prijevoznih sredstava su:

- Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta pod teretom.
- Koeficijent nultog prijeđenog puta.

Koeficijenti statičkog opterećenja su:

- Koeficijent statičkog opterećenja nazivne nosivosti.
- Koeficijent dinamičkog opterećenja nazivne nosivosti.

Koeficijenti  $\alpha_{ad}$  i  $\alpha_v$  nam pokazuju postotni omjer trajanja rada u jednom danu. Koeficijent angažiranosti tokom dana ( $\alpha_{ad}$ ) u literaturi je poznat kao koeficijent „ $\rho$ “ i predstavlja količnik između sati na radu i knjigovodstvenih sati kojih je tijekom dana 24 (Županović, I.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2002.).

Označava se formulom:

$$\alpha_{ad} = \frac{HPSr}{24 * DPSr}$$

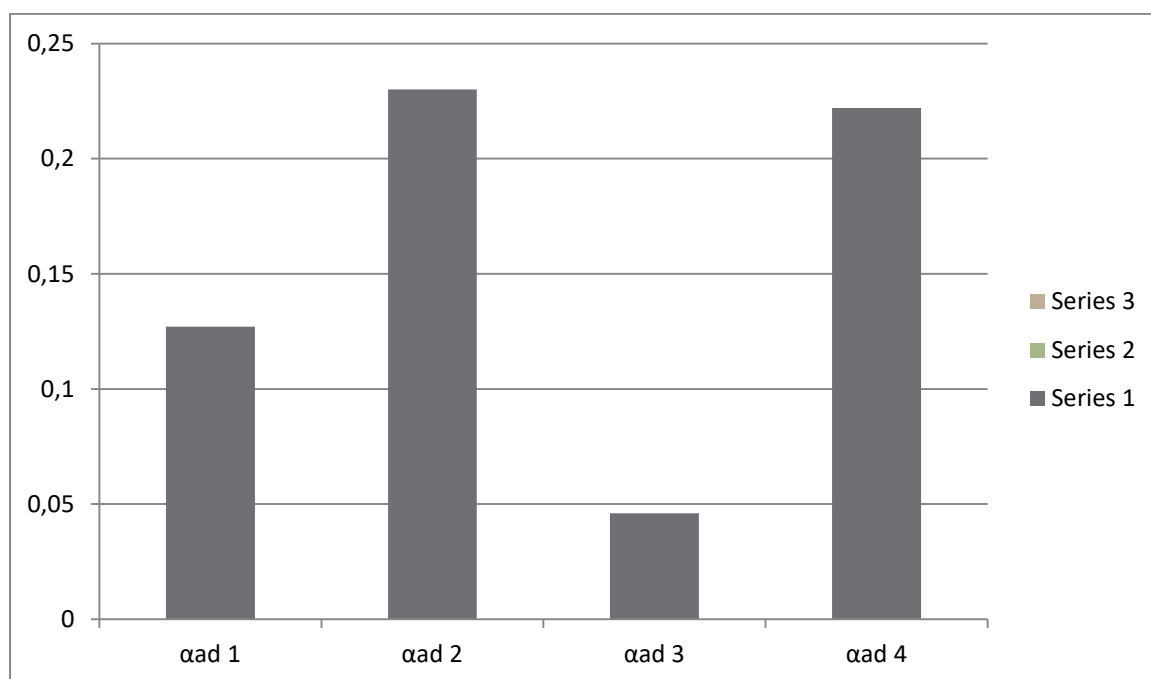
Koeficijent vremena kretanja prijevoznog sredstva ( $\alpha_v$ ) predstavlja količnik vremena provedenog u kretanju ili vožnji ( $H_v$ ) i vremenu koje je prijevozno sredstvo ukupno provelo na radnom zadatku ( $H_r$ ) (Županović, I.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2002.).

$$\alpha_v = \frac{HPS_v}{HPS_r}$$

Navedeni koeficijenti izračunati su u tablici:

**Tablica 12.** Koeficijenti angažiranosti vozila tokom dana

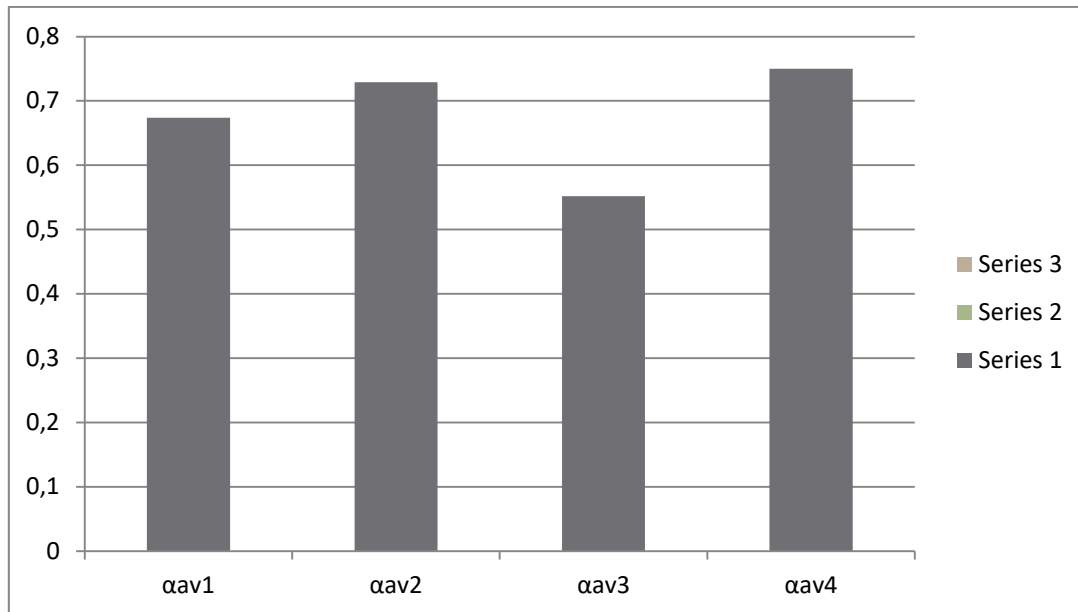
$\alpha_{ad1}$	= $H_r / 24 \times D_r$ =	0,127
$\alpha_{ad2}$	= $H_r / 24 \times D_r$ =	0,230
$\alpha_{ad3}$	= $H_r / 24 \times D_r$ =	0,046
$\alpha_{ad4}$	= $H_r / 24 \times D_r$ =	0,222



**Grafikon 1.** Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstva

**Tablica 13.** Koeficijent vremena kretanja prijevoznih sredstava

$\alpha_{av1}$	$=\sum H_v/\sum H_r =$	0,674
$\alpha_{av2}$	$=\sum H_v/\sum H_r =$	0,729
$\alpha_{av3}$	$=\sum H_v/\sum H_r =$	0,552
$\alpha_{av4}$	$=\sum H_v/\sum H_r =$	0,750



**Grafikon 2.** Koeficijent vremena kretanja prijevoznog sredstva

Sljedeći koeficijent koji će se razmotrit je koeficijent puta  $\beta$

Koeficijent iskorištenja prijeđenog puta je udio prijeđenog puta pod opterećenjem u odnosu na ukupni prijeđeni put:

$$\beta = \frac{PSLt}{PSL}$$

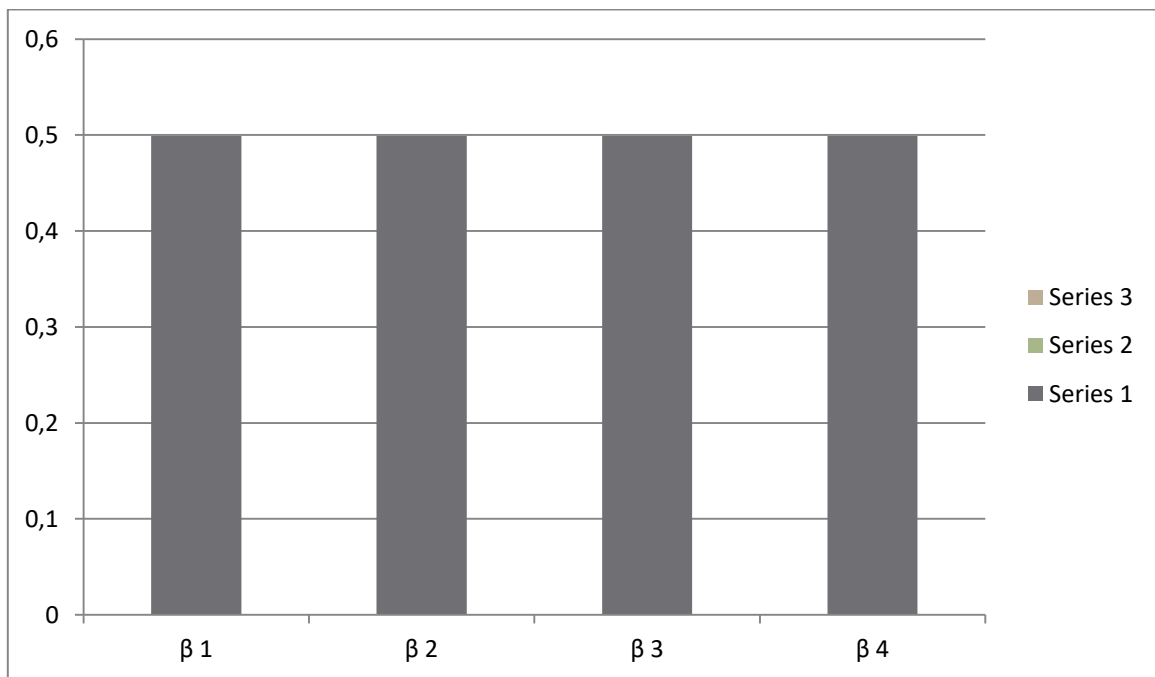
koeficijent nultog prijeđenog puta određuje udio nultog prijeđenog puta u ukupnom prijeđenom putu:

$$\beta_n = \frac{PSLn}{PSL}$$

Za dane obrte izračunate su vrijednosti koeficijenata te su rezultati upisani u tablici 14.

**Tablica 14.** Koeficijenti vožnje pod teretom u odnosu na ukupni prijeđeni put

$\beta_1 = \sum Lt / \sum L = 0,499$
$\beta_2 = \sum Lt / \sum L = 0,499$
$\beta_3 = \sum Lt / \sum L = 0,499$
$\beta_4 = \sum Lt / \sum L = 0,499$

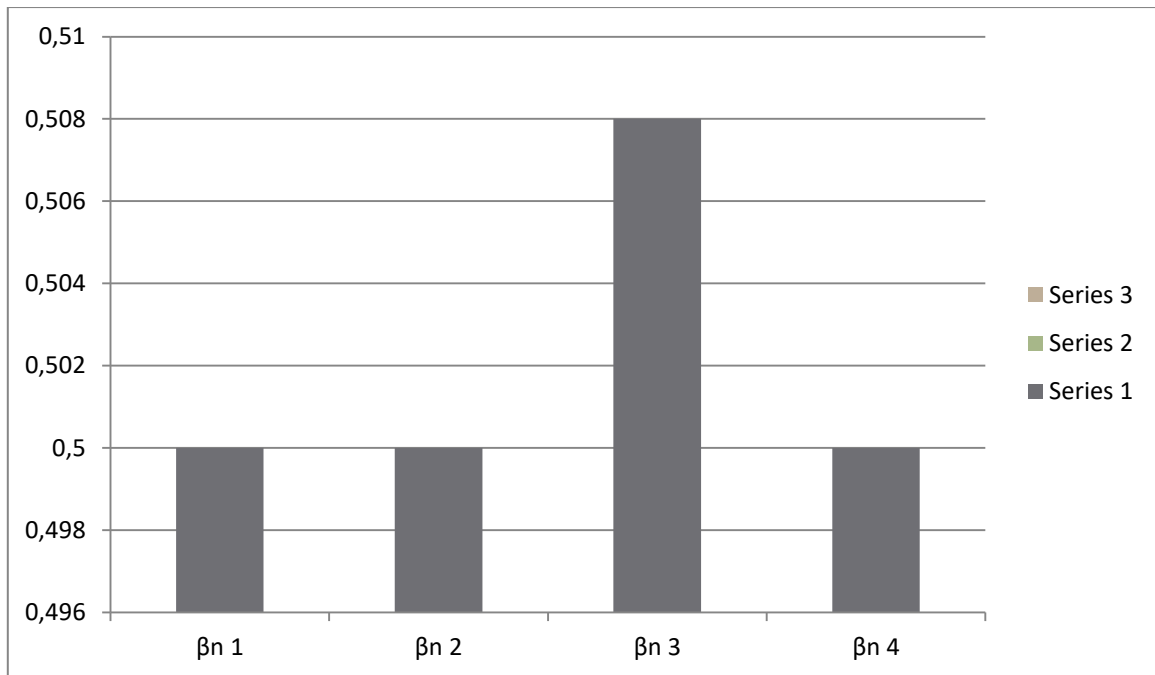


**Grafikon 3.** Koeficijenti prijeđenog puta

**Tablica 15.** Koeficijenti nultog prijeđenog puta u odnosu na ukupni prijeđeni put

$\beta_{n1} = \sum Lt / \sum L = 0,500$
$\beta_{n2} = \sum Lt / \sum L = 0,500$
$\beta_{n3} = \sum Lt / \sum L = 0,508$
$\beta_{n4} = \sum Lt / \sum L = 0,500$





**Grafikon 4.** Koeficijenti nulte vožnje

Koeficijenti statičkog i dinamičkog opterećenja:

Koeficijenti statičkog opterećenja prijevoznih sredstava je količnik koji se dobije dijeljenjem stvarnog i mogućeg opterećenja, za homogenu skupinu prijevoznih sredstava u promatranom razdoblju iznosi:

$$\gamma_s = \frac{Q}{qn*PSLt}$$

koeficijent dinamičkog opterećenja prijevoznog sredstva je količnik koji se dobije dijeljenjem ostvarenog i mogućeg prometnog učinka.

$$\gamma^D = \frac{U}{qn*PSLt}$$

## 6. ZAKLJUČAK

U ovom radu objašnjen je utjecaj prijevoza tekućeg tereta cisternama, pojašnjen je proces koji se sastoji od pripreme za ukrcaj tereta (tekućine), prijevoza te iskrcaja tereta. Proces ukrcaja i iskrcaja se razlikuje u odnosu na druge supstrate, kao manipulacijska sredstva korištene su pumpe raznih karakteristika a kao glavna se izdvaja protok pumpe jer zapravo o njoj ovisi koliko brzo ćemo moći obaviti manipulaciju što se na posljetku očituje u efikasnosti i učinkovitosti prijevoznog procesa. Kod prijevoza opasnog tereta (naftnih derivata) navedene su posebne mjere opasnosti kojih se treba pridržavati kako bi sama manipulacija ukrcaja i iskrcaja prošla bez posljedica na ljude i okoliš.

U obrtu A koristi se cisterna za prijevoz naftnih derivata (benzina), tip cisterne je VCG-5, kapacitet cisterne je 5000 litara. Prijevoz se sastojao od polaska sa benzinske postaje koja je ujedno garaža, što znači da je završna nulta vožnja zanemariva samim time učinkovitost je veća. Ukrcaj se vrši pumpom tipa FFCC 65 – Alfons Haar, protok pumpe je 400 lit/min, što znači da se cisternu kapaciteta 5000 litara može napuniti za manje od 15 minuta. U izračunu je uzeta vrijednost od 30 minuta jer se uzima u obzir moguće poteškoće i vrijeme ispunjavanja papirologije.

U obrtu B koristi se cisterna za prijevoz naftnih derivata ( benzina i diesel goriva), cisterna je dvokomorna tipa VCG-9. Kapacitet cisterne je 9000 litara. Cisterna obavlja jedan jednostavni obrt koji se sastoji od polaska iz garaže do mjesta ukrcaja (početna nulta vožnja), zatim slijedi ukrcaj te povratak do mjesta polaska odnosno benzinske postaje koja je ujedno i garaža. Ukrcaj se obavlja pumpom tipa 2 x Blackmer-LCE PV20, protok takve pumpe je 300 lit/min, što bi značilo da ukrcaj traje u prosjeku oko 30minuta. Završna nulta vožnja je zanemariva jer je garaža u sklopu benzinske postaje, što je velika prednost kada se razmatra učinkovitost prijevoznog procesa.

U obrtu C koristi se cisterna za prijevoz pitke vode, prednost prijevoza pitke vode je u tome što voda ne spada u kategoriju opasnog tereta te je sama manipulacija ukrcaja i iskrcaja jednostavnija i ne sadrži veliki broj pravila i normi kod obavljanja manipulacijskih postupaka. Konkretno u zadatku obavlja se prijevoz domaćinstvu u svrhu punjenja vanjskog bazena.

Obrt se sastoji od ukrcaja pitke vode u prijevozno sredstvo, ukrcaj se obavlja u neposrednoj blizini garaže pa je početna nulta vožnja iznimno mala, zatim slijedi prijevoz do mjesta iskrcaja te sam proces iskrcaja koji se obavlja centrifugalnom pumpom protoka 800 lit/min. Količina tereta koja se prevozila iznosi 5000 litara. Što znači da je iskrcaj trajao oko 15 minuta. I naposljetku slijedi povratak u garažu (završna nulta vožnja).

U obrtu D koristi se cisterna za prijevoz ukapljenog naftnog plina. Koristi se cisterna kapaciteta 35000 litara, zbog velikog kapaciteta cisterne postupak ukrcaja i iskrcaja je znatno dulji. Obrt se sastoji od polaska prazne cisterne iz garaže u kojoj je na kraju obavljen iskrcaj, jer je garaža u sklopu benzinske pumpe, zatim slijedi prijevoz do mjesta ukrcaja, trajanje ukrcaja u cisternu iznosi 40 minuta, sljedeća radnja je povratak pune cisterne u mjesto polaska gdje se obavlja iskrcaj i na posljetku parkiranje u garažu čime se završava obrt.

Svaki obrt se razlikovao na svoj način, najveća razlika je u samom prijevoznom sredstvu. Vremena ukrcaja su se bitno razlikovala gdje je važnu ulogu imala pumpa kojom se obavljao ukrcaj odnosno iskrcaj. Najveću učinkovitost je imalo prijevozno sredstvo u obrtu B, razlog tomu je ponajviše u korištenom manipulacijskom sredstvu odnosno pumpi koja ima mogućnost protoka 800 lit/min, za razliku od navedene pumpe, pumpa koja je korištena kod cisterne VCG-5 ima protok 400 lit/min, stoga možemo zaključiti da je u obrtu B veća efikasnost i učinkovitost.

## POPIS LITERATURE

1. Mekovec, I.: Prijevoz opasnih tvari cisternama, Zagreb, 2003.
2. Protega, V.: Nastavni materijali za predavanje iz kolegija: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2009.
3. Županović, I.: Tehnologija cestovnog prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2002.

Internetski izvori:

4. <http://www.vatrosprem.co.rs/vatrogasna-vozila/voda/>
5. <http://www.top-projekt.hr/pp.htm>
6. <http://www.metal-vuraic.hr/hr/proizvod/spremnici-za-gorivo/spremnici-za-gorivo-42>
7. [http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom\\_pr\\_/Tereti%20skripte\(s%20dodatkom%20za%20prijevoz%20UPP\).pdf](http://www.unizd.hr/Portals/1/nastmat/Tereti%20u%20pom_pr_/Tereti%20skripte(s%20dodatkom%20za%20prijevoz%20UPP).pdf)
8. <https://www.prometna-zona.com/sredstva-za-prijevoz-plinovitih-goriva/>
9. <http://www.hidraulika-kurelja.hr/index/cisterne>
10. <http://www.metal-vuraic.hr/hr/proizvod/komunalne-cisterne/komunalne-cisterne-za-vodu-25>
11. <http://www.janaf.hr/sustav-janafa/naftni-terminal-sisak/>

## POPIS SLIKA

Slika 1 Oznaka za prijevoz opasnog tereta (zapaljiva tekucina), način postavljanja oznake na prijevozno sredstvo.....	4
Slika 2 Cisterne za prijevoz pitke vode.....	10
Slika 3 Poluprikolica za prijevoz LPG-a tipa Zasta N-40; Zasta N-42 .....	12
Slika 4 Pokretni spremnik za prijevoz LPG-a.....	13
Slika 5 Glavne dimenzije cisterne tipa AGS.....	14
Slika 6 Cisterna tipa PGS 19.....	16
Slika 7 Cisterna tipa VCG-9 za prijevoz goriva.....	17
Slika 8 Cisterna za prijevoz goriva tipa VCG-5.....	18
Slika 9 Punjenje cisterne na gornji otvor.....	20
Slika 10 Punjenje zatvorenim EKO sustavom.....	21
Slika 11 Pražnjenje cisterne zatvorenim EKO sustavom.....	22
Slika 12 Prelijevanje cisterne u slučaju punjenja potpune zapremine.....	23
Slika 13 Prikaz osiguranja količine istakanja i dojavljivač ograničenja punjenja.....	24
Slika 14 Prikaz 1. Itinerara.....	25
Slika 15 Prikaz 2. Itinerara.....	26
Slika 16 Prikaz 3. Itinerara.....	26
Slika 17 Prikaz 4. Itinerara.....	27

## POPIS TABLICA

Tablica 1 Viskoznost tekućina pri različitim temperaturama.....	3
Tablica 2 Tehničke karakteristike cisterni za prijevoz vode.....	10
Tablica 3 Tehnički podaci prikolice tipa N-42 i N-40.....	12
Tablica 4 Tehnički podaci spremnika tipova cisterni CG 12, CG14 i CG23.....	14
Tablica 5 Tehničke karakteristike cisterne tipa AGS-22 i AGS-26.....	15
Tablica 6 Tehničke specifikacije cisterne za prijevoz goriva tipa VCG-9.....	18
Tablica 7 Tehničke specifikacije cisterne za prijevoz goriva tipa VCG-5.....	19
Tablica 8 Prikaz 1. Obrta.....	27
Tablica 9 Prikaz 2. Obrta.....	28
Tablica 10 Prikaz 3. obrta.....	29
Tablica 11 Prikaz 4. Obrta.....	29
Tablica 12 Koeficijenti angažiranosti vozila tokom dana.....	31
Tablica 13 Koeficijent vremena kretanja prijevoznih sredstava.....	32
Tablica 14 Koeficijenti vožnje pod teretom u odnosu na ukupni prijeđeni put.....	33
Tablica 15 Koeficijenti nultog prijeđenog puta u odnosu na ukupni prijeđeni put.....	33

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1 Koeficijent angažiranosti prijevoznih sredstva.....	31
Grafikon 2 Koeficijent vremena kretanja prijevoznog sredstva.....	32
Grafikon 3 Koeficijenti prijeđenog puta.....	33
Grafikon 4 Koeficijenti nulte vožnje.....	34



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuje korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ završnog rada  
pod naslovom **Analiza učinkovitosti prijevoza tekućeg tereta u cestovnom prometu**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

(potpis)

U Zagrebu, 10.09.2018