

# Analiza uvođenja intermodalnog prijevoza aditiva na liniji Budimpešta (Mađarska) - Sisak (RH)

---

Jolić, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

*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:119:297228>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-04-25**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Karlo Jolić**

**ANALIZA UVOĐENJA INTERMODALNOG PRIJEVOZA  
ADITIVA NA LINIJI BUDIMPEŠTA (MAĐARSKA) – SISAK (RH)**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, rujan 2017.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI  
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 25. travnja 2017.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Integralni i intermodalni sustavi**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 4312

Pristupnik: **Karlo Jolić (0135238005)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Analiza uvođenja intermodalnog prijevoza aditiva na liniji Budimpešta (Mađarska) - Sisak (RH)**

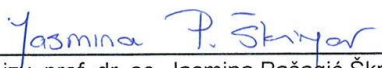
### Opis zadatka:

U ovom radu potrebno je prikazati postojeći način prijevoza aditiva na liniji Budimpešta (Mađarska) - Sisak (RH). Isto tako, potrebno je napraviti analizu uvođenja intermodalnog prijevoza aditiva na liniji Budimpešta (Mađarska) - Sisak (RH) te objasniti prednosti uvođenja intermodalnog prijevoza na toj relaciji.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

  
izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar

\_\_\_\_\_

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Karlo Jolić**

**ANALIZA UVOĐENJA INTERMODALNOG PRIJEVOZA  
ADITIVA NA LINIJI BUDIMPEŠTA (MAĐARSKA) – SISAK (RH)**

**ANALYSIS OF INTRODUCING INTERMODAL TRANSPORT  
ADDITIVES ON THE BUDAPEST (HUNGARY) – SISAK (RH)  
LINE**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Jasmina Pašagić Škrinjar  
Student: Karlo Jolić, 0135238005

Zagreb, rujan 2017.

## **SAŽETAK**

S obzirom na zagušenost cestovnih prometnica, transport tereta se sve više vrši željezničkim, pomorskim i prometom unutarnjim plovnim putovima. Pojavom kontejnerizacije transport postaje jeftiniji, sigurniji i brži stoga korištenje standardiziranih kontejnera kao teretno manipulativne jedinice uvelike pomaže rastu i ekspanziji intermodalnog transporta. Intermodalni transport je u današnjem svijetu transporta sve češći izraz i bilježi sve veći rast prijevoza tereta iz godine u godinu. To je sustav koji podrazumijeva transport robe „od vrata do vrata“ uz primjenu najmanje dva transportna moda i bez promjene transportnog moda kao što su kontejneri, izmjenjivi transportni sanduci, dijelovi ili kompletna vozila. U ovom završnom radu je analizirano uvođenje intermodalnog prijevoza aditiva na liniji Budimpešta – Sisak. Prevoze se aditivi Lubrizol i Afton X, a to su tekućine klase 3 i spadaju pod opasne tvari stoga se s njima mora pažljivo i sigurno manipulirati, od ukrcaja i transporta do iskrcaja i skladištenja. Analizirani su postojeći i mogući načini prijevoza aditiva na navedenoj relaciji. Prikazana su prijevozna sredstva, teretno manipulativne jedinice i prijevozne rute kojim se vrši i/ili bi se vršio prijevoz aditiva.

**KLJUČNE RIJEČI:** intermodalni transport; teretno manipulativna jedinica; aditivi; analiza

## **SUMMARY**

Considering the congestion of roadways, freight transport is increasingly being carried out by rail, maritime and inland waterway transport. With the emergence of containerization, transportation becomes cheaper, safer and faster, therefore the use of standardized containers as a freight manipulative unit greatly contributes to the growth and expansion of intermodal transport. Intermodal transport is increasingly common in today's transport world, and it gets bigger cargo transport from year to year. It is a system that implies transport of goods from "door to door" with the application of at least two modes of transport and without changing transport modes such as containers, interchangeable transport boxes, parts or complete vehicles. In this graduate work analyzes the introduction of intermodal transport of additives on the Budapest - Sisak line. Lubrizol and Afton X additives are transported, which are class 3 fluids and fall into dangerous substances, so they must be carefully and safely manipulated, from loading and transport to unloading and storage. Existing and possible ways of transporting additives have been analyzed in the mentioned relation. Transport vehicles, freight manipulative units and transport routes are shown whit which the transport of additives should carried out.

**KEY WORDS:** intermodal transport; freight manipulative unit; additives; analyze

## SADRŽAJ

|        |                                                                                                  |    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Uvod.....                                                                                        | 1  |
| 2.     | Tehnologija intermodalnog transporta .....                                                       | 3  |
| 2.1.   | Intermodalni terminali .....                                                                     | 4  |
| 2.1.1. | Luka Vukovar.....                                                                                | 6  |
| 2.1.2. | Kontejnerski terminal Vrapče .....                                                               | 8  |
| 2.1.3. | Kontejnerski terminal Mahart .....                                                               | 9  |
| 2.1.4. | Rafinerija Danube .....                                                                          | 10 |
| 2.1.5. | Rafinerija Sisak .....                                                                           | 12 |
| 2.2.   | Intermodalne teretno manipulativne jedinice .....                                                | 13 |
| 2.2.1. | Kontejneri.....                                                                                  | 14 |
| 2.2.2. | Izmjenjivi transportni sanduci .....                                                             | 16 |
| 2.2.3. | Sedlaste poluprikolice .....                                                                     | 17 |
| 3.     | Karakteristike i transport aditiva .....                                                         | 19 |
| 3.1.   | Lubrizol .....                                                                                   | 19 |
| 3.2.   | Afton X.....                                                                                     | 20 |
| 3.3.   | Transport aditiva.....                                                                           | 20 |
| 3.3.1. | Europski sporazum o prijevozu opasnih tvari cestom - ADR.....                                    | 21 |
| 3.3.2. | Pravilnik o međunarodnom željezničkom prijevozu opasnih tvari - RID.....                         | 22 |
| 3.3.3. | Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari unutarnjim plovnim putovima - ADN ..... | 22 |
| 4.     | Prijevozne rute.....                                                                             | 23 |
| 4.1.   | Postojeći način prijevoza aditiva Budimpešta – Sisak .....                                       | 23 |
| 4.1.1. | Željeznički vagon serije Zas-z (785).....                                                        | 23 |
| 4.1.2. | Prijevozni put .....                                                                             | 24 |
| 4.1.3. | Cijena prijevoza.....                                                                            | 26 |
| 4.2.   | Analiza mogućih načina prijevoza aditiva.....                                                    | 29 |
| 4.2.1. | Budimpešta – Zagreb – Sisak.....                                                                 | 32 |
| 4.2.2. | Budimpešta – Zagreb – Sisak.....                                                                 | 33 |
| 4.2.3. | Budimpešta – Vukovar – Zagreb – Sisak.....                                                       | 35 |
| 4.2.4. | Budimpešta – Sisak .....                                                                         | 37 |
| 5.     | Komparativna analiza.....                                                                        | 39 |
| 6.     | Zaključak .....                                                                                  | 42 |
|        | Literatura .....                                                                                 | 43 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| Popis slika .....    | 45 |
| Popis tablica .....  | 45 |
| Popis grafikona..... | 45 |
| Popis kratice .....  | 46 |

# 1. Uvod

Logistika je znanstvena disciplina i sposobnost upravljanja resursima, zalihama, pravovremenom nabavom proizvoda i ostalim poslovnim i tehničkim aktivnostima kojima se teži optimizaciji nekog sustava, visoka pouzdanost i spremnost organizacije poslovnih i transportnih sustava. Sve radnje i planiranja se pokušavaju napraviti uz minimalne troškove pa je tako u današnje vrijeme, vrijeme globalizacije i liberalizacije, pojava kontejnerizacije uvelike olakšala transport tereta u vidu sigurnijeg i jeftinijeg transporta. Kontejnerizacija i transport kontejnera se najviše koristi u prekomorskom transportu koji je povezan s ostalim vidovima transporta što čini jedan intermodalni sustav, odnosno intermodalni transport. Intermodalni transport je kretanje tereta u istoj teretno manipulativnoj jedinici koja se prevozi u dva ili više prijevozna sredstva tijekom jednog transporta koristeći dva ili više prijevozna moda. Pritom je bitno naglasiti da se teret unutar teretno manipulativne jedinice ne dira.

Svrha završnog rada je prikazati i analizirati uvođenje intermodalnog prijevoza aditiva na relaciji Budimpešta – Sisak. Cilj rada je s obzirom na analize donijeti zaključak je li uvođenje intermodalnog prijevoza na navedenoj liniji isplativ i opravdan. U izradi rada korišteni su podaci o cijenama prijevoza aditiva na više načina i cijenama prekrcaja u raznim terminalima prikupljeni razgovorima tijekom srpnja i kolovoza 2017. godine s djelatnicima sljedećih tvrtki: Luka Vukovar, Train Hungary, INA i AGIT.

Završni rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Tehnologija intermodalnog transporta
3. Karakteristike i transport aditiva
4. Prijevozne rute
5. Komparativna analiza
6. Zaključak

U drugoj cjelini je opisan intermodalni transport, kao i dionici tog transporta, intermodalni terminali i intermodalne transportne jedinice. Također su i prikazani terminali u kojim bi se mogli i u kojim se trenutno vrši ukrcaj, prekrcaj i iskrcaj aditiva.

U trećoj cjelini su prikazane karakteristike aditiva koji se prevoze, Lubrizol i Afton X, te njihov transport. Nadalje, objašnjeni su sporazumi o prijevozu opasnih tvari za transportne modove koji se pojavljuju u ovom radu, odnosno koji bi se mogli koristiti pri prijevozu aditiva.

U četvrtoj cjelini su prikazane prijevozne rute. Analizirana je postojeća te moguća ruta prijevoza aditiva na relaciji Budimpešta – Sisak ili preciznije od rafinerije u Szazhalombatti do rafinerije u Sisku.



U petoj cjelini je napravljena komparativna analiza postojeće i mogućih ruta prijevoza aditiva.

U šestoj cjelini je donesen zaključak na temelju navedenih analiza o uvođenju intermodalnog prijevoza aditiva.

## 2. Tehnologija intermodalnog transporta

Definicija intermodalnog transporta je kretanje tereta u jednoj te istoj teretnoj jedinici ili cestovnom vozilu koje koristi dva ili više prijevoznih modova bez diranja tereta prilikom prekrcaja s jednoga prijevoznog sredstva na drugo.<sup>1</sup> Intermodalni transport je sustav koji podrazumijeva transport robe „od vrata do vrata“ uz primjenu najmanje dva transportna moda i bez promjene transportnog moda kao što su kontejneri, izmjenjivi transportni sanduci, dijelovi ili kompletna vozila.<sup>2</sup> Intermodalni prijevoz prati i usko je povezan s pojmom integralnog transporta. Integralni transport je takva transportna manipulacija pri kojoj se roba ne ukrcava izravno na prijevozno sredstvo nego se slaže na palete ili u kontejnere, koji tako zajedno s robom postaju teret što ga učinkovito i racionalno mogu na sebe preuzeti prijevozna sredstva svih prometnih grana.<sup>3</sup>

Intermodalni prijevoz povećava učinkovitost i ekonomičnost prijevoza jer najbolje iskorištava dane kapacitete korištenih vidova prijevoza. Na velikim udaljenostima, kao npr. većim od 500 km, intermodalni prijevoz iskorištava veći teretni kapacitet željezničkog, pomorskog te prometa unutarnjim plovnim putevima s fleksibilnošću cestovnoga prijevoza za lokalne dostave i dostave na završne destinacije koje ne zahtijevaju posebnu i skupu prihvatnu infrastrukturu. Kako bi intermodalni prijevoz imao smisla važno je sagledati cijelo putovanje tereta kao jedno zasebno putovanje, sa što manjim brojem isprava, a ne kao pojedinačne dionice koje za svaki dio putovanja zahtijevaju posebne i različite putne isprave. Mogućnost održavanja navedenog ovisi o sljedećim uvjetima:<sup>4</sup>

1. **Priroda i kvantiteta** tereta, intermodalni prijevoz se uobičajeno koristi za prijevoz gotovih proizvoda ili proizvoda koji se koriste za sastavljanje nekog gotovog proizvoda tj. prebrojive robe, također se i koriste i za prijevoz materijala. Najčešće u 20-stopnim (TEU) i 40-stopnim (FEU) te sve češće vangabaritnim 45-stopnim kontejnerima.
2. **Poredak korištenih vidova transporta**, intermodalni prijevoz je skup kronološki poredanih vidova prijevoza, poznat kao lanac intermodalnog prijevoza. Dominantni vidovi prijevoza koje intermodalni prijevoz koristi su cestovni (tegljači), željeznički (vlakovi), pomorski te promet unutarnjim plovnim putevima (barže). Zračni promet inače zahtijeva intermodalnost u vidu korištenja cestovnog teretnoga prijevoza samo za kratke relacije dopreme i otpreme kontejnera od/do luke i to najčešće samo za avionske kontejnere koji nisu kompatibilni s ostalim vidovima prijevoza.
3. **Mjesto otpreme i mjesto dopreme**. Udaljenost u intermodalnom transportu ima velik značaj zbog toga što veća udaljenost označava veću ekonomsku isplativost intermodalnog prijevoza te većom udaljenošću intermodalnost stvara veće uštede.

---

<sup>1</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012 (str. 65)

<sup>2</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012 (str. 68)

<sup>3</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012 (str. 8)

<sup>4</sup> URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/ch3c6en.html> (srpanj 2017.)

Uobičajeno se za udaljenost veće od 500 km (udaljenosti veće od jednog dana vožnje tegljača) koristi intermodalni prijevoz.

4. **Vrijednost tereta.** Intermodalni prijevoz prikladan je za pošiljke srednje vrijednosti tereta. Za pošiljke visoke vrijednosti postoji tendencija korištenja direktnih vidova prijevoza (kao što je zračni prijevoz tereta) dok pošiljke niske vrijednosti tereta često imaju prijevoz od točke do točke (kolodvor-kolodvor, luka-luka) te koriste samo željeznički ili samo pomorski prijevoz.
5. **Frekvencija pošiljki.** Intermodalnost najbolje funkcionira kada su pošiljke kontinuirane (česte i konstantne) i/ili u sličnim kvantitetama.

## 2.1. Intermodalni terminali

Terminal je mjesto u kojem se teret iskrcava, ukrcava, prekrca te općenito manipulira s istim. Osim navedenih manipulacija u terminalima je moguće, ovisno o kvaliteti logističke usluge, doraditi, prepakirati, signirati teret te ostale logističke manipulacijske aktivnosti. Intermodalni terminal predstavlja mjesto u kojem se intermodalna prijevozna jedinica premješta s jednog na drugi vid prometa osim ako se ne radi o početnome ili završnome terminalu gdje se roba ukrcava ili iskrcava iz intermodalne teretno manipulativne jedinice.

Terminali intermodalnog transporta su ključne komponente u strukturi intermodalnih transportnih lanaca. Tehnološko-prostorne karakteristike terminala intermodalnog transporta zavise o više faktora na temelju kojih je moguće izvesti različita razgraničenja terminala. Osnovne podjele mogu se izvesti prema:<sup>5</sup>

- tehnologiji intermodalnog transportnog lanca, odnosno vrsti intermodalne transportne jedinice,
- povezanosti vidova transporta,
- mjestu u transportnom lancu,
- ulozi u kontejnerskim tokovima,
- veličini i intenzitetu tokova,
- pokrivenosti područja,
- lokacije u odnosu na korisnike i transportne čvorove.

Vrsta i struktura teretno-manipulativne jedinice utječe na stvaranje različitih varijanti intermodalnih transportnih lanaca. Osnovne jedinice koje se pojavljuju u prekrcaju s jednog na drugi vid transporta su kontejneri, izmjenjivi transportni sanduci ili dijelovi cestovnih prijevoznih sredstava, poluprikolice. U kombinaciji više vidova transporta pojavljuju se i tehnologije u kojima se kompletna vozila jednog vida transporta prevoze sredstvima drugog vida transporta. Tako se kompletna vozila cestovnog transporta prevoze željezničkim,

---

<sup>5</sup> Zečević S.: Robni terminali i robno-transportni centri, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2006 (str. 179)

zračnim ili prometom unutarnjim plovnim putovima, a željeznički vagoni i riječne barže sredstvima pomorskog transporta.<sup>6</sup>

Teretno-manipulativne jedinice u intermodalnom transportu pretovaraju se u terminalima s transportnog sredstva jednog vida transporta na sredstvo drugog vida transporta (mijenja se vid transporta), ali i između različitih kategorija transportnih sredstava istog vida transporta (bez promjene vida transporta). Transportni lanci se prema broju vidova transporta mogu podijeliti na unimodalne, bimodalne i trimodalne:<sup>7</sup>

- bimodalni terminali (cestovno-željeznički, cestovno-riječni itd.),
- trimodalni terminali (riječno-cestovni-željeznički, pomorsko-željezničko-cestovni itd.).

Prema mjestu u transportnom lancu terminali mogu biti s dominantnom otpremnom, prijemnom ili usputnom linijskom funkcijom. Veliki industrijski kompleksi najčešće imaju svoje lokalne, prijemno-otpremne terminale. Usputni linijski terminali imaju ulogu dodavanja, utovara kontejnera ili istovara kontejnera s prijevoznih sredstava koji prometuju na određenim linijama između početnih i krajnjih terminala.<sup>8</sup>

Terminali se prema veličini često razgraničavaju na male, srednje i velike. Osnova za ovu podjelu je veličina prometa izražena u broju pretovarenih intermodalnih transportnih jedinica (ITU, eng. *Intermodal Transport Unit*). Kako se tokovi u kontejnerskom transportu stalno mijenjaju i povećavaju, granice koje određuju veličinu prometa po klasama posljedica su tekućih procjena i mišljenja o tome što je veliko, a što malo od kontejnerskih tokova. Po osnovnim varijantama u povezivanju različitih vidova transporta prikazana je klasifikacija veličine terminala intermodalnog transporta Europe:<sup>9</sup>

- **cestovno-željeznički terminali** za kontejnere, izmjenjive transportne sanduke i poluprikolice dijele se prema veličini pretovara u tri grupe:
  - manji od 20 000 ITU/god.,
  - između 20 000 i 100 000 ITU/god.,
  - preko 100 000 ITU/god.
- **riječno-cestovni terminali** za kontejnere koji se u luku dovoze, odvoze baržama i kamionima mogu se podijeliti na:
  - manje od 30 000 ITU/god., i
  - veće od 30 000 ITU/god.

---

<sup>6</sup> Zečević S.: Robni terminali i robno-transportni centri, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2006 (str. 179)

<sup>7</sup> Zečević S.: Robni terminali i robno-transportni centri, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2006 (str. 180)

<sup>8</sup> Zečević S.: Robni terminali i robno-transportni centri, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2006 (str. 181)

<sup>9</sup> Zečević S.: Robni terminali i robno-transportni centri, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2006 (str. 182)

- **riječno-željeznički-cestovni terminali** za pretovar kontejnera mogu se prema prometu podijeliti na:
  - manje od 50 000 ITU/god., i
  - veće od 50 000 ITU/god.
- **pomorski kontejnerski terminali s cestovno-željezničkom vezom** imaju promet:
  - manji od 100 000 ITU/god., i
  - veći od 100 000 ITU/god.
- **pomorski kontejnerski terminali s vezom na cestovni, željeznički i promet unutarnjim plovnim putovima** mogu biti:
  - manji od 200 000 ITU/god.,
  - između 200 000 i 500 000 ITU/god.,
  - veći od 500 000 ITU/god.
- **željezničko-željeznički terminali** s različitim elementima organizacije i prometa kreću se u granicama:
  - ispod 300 000 ITU/god.,
  - preko 300 000 ITU/god.

Dakle, intermodalnim terminalom smatra se svaki terminal koji ima odgovarajuću infrastrukturu i suprastrukturu za obavljanje manipulacija intermodalnim transportnim jedinicama kako bi iste primijenile vid prijevoza, započele ili stigle na mjesto odredišta te su ključni elementi u lancu intermodalnog prijevoza, kako bez njih odvijanje intermodalnog prijevoza ne bi bilo moguće.

Nadalje, u sljedećim potpoglavljima su prikazani terminali gdje bi se vršio ukrcaj, prekrcaj i iskrcaj tereta, odnosno 20-stopnog kontejnera koji bi se kao teretno manipulativna jedinica (TMJ) prevezio od otpremnog do dopremnog terminala.

### **2.1.1. Luka Vukovar**

Luka Vukovar locirana je na desnoj obali rijeke Dunav na 1335. km. Ukupna površina luke iznosi 35 000 m<sup>2</sup>, a dužina pristaništa, koje uključuje četiri veza, iznosi 450 m. Na prostoru postojeće luke, između zgrada i obalne linije, postoje tri operativna željeznička kolosijeka za rukovanje brod-obala i ukrcavanje/iskrcavanje uvrećenih proizvoda. Unutarnji cestovni sustav luke sastoji se od glavne lučke ceste, kružnog puta terminala za rukovanje materijalima, zaštićeno od vremena, i gospodarskog puta terminala za kontejnere, koji osigurava pristup sustavu javnih cesta za svaki terminal i/ili objekt. Luka Vukovar opremljena je jednom mobilnom dizalicom – Gottwald HMK 170 – nosivosti 63 tone, osiguravajući prekrcajni kapacitet za prekrćavanje rasutog i općeg tereta kao i 20-stopne i 40-stopne kontejnere. Osim toga, luka posjeduje dvije manje lučke dizalice od 5/6 tona (GANZ) nosivosti, opremu za terminal za izravan ukrcaj rasute robe, sedam viličara svaki kapaciteta 2-5 tona, dva ukrcavača na kotačima, dizelsku lokomotivu, kao i tegljač od 300 KS. Nadalje, luka ima jedan sustav trakastog transportera za ukrcaj rasutog tereta (kapacitet 120 t/h) i jedan separacijski sustav za separaciju šljunka kapaciteta 50 t/h. Sadašnji kapaciteti omogućuju

godišnji prekrcaj robe do oko 800 000 tona/god. Skladišni kapaciteti obuhvaćaju 7000 m<sup>2</sup> sređene otvorene površine, površinu od oko 3800 m<sup>2</sup> za postrojenje za separaciju šljunka i pijeska, te zaštićeno, zatvoreno skladište od oko 2850 m<sup>2</sup> u čeličnoj konstrukciji sa zidanim zidovima. Zgrada skladišta ima uzdignuti pod s ukrcajnim rampama na dvije bočne strane za ukrcaj vlakova i kamiona. Ti će se skladišni kapaciteti raspasti s izgradnjom kanala Dunav – Sava. Razina godišnjeg prekrcaja tereta je oko 800 000 t. Zaposlenih je oko 80. Luka Vukovar ima potencijalno vrlo povoljnu lokaciju s nužnim ulaganjem u razvoj. Luke na unutarnjim plovnicima u Republici Hrvatskoj nalaze se na potencijalno iskoristivim lokacijama za razvitak intermodalnog transporta.<sup>10</sup>



**Slika 1 Luka Vukovar**

Izvor: <http://www.port-authority-vukovar.hr/default.aspx?id=9> (srpanj 2017.)

Luka Vukovar, slika 1, je bitna u ovom radu jer je mjesto u kojoj bi se mogao vršiti prekrcaj kontejnera s barže na željeznički vagon, odnosno aditivi dopremljeni Dunavom iz rafinerije iz Szazhalombatte bi se prevozili do luke Vukovar te bi se tamo vršio prekrcaj na željezničke vagone.

---

<sup>10</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012 (str. 226)

### 2.1.2. Kontejnerski terminal Vrapče

Kontejnerski terminal nalazi se u km 426 + 571 pruge Tovarnik d.g. – (Zagreb Gl. kol.) – Savski Marof d.g., nadzorni kolodvor je Zagreb-Zapadni kolodvor, odvojna skretnica odvaja se u km 428 + 544,48 navedene pruge. Terminal je djelomično dobro povezan s cestovnom infrastrukturom u okruženju (brze gradske prometnice, Ljubljanska avenija, cestovna obilaznica grada Zagreba). Terminal se poslužuje manevarskim vožnjama iz kolodvora Zagreb-Zapadni kolodvor – ulazak/izlazak cijelih vlakova nije predviđen – krnji kolosijeci – nedostatan rad za formiranje maršrutnih blok-vlakova. Nema mogućnosti direktnog ulaska (ili izlaska) maršrutnih vlakova u zonu prekrcaja. Postavljanje pojedinačnih pošiljaka ili grupa vagona obavlja se manevarskom vožnjom. Postoji mogućnost manipulacije kontejnera, izmjenjivih kamionskih sanduka, cestovnih poluprikolica dužine do 40', mase do 40 t. Prekrcajni kapacitet je 120 ITU/dan, 10 ITU/sat. Mogućnost punjenja/praznjenja teretnih jedinica: na vagonu, na parkiralištu, na cestovnom vozilu i moguć cestovni dovoz-odvoz. Broj i dužina teretnih kolosijeka – tri kolosijeka:  $K_1 = 575$  m korisne dužine,  $K_2 = 572$  m korisne dužine i  $K_3 = 565$  m korisne dužine – za deponiranje vagona u rezervi te za otpremu vlakova tipa „Ro-La“. Broj i dužina manipulativnih trakova za cestovna dostavna vozila je tri traka dužine 600 m. Površina za odlaganje teretnih jedinica kombiniranog prometa je 25 000 m<sup>2</sup>. Prekrcajna mehanizacija: kontejnerski prijenosnik Kalmar tip Contchamp DRF 400-C5 – nosivost 40 t, čelni prijenosnik tip „Luna TH 42“ – 1 kom. – nosivost 40 t, prijenosnik tip „Beloti B 75“ – 1 kom. – nosivost 40 t i viličar tip „Kalmar DC 13,6“ – 1 kom. – nosivost 12 t, viličar Linde 8 t, viličar Linde 5 t, viličar Linde 3 t – 2 kom. Prostor za deponiranje kontejnera sastoji se od tri bloka. Blokovi su odvojene cjeline s po 24 polja u tri reda, odnosno svaki depo je kapaciteta 216 TEU-a. Kontejneri se slažu u tri reda u tri visine. Iz toga proizlazi teorijski da je skladišni kapacitet terminala od 648 TEU-a. Kapacitet se po potrebi može proširiti na betonirani neoznačeni prostor te se time dobiva dodatnih 350 mjesta. Kompletan rad terminala je obrađen u posebnoj aplikaciji, rađen za interne potrebe. Program služi za obradu podataka kod prijama, otpreme i prekrcaja roba i kontejnera. Terminal je projektiran za manipulaciju kontejnera kontejnerskim prijenosnicima u prvoj fazi 30 000 TEU, dok je za drugu fazu 80 000 TEU predviđena kranska staza. Kapacitet terminala trenutno je dovoljan za postojeću količinu kontejnera.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012 (str. 221)



**Slika 2 Kontejnerski terminal Vrapče**

Izvor: <https://www.vecernji.hr/zagreb/zagreb-dobio-suhu-luku-u-vrapcu-504932> (srpanj 2017.)

Kontejnerski terminal Vrapče u Zagrebu je prekrcajni terminal gdje bi se mogao vršiti prekrcaj aditiva sa željezničkih vagona na tegljače i obrnuto kako bi se postigla intermodalnost.

### **2.1.3. Kontejnerski terminal Mahart**

Kontejnerski terminal Mahart nalazi se u sklopu luke Budimpešta na rijeci Dunav. Luka u Budimpešti je jedna od najvećih i najsuvremenijih lučkih i distribucijskih centara u Europi. Otvorena je 1928. godine, a 40 godina kasnije je obavljeno prvo punjenje kontejnera koje obavljeno u kontejnerskom terminalu Mahart. Kao dio luke, terminal je dovršen 1972. godine te se od tada konstantno širi. Promet kontejnerima iz godine u godinu je sve veći pa se tako od 2006. godine, kada je godišnji promet bio 46 400 kontejnera, 2013. godine popeo do brojke od 86 100 kontejnera iliti 134 800 TEU-a. Prema slici 3 vidi se velik broj 20-stopnih i 40-stopnih kontejnera na skladišnom prostoru terminala. Te je godine ujedno imao i najveći kontejnerski promet u Mađarskoj. Trenutna površina skladišnog prostora terminala je 93 000 m<sup>2</sup> te se koriste par godinama starim kontejnerima. Radnici raspolažu novom infrastrukturom i opremom te imaju potrebne uvjete za obavljanje prekrcaja robe sa željezničkog prometa, cestovnog prometa i prometa unutarnjim plovnim putovima.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> URL: <https://www.containercenter.hu/index.php/en/introduction/about-us> (srpanj 2017.)





**Slika 3 Kontejnerski terminal Mahart**

Izvor: [https://www.google.hr/search?q=terminal+mahart+hungary&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjjiqLK4OjVAhXHrxoKHTRMBBcQ\\_AUICygC&biw=1366&bih=604#imgsrc=isMAaOKhedwQ1M: \(srpanj 2017.\)](https://www.google.hr/search?q=terminal+mahart+hungary&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjjiqLK4OjVAhXHrxoKHTRMBBcQ_AUICygC&biw=1366&bih=604#imgsrc=isMAaOKhedwQ1M: (srpanj 2017.))

Kontejnerski terminal Mahart je početna faza transporta, s obzirom na to da rafinerija u Szazhalombatti nema vlastite kontejnere za transport naftnih derivata i ostalih proizvoda. Stoga, prvo bi se morao prevesti kontejner od Maharta do rafinerije u Szazhalombatti na ukrcaj aditiva te se onda otprema do krajnje odredišne točke, rafinerije u Sisku.

#### **2.1.4. Rafinerija Danube**

Rafinerija na Dunavu nalazi se u mjestu Szazhalombata blizu Budimpešte. Szazhalombatta je gradić s oko 20 000 stanovnika, udaljen 30ak km od Budimpešte. Rafinerija s radom započinje 1965. godine. Pod vlasništvom MOL grupe rafinerija ima oko 1200 zaposlenih. Kapaciteta je 165 000 t/dnevno sirove nafte te je jedna od najvećih rafinerija u CEE (eng. *Central and Eastern Europe*) regiji. Rafinerija se sastoji od 54 glavna procesna postrojenja te prerađuje sirovu naftu koju dobiva putem cjevovoda iz Rusije te Jadrana, odnosno Hrvatske. Vodeći je proizvođač čistih goriva za mađarsko tržište proizvodeći dizel i benzin pomiješan s biokomponentama. Također je glavni dobavljač naftnih derivata u CEE regiji, posebice u Slovačkoj i Hrvatskoj čije se rafinerije u MOL grupi. Petrokemija, koja je integrirana i povezana s rafinerijom, sastoji se od dva parna postrojenja za kreiranje, HDPE,

LDPE i PP jedinice. Glavni proizvodi su etilen i propilen, benzen, toluen, ksilen koji se koriste za izradu smola, vlakana, plastike i brojnih drugih kemijskih proizvoda.<sup>13</sup>

Proizvodi i dnevna proizvodnja:

- LPG – 500 t/d
- Benzini – 3300 t/d
- JET – 500 t/d
- Dizel – 10 000 t/d
- Aromati – 600 t/d
- Bazna ulja i parafini – 400 t/d
- Bitumeni – 1100 t/d
- Koks i ostali proizvodi – 3900 t/d



**Slika 4 Rafinerija nafte u Szazhalombatti**

Izvor: [https://fdtgroup.org/case-study/mol\\_group/](https://fdtgroup.org/case-study/mol_group/) (srpanj 2017.)

Rafinerija nafte u Szazhalombatti proizvodi aditive Lubrizol i Afton X koji se otpremaju u rafineriju nafte u Sisak gdje se ti aditivi dodaju gorivu za njegovo poboljšanje. Prema slici 4 vidljivo je da se radi o modernoj i velikoj rafineriji koja je iz godine u godinu sve produktivnija te se u sklopu MOL Grupe njeni proizvodi sve više šire na komercijalno naftno tržište, pogotovo Srednje i Istočne Europe.

---

<sup>13</sup> URL: <https://molgroup.info/en/our-business/downstream/refinining/danube> (srpanj 2017.)

### 2.1.5. Rafinerija Sisak

Rafinerija nafte Sisak nalazi se u središnjoj Hrvatskoj, 60 km od Zagreba. U početku je bilo spremište nafte, odnosno skladište naftnih derivata. Nakon izgradnje KP-1 (kombiniranog postrojenja) koje je pušteno u rad 1956. godine s dnevnim kapacitetom 7300 t/d. Godine 1964., nakon što je izgradnje KP-2 završena, rafinerija imala kapacitet proizvodnje nafte više od 20 000 t/d. Rafinerija danas zapošljava približno 700 ljudi, iako taj broj opada i prognoze nisu optimistične. Također obrađuje oko 44 000 t/d sirove nafte. Rafinerija se sastoji od 19 glavnih procesnih postrojenja te prerađuje razne vrste sirovina nafte koja se transportira cjevovodom iz Moslavine, zatim sirovina nafte Slavonija koja se prevozi baržama. Sisačka rafinerija modernizirana je po standardima Europske Unije te je povećala proizvodnju i učinkovitost kako bi bila što konkurentnija na međunarodnom tržištu. Jedna od glavnih proizvođača čistih goriva za hrvatsko tržište proizvodeći benzin i dizel pomiješano s biokomponentama.<sup>14</sup>

Proizvodi i dnevna proizvodnja:

- LPG – 330 t/d
- Benzini – 1840 t/d
- Dizel – 2100 t/d
- Bitumen – 230 t/d
- Lož ulje – 160 t/d
- Koks – 200 t/d

---

<sup>14</sup>URL: <https://molgroup.info/en/our-business/downstream/refinining/sisak> (srpanj 2017.)





**Slika 5 Rafinerija nafte u Sisku**

Izvor: <http://www.jutarnji.hr/globus/Globus-politika/gasite-rafineriju-e-ne-damo-vam-ovo-danas-za-nas-je-borba-kao-i-1991.-za-nas-sisak-i-za-nasu-djecu-samo-sto-ovaj-put-nemamo-oruzje/5164656/> (srpanj 2017.)

U ovom radu rafinerija nafte Sisak, slika 5, je dopremni terminal, odnosno određena točka transporta gdje se aditivi dopremaju te iskrcavaju. Zatim se namještavaju s određenim gorivom u određenim količinama te se kasnije kao gotovi proizvod plasira na tržište.

## **2.2. Intermodalne teretno manipulativne jedinice**

Teretno manipulativna jedinica se sastoji od teretne jedinice i pomoćnog prijenosnog ili transportnog sredstva. Objedinjuju se manja pakiranja robe u jedinstveni teret kako bi se smanjili vrijeme i troškovi rukovanja s robom u svakoj pojedinačnoj fazi transportnog lanca. Intermodalne teretno manipulativne jedinice (TMJ) podrazumijevaju zatvorene, dovoljno čvrste te tehnički ispravne jedinice koje se koriste u realizaciji intermodalnog prijevoza te omogućuju prijevoz bez prekrcaja ili iskrcaja tereta. Važno je da su teretno manipulativne jedinice koje se koriste za intermodalni prijevoz standardizirane čime pomažu u svrsi intermodalnog prijevoza, tj. ekonomičnosti, brzini i učinkovitosti. Teretno manipulativne jedinice moraju biti standardizirane u vidu toga da moraju imati predodređene tehničke značajke koje omogućuju brzo i efikasno premještanje teretno manipulativne jedinice između vidova prijevoza. Generalno, prema načinu okrupnjavanja tereta TMJ se mogu podijeliti u dvije grupe:<sup>15</sup>

<sup>15</sup> URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/vjezbe\\_\(6\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/vjezbe_(6).pdf) (srpanj 2017.)

- TMJ koje su složene od jedinica tereta i pomoćnih tehničkih, prijenosnih sredstava:
  - palete,
  - kontejneri,
  - izmjenjivi transportni sanduci.
- TMJ koje su složene od jedinica tereta i transportnih sredstava, pri čemu je dato transportno sredstvo zajedno sa teretom postalo teret za drugo transportno sredstvo:
  - prikolice,
  - poluprikolice,
  - kompletna vozila cestovnog transporta.

### 2.2.1. Kontejneri

Kontejnerizacija je tehnologija prijevoza robe u kontejnerima primjenom suvremenih sredstava manipulacije, a predstavlja najsloženiji oblik integralnog transporta jer omogućuje odvajanje tereta od transportnog sredstva pomoću kontejnera.<sup>16</sup>

Kontejner se prema Europskoj konferenciji ministara prometa (engl. *European Conference of Ministers of Transport – ECMT*) definira kao; „generički izraz za kutiju (boks) koji nosi teret, dovoljnog strukturalnog integriteta za ponovno korištenje, često s mogućnošću slaganja jednog na drugog, opremljen uređajima za prebacivanje između vidova prijevoza“. Najzastupljenija su teretno manipulativna jedinica intermodalnog prijevoza, usprkos tome kontejneri se najviše koriste za preoceanski prijevoz tereta. Popularnosti kontejnera u prijevozu najviše pridonosi rana standardizacija.<sup>17</sup>

Prednosti kontejnerizacije su sljedeće:<sup>18</sup>

- kontejner, kao transportna jedinica lako se prekrca s jedne prometne grane na drugu, odnosno s jednoga prometnog sredstva na drugo (nema prekrcaja robe pri izmjeni transportnog sredstva),
- teret u postupak dolazi samo dvaput, i to pri ukrcaju i iskrcaju, čime se smanjuje mogućnost oštećenja pri manipulaciji,
- veća zaštićenost robe prilikom transporta,
- smanjuju se početni i završni troškovi,
- brži obrt transportnih sredstava,
- bolje korištenje željezničkih vagona formiranjem izravnih kontejnerskih vlakova.

<sup>16</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, 2012., (str. 110)

<sup>17</sup> URL: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4310> (srpanj 2017.)

<sup>18</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, 2012., (str. 111)

**Tablica 1 Vanjske dimenzije kontejnera u ovisnosti o nosivosti**

| Kategorija, stopa | Dimenzije, metar |        |        | Volumen, m <sup>3</sup> | Nosivost, tona |
|-------------------|------------------|--------|--------|-------------------------|----------------|
|                   | duljina          | širina | visina |                         |                |
| 10                | 3,06             | 2,44   | 2,44   | 18                      | 10             |
| 20                | 6,09             | 2,44   | 2,44   | 36                      | 20             |
| 30                | 9,12             | 2,44   | 2,44   | 54                      | 25             |
| 40                | 12,19            | 2,44   | 2,44   | 72                      | 30             |
| 60                | 18,36            | 2,44   | 2,44   | 108                     | 50             |

Izvor: Božičević, D., Kovačević, D.: *Suvremene transportne tehnologije*, FPZ, Zagreb, 2002.

Osim standardizacije kontejneri svoju popularnost na tržištu zahvaljuju i načinu izrade. Kontejneri pružaju sigurnost u prijevozu zbog svoje sigurne i čvrste strukture te plombiranju što osigurava da se teretom unutar prijevozne jedinice može manipulirati samo na mjestu otpreme, odnosno dopreme. Ako nema plombi ili su presječene to je znak da je s teretom manipulirano, odnosno teret u kontejneru je ukraden, promijenjen ili su rađene druge nezakonite radnje. Danas se u kontejnere implementiraju nove tehnologije konstantnog praćenja tereta te se tako dodatno povećava sigurnost tereta.



**Slika 6 Standardni 20-stopni kontejner**

Izvor: <http://www.bestbuycontainer.com/index.php/containers/standard/131-20-foot-standard> (srpanj 2017.)

### 2.2.2. Izmjenjivi transportni sanduci

Izmjenjivi transportni sanduk sastoji se od prostora za teret koji zahtijeva prijevoz i nožica koje se izvlače pri odlasku vozila koje ih je do te točke prevozilo i uvlače kada ispod njih dolazi vozilo radi daljnjeg prijevoza, najčešće je tegljač ili kamion. Primjer izmjenjivog sanduka za cestovni prijevoz prikazan je slikom 7.<sup>19</sup>



**Slika 7 Izmjenjivi transportni sanduk**

Izvor: <https://easternwrecker.com/product/2008-peterbilt-335-with-three-removable-bodies/> (srpanj 2017.)

Prednosti izmjenjivog sanduka je brza i jednostavna izmjena teretne jedinice. Tegljač s poluprikolicom dolazi na rampu, izvlače se nogare, tegljač spušta šasiju i tako se oslobađa sanduk. Na isti način se pomiče i za punjenje. Glavni cilj je da tegljač ne čeka na istovar i ukrcaj.<sup>20</sup>

Nedostatak je zauzimanje velike površine te nemogućnost slaganja jedne na drugu. Iako su standardiziranih dimenzija ovi podaci su dovoljni za favoriziranje kontejnera jer uštedom prostora dobiva se veća iskoristivost nekretnine, što znači veću skladišnu mogućnost.<sup>21</sup>

<sup>19</sup> URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/vjezbe\\_\(6\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/vjezbe_(6).pdf) (srpanj 2017.)

<sup>20</sup> URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/predavanje\\_3\\_\(3\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/predavanje_3_(3).pdf) (kolovoz 2017.)

<sup>21</sup> URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/vjezbe\\_\(6\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/vjezbe_(6).pdf) (srpanj 2017.)

### 2.2.3. Sedlaste poluprikolice

Sedlaste poluprikolice najzastupljenije su u cestovnom teretnom prijevozu, ali često se koriste i u intermodalnom prijevozu, točnije cestovno-željezničkom prijevozu tehnologije B.<sup>22</sup> Poluprikolice moraju imati mogućnost zahvata sa sprederom te moraju biti opremljene ISO nauglicama.<sup>23</sup>

Glavne prednosti poluprikolice su veliki kapacitet tereta i fleksibilnost u intermodalnom transportu. U intermodalnom transportu tijekom transporta željeznicom, u usporedbi s kontejnerima i izmjenjivim sanducima, poluprikolice su teže (veća vlastita težina). Zahtijevaju posebnu opremu za manipuliranje (kao i izmjenjivi sanduci). Općenito, samo manje od 3 posto poluprikolica ima dozvolu za vertikalno korištenje.<sup>24</sup>

Sedlasta poluprikolica, slika 8, je vučeno priključno vozilo bez vlastitog pogona s jednom ili više osovina s više tragova konstruirano tako da se prednjim dijelom oslanja na sedlo tegljača prenoseći dio svoje težine na stražnji dio tegljača. Poluprikolice se izvođe kao:<sup>25</sup>

- teretne,
- specijalne,
- za prijevoz kontejnera (nisko noseće i rešetkaste),
- cisterne,
- hladnjače,
- niskopodne poluprikolice (labudica).

---

<sup>22</sup> URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/vjezbe\\_\(4\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/vjezbe_(4).pdf) (srpanj 2017.)

<sup>23</sup> URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/predavanje\\_3\\_\(3\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/predavanje_3_(3).pdf) (kolovoz 2017.)

<sup>24</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, 2012., (str. 150)

<sup>25</sup> Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, 2012., (str. 150)





**Slika 8 Sedlasta poluprikolica**

Izvor: <https://en.wikipedia.org/wiki/Semi-trailer#/media/File:K%C3%BChneNagelAuflieger.jpg> (srpanj 2017.)

### 3. Karakteristike i transport aditiva

Doslovno značenje riječi aditiv podrazumijeva dodatak. Aditivi ili dodaci su tvari ili smjese koje se dodaju proizvodu u vrijeme proizvodnje radi povećanja kvalitativnih svojstava. Aditivi za naftu su kemijski spojevi koji poboljšavaju učinak i performanse goriva. U prosjeku gorivo sadrži maksimalno do 5 % aditiva u svojoj masi, iako se može i puno manje staviti od navedenih 5 %. Aditivi su važni jer povećavaju oktanski stupanj goriva ili djeluju antikorozivno. To omogućuje veći omjer kompresije što rezultira bolju učinkovitost i veću snagu motora. Vrste aditiva uključuju metalne deaktivatore, inhibitore korozije, oksigenate i antioksidante.<sup>26</sup>

U ovom radu se analizira transport aditiva Lubrizol i Afton X iz Budimpešte u Sisak te mogućnost uvođenja intermodalnog transporta navedenih aditiva. U dopremnom terminalu, odnosno rafineriji nafte Sisak interna šifra za Lubrizol je 1000807, a za Afton X 1000723. Pod tim šiframa prati se stanje proizvoda u spremnicima te ih se prati kroz tipove kretanja.

Tipovi kretanja mogu biti:<sup>27</sup>

- 101 - Prijem
- 311 - Otprema
- 701 - Inventurni višak
- 702 - Inventurni nedozvoljeni višak
- 915 - Inventurni dozvoljeni manjak
- 916 - Stornirana roba
- 981 - Preknjiženje nabavljene robe
- 9F5 - Preknjiženje proizvedene robe koja ulazi
- 9F3 - Preknjiženje proizvedene robe koja izlazi
- 9E5 - Primopredaja iz Rafinerije u Logistiku
- 9E7 - Primopredaja iz Logistike u Rafineriju

Nadalje, ukratko su objašnjene karakteristike aditiva.

#### 3.1. Lubrizol

Industrijska tehnologija koja proizvodi Lubrizol aditiv za naftu poboljšava i otklanja nečistoće iz goriva koje se prerađuje i proizvodi u kotlovima i elektranama. Maksimiziraju učinkovitost, kvalitetu i stabilnost goriva te također smanjuje emisije CO<sub>2</sub> u gorivu.

Visokom razinom jedinstvenih metala i nemetalnih kemikalija aditiv Lubrizol ima ulogu da ukloni nečistoće iz goriva. Miješanjem aditiva s dizel gorivom, gorivu se povećava učinkovitost izgaranja, smanjuje štetne ispušne plinove i taloženje. Također se smanjuje i

---

<sup>26</sup> URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_gasoline\\_additives](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_gasoline_additives) (srpanj 2017.)

<sup>27</sup> Iz razgovora sa radnicima odjela Logistika, RNS dobiveni su navedeni podaci

moгуćnost pojave korozije tijekom proizvodnje te produžuje radni, odnosno životni vijek nekog stroja ili opreme. Lubrizol aditiv ima visoku koncentraciju visokih aktivnih sastojaka. Mogu se skladištiti najviše do godinu dana.<sup>28</sup>

U rafineriji nafte Sisak (RNS) koristi se Lubrizol aditiv kako bi se poboljšala kvaliteta dizel goriva. Prosječna mjesečna potrošnja Lubrizola je oko 1500 litara. Pomnoži li se prosječna mjesečna potrošnja s 12 (mjeseci u godini) dobije se prosječna godišnja potrošnja koja iznosi oko 18 000 litara. Na 10 000 litara eurodizela stavlja se 1.8 litara Lubrizola. S dobivenim informacijama može se izračunati potrebna količina koja se mora naručiti da bi u svakom trenutku rafinerija imala dovoljno aditiva za namješavanje s naftnim derivatima, u ovom slučaju s dizelom.<sup>29</sup>

### **3.2. Afton X**

Afton X aditiv za gorivo pomaže i osigurava vozilu i opremi u rafinerijskim postrojenjima da održava komponente čistima, odnosno otklanja nečistoće uklanjajući talog koji se nakuplja. Štiti sustav goriva i poboljšava karakteristike goriva tako da poboljšava uštedu goriva, snagu i ubrzanje. Istovremeno pomaže u smanjivanju štetnih ispušnih plinova i čuvanju zaštite okoliša što je u današnje vrijeme jako bitno te se daje velika pažnja očuvanju okoliša.<sup>30</sup>

U rafineriji nafte Sisak koristi se Afton X aditiv koji se dodaje benzinu. Namješavanjem goriva s aditivom postiže se konačni naftni proizvod, u ovom slučaju benzin, te se tako dobiva komercijalno gorivo koje se nakon toga plasira na tržište. Moderan benzin mora zadovoljiti deset do petnaest različitih specifikacija i zahtjeva kao što su sadržaj aromata, sadržaj sumpora, oktanski broj i ostala ograničenja. Prosječna mjesečna potrošnja Aftona X je oko 2000 litara što ispada da je godišnja potrošnja oko 24 000 litara aditiva. Na 10 000 litara benzina eurosUPER 95 stavlja se 2.6 litara, a u eurosUPER 98 5.6 litara aditiva.<sup>31</sup>

### **3.3. Transport aditiva**

Opasnim tvarima smatraju se stvari koje mogu ugroziti zdravlje ljudi, izazvati zagađivanje okoliša ili nanijeti materijalnu štetu, koje imaju opasna svojstva za ljudsko zdravlje i okoliš, koja su kao takve definirane zakonima, drugim propisima te međunarodnim ugovorima, koje na temelju njihove prirode ili svojstava i stanja, a u vezi s prijevozom mogu biti opasne za javnu sigurnost ili red ili koje imaju dokazane toksične, nagrizajuće, nadražujuće, zapaljive,

---

<sup>28</sup> URL: <https://www.lubrizol.com/Lubricant-and-Fuel-Additives/Fuel-Additives/Applications/Industrial-Fuel> (srpanj 2017.)

<sup>29</sup> Iz razgovora sa radnicima odjela Logistika, RNS dobiveni su navedeni podaci

<sup>30</sup> URL: <http://www.aftonchemical.com/SBU/Fuels/Diesel> (srpanj 2017.)

<sup>31</sup> Iz razgovora sa radnicima odjela Logistika, RNS dobiveni su navedeni podaci

eksplozivne ili radioaktivne učinke, odnosno, opasnim tvarima smatraju se i sirovine od kojih se proizvode opasne robe i otpadi ako imaju svojstva opasnih tvari.<sup>32</sup>

S obzirom na to da su aditivi za naftu lako zapaljivi potrebno je obratiti posebnu pozornost prilikom manipulacije, skladištenja i transporta aditiva. Spadaju pod klasu 3, zapaljive tekućine. Na slici 9 prikazana je ploča koja mora biti označena na prijevoznom sredstvu koje prevozi opasne tvari, odnosno zapaljivu tekućinu. Simbol je plamen i može biti crne ili bijele boje na crvenoj podlozi te u donjem kutu se nalazi oznaka „3“ koja simbolizira klasu opasnih tvari.



**Slika 9 Primjer ploče klase 3 zapaljiva tekućina**

Izvor:

[https://www.google.hr/search?q=zapaljive+teku%C4%87ine&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC66vB0-jVAhXD6xQKHUsDBAgQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=604#imgrc=d8FnQhNcDDUO6M:](https://www.google.hr/search?q=zapaljive+teku%C4%87ine&espv=2&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC66vB0-jVAhXD6xQKHUsDBAgQ_AUICigB&biw=1366&bih=604#imgrc=d8FnQhNcDDUO6M:)  
(srpanj 2017.)

### **3.3.1. Europski sporazum o prijevozu opasnih tvari cestom - ADR**

Za prijevoz opasnih tvari u cestovnom prometu primjenjuje se Europski sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu opasnih tvari (eng. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road – ADR) s njegovim sastavnim dijelovima, prilogima A i B i aktom o notifikaciji (N. N. Međunarodni ugovori, br. 11/08). Sporazum ADR potpisan je 30. rujna 1957. u Ženevi, a detaljna pravila, tj. prilozi A i B stupili su na snagu 29. Siječnja 1969. Godine. Dodaci se i dalje dopunjuju te ažuriraju svake dvije godine (neparne). Sporazum ADR sastoji se od 17 članaka te priloga A i B, a ti prilozi sadrže detaljna pravila i načine postupanja s opasnim tvarima.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> URL: <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=5878> (srpanj 2017.)

<sup>33</sup> URL: <https://pierre.fkit.hr/hdki/kui/vol64/broj5-6/335.pdf> (srpanj 2017.)

### **3.3.2. Pravilnik o međunarodnom željezničkom prijevozu opasnih tvari - RID**

Za prijevoz opasnih tvari u željezničkom prometu primjenjuje se Zakon o potvrđivanju Protokola od 3. lipnja 1999. godine o izmjenama Konvencije o međunarodnom željezničkom prijevozu (eng. *Convention Concerning International Carriage by Rail-COTIF*) od 9. svibnja 1980. godine (Protokol 1999.) i Konvencije o međunarodnom željezničkom prijevozu (COTIF) od 9. svibnja 1980. godine u verziji Protokola o izmjenama od 3. lipnja 1999. godine s pripadajućim dodacima („Narodne novine“, broj 12/00 – Međunarodni ugovori), Anex Dodatka C (Pravilnik o međunarodnom prijevozu opasnih tvari željeznicom – *Dangerous Goods by Rail – RID*).<sup>34</sup>

Jednostavnija definicija je da je RID - pravilnik o međunarodnom željezničkom prijevozu opasnih tvari (franc. *Règlement International concernant le transport des marchandises Dangereuses par chemins de fer*).<sup>35</sup>

### **3.3.3. Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari unutarnjim plovnim putovima - ADN**

Za prijevoz opasnih tvari na unutarnjim plovnim putovima primjenjuje se Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari unutarnjim plovnim putovima (eng. *European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by inland Waterways – ADN*) prihvaćen je od strane Republike Hrvatske 25. svibnja 2000.<sup>36</sup>

---

<sup>34</sup> URL: <https://www.zakon.hr/z/246/Zakon-o-prijevozu-opasnih-tvari> (srpanj 2017.)

<sup>35</sup> Ivanković Č; Stanković R; Šafran M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, 2010., (str. 383.)

<sup>36</sup> URL: <https://www.zakon.hr/z/246/Zakon-o-prijevozu-opasnih-tvari> (srpanj 2017.)

## **4. Prijevozne rute**

Prijevoz aditiva trenutno se vrši željezničkim prijevozom iz rafinerije smještene u mjestu Szazhalombatta u Mađarskoj koja je povezana s rijekom Dunav te je vrlo dobro povezana željezničkom i cestovnom infrastrukturom. Krajnje mjesto dopreme aditiva je rafinerija nafte Sisak u Hrvatskoj. Osim navedenog prijevoznog puta te kojim se prijevoznim sredstvom koristi trenutni transport aditiva postoji više načina, odnosno više prijevoznih puteva i korištenje drugih prijevoznih sredstava za transportiranje aditiva iz Szazhalombatte do Siska. Prijevoz se može vršiti cestovnim i željezničkim prometom te unutarnjim plovnim putovima rijekom Dunav, ali samo do Vukovara gdje je potreban prekrcaj na željeznički vagon ili tegljač. Također je moguć i prijevoz zračnim prometom, ali to je van svakih financijskih okvira stoga se ta mogućnost ne analizira.

### **4.1. Postojeći način prijevoza aditiva Budimpešta – Sisak**

Prijevoz aditiva trenutno se vrši željezničkim prijevozom iz rafinerije nafte u Szazhalombatti u Mađarskoj u rafineriju nafte Sisak u Hrvatsku. Kroz Mađarsku vlak putuje od Szazhalombatte do Gyekenyesa te ulazi u Hrvatsku. Zatim od graničnog prijelaza putuje do Zagreba pa za Sisak. Prijevoz aditiva obavlja se u željezničkim vagonima serije Z, točnije vagonima serije Zas-z (785). Vagon se ne prevozi zasebno nego je u kompoziciji maršrutnog vlaka.

#### **4.1.1. Željeznički vagon serije Zas-z (785)**

Vagon serije Z, Zas-z (785) je četveroosovinska vagonska cisterna namijenjena za prijevoz naftnih derivata i tekućina. Tekućina se u spremnik utiče kroz otvor odozgo, a iz spremnika ističe otvaranjem bočnih ventila. Na vagonu se nalazi natpis iz kojega su vidljivi podaci za prijevoz kakve tekućine je vagon namijenjen.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> URL: <http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=49> (kolovoz 2017.)

| Zas-z (785 i 786 <sup>1)</sup> )           |                 |                  |                                                                                                                           |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
|--------------------------------------------|-----------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--|---|---|---|---|------|------|------|
| V <sub>max</sub>                           |                 | km/h             | 100                                                                                                                       |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Duljina preko odbojnika                    |                 | L <sub>po</sub>  | mm                                                                                                                        | 14400 |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Ukupna visina                              |                 | H <sub>max</sub> | mm                                                                                                                        | 4260  |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Razmak između središnjih svornjaka         |                 | A                | mm                                                                                                                        | 9360  |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Broj osovine                               |                 |                  | 4                                                                                                                         |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Prosječna vlastita masa                    |                 | t                | 22,5                                                                                                                      |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Nosivost vagona                            |                 | t                | 57,5                                                                                                                      |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Utovarni prostor                           |                 | m <sup>3</sup>   | 77                                                                                                                        |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Utovarni otvor                             | broj            |                  |                                                                                                                           | 1     |  |   |   |   |   |      |      |      |
|                                            | promjer         | mm               | 500                                                                                                                       |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Istovarni priključci                       | broj            |                  |                                                                                                                           | 2     |  |   |   |   |   |      |      |      |
|                                            | promjer         | "                | 6                                                                                                                         |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
|                                            | visina od GTR-a |                  |                                                                                                                           | 800   |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Raster graničnih opterećenja <sup>2)</sup> |                 | t                | <table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr><tr><td>S</td><td>41,5</td><td>49,5</td><td>57,5</td></tr></table> |       |  | A | B | C | S | 41,5 | 49,5 | 57,5 |
|                                            | A               | B                | C                                                                                                                         |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| S                                          | 41,5            | 49,5             | 57,5                                                                                                                      |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Prijelazna platforma                       |                 |                  | +                                                                                                                         |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Ručna kočnica                              |                 |                  | +                                                                                                                         |       |  |   |   |   |   |      |      |      |
| Zaustavna kočnica                          |                 |                  | -                                                                                                                         |       |  |   |   |   |   |      |      |      |

1) Vagoni sa zaštićenom unutrašnjošću spremnika namijenjeni za prijevoz melase

2) Granična opterećenja koja su napisana na pojedinom vagonu mogu biti, ovisno o vlastitoj masi toga vagona, neznatno veća ili manja nego što je to napisano u prikazanom rasteru.

**Slika 10 Specifikacije vagona serije Zas-z**

Izvor: <http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/zas-z.pdf> (kolovoz 2017.)

Trenutno se prevozi 25 tona aditiva, a prema slici 10 može se iščitati nosivost vagona koja iznosi 57, 5 tona što je i više nego dovoljno za utovar i transport aditiva.

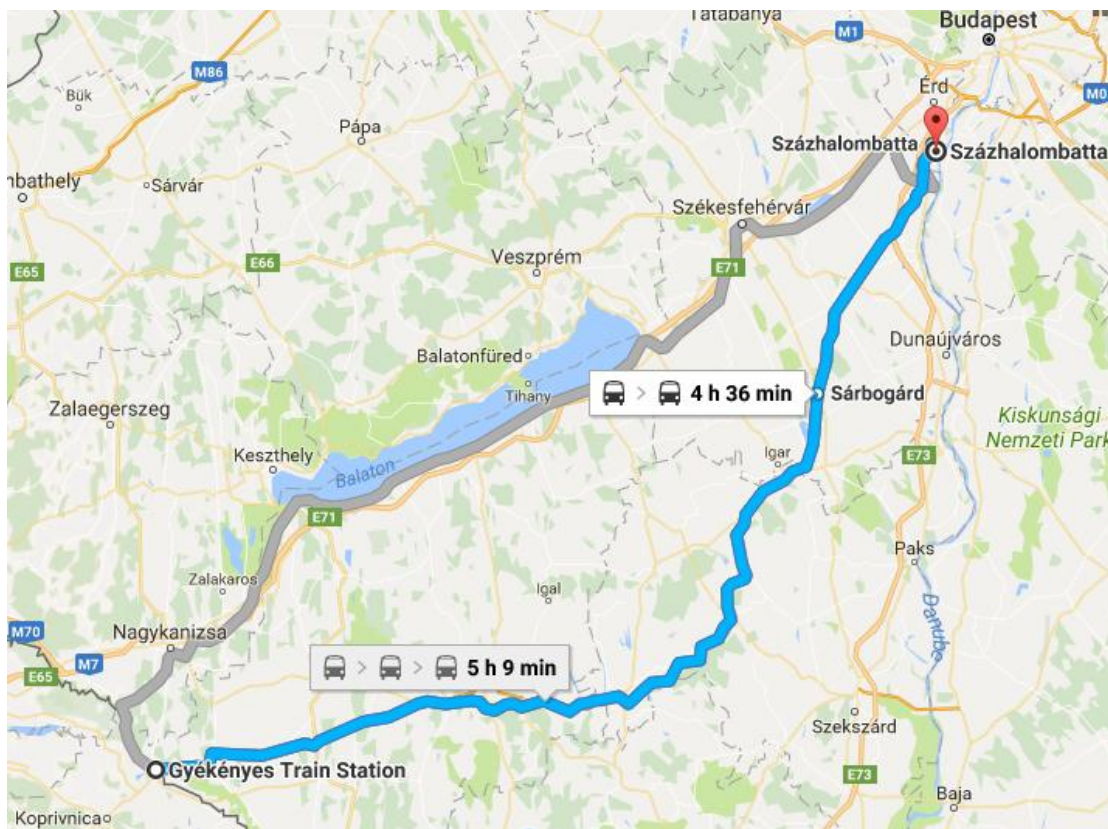
Pri prijevozu onih vrsta roba koje se prevoze po Pravilniku RID na vagone valja postaviti natpisne ploče narančaste boje na kojima su naznačene vrsta utovarene robe, kao i vrsta opasnosti pri prijevozu.<sup>38</sup>

#### 4.1.2. Prijevozni put

Aditivi se kroz Mađarsku prevoze od Szazhalombatte do graničnog prijelaza Gyekenyes. Slika 11 prikazuje rutu kojom vlak prolazi kroz Mađarsku. Maršrutni vlak, koji ujedno prevozi i jedan vagon aditiva, kroz Mađarsku prolazi 230 km te mu je za tu udaljenost potrebno oko 10 h da dođe do hrvatsko-mađarske granice. Tu udaljenost vlakovi bi trebali prelaziti puno brže. Međutim u praksi je to puno kompliciranije i duže s obzirom na zastarjelost pruga i teretnih vlakova, provjeru kočnica i drugih razloga koji produžuju putovanje. Također prioritet putovanja imaju putnički vlakovi stoga teretni vlakovi često moraju čekati u kolodvorima te se time vrijeme putovanja produžuje.

<sup>38</sup> URL: <http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=49> (kolovoz 2017.)





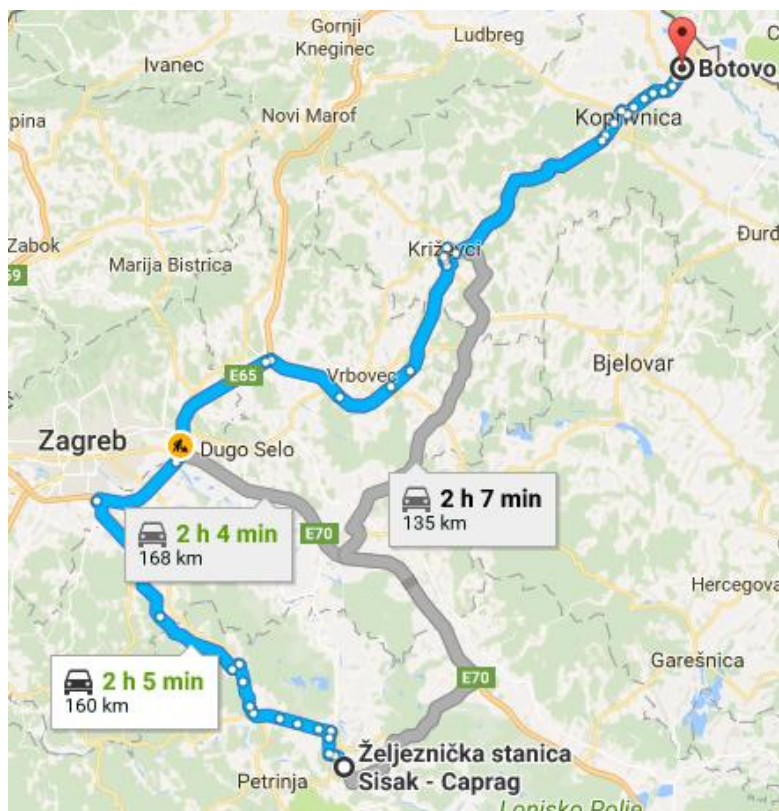
**Slika 11 Željeznička ruta od Százhalombatte do Gyékényesa**

Izvor:

<https://www.google.hr/maps/dir/Gy%C3%A9k%C3%A9nyes+Train+Station,+Z%C3%A1k%C3%A1ny,+Hungary/Sz%C3%A1zhalombatta,+2440+Hungary/@46.8413851,17.1881301,8.5z/data=!4m15!4m14!1m5!1m1!1s0x476883523a662ef3:0xc3bb27e4d453e6be!2m2!1d16.9563889!2d46.2491667!1m5!1m1!1s0x4741e4a54b6676e3:0x400c4290c1e1e00!2m2!1d18.9096709!2d47.3083325!3e3!5i3> (srpanj 2017.)

Zatim slijedi put kroz Hrvatsku. Vlak putuje prugama M201 (Koprivnica gr. – Dugo Selo), M102 (Dugo Selo – Zagreb Ranžirni kol.) i M502 (Zagreb Ranžirni kol. – Sisak Caprag). Udaljenost od graničnog prijelaza do željezničke stanice Sisak Caprag iznosi 151 km.<sup>39</sup>

<sup>39</sup>URL: [http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/153%20-%20Popis%20kolodvora%20i%20pruga%20\(HRT%20153\)\(stanje%20od%2011%2012%202016%20\).pdf](http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/153%20-%20Popis%20kolodvora%20i%20pruga%20(HRT%20153)(stanje%20od%2011%2012%202016%20).pdf) (srpanj 2017.)



**Slika 12 Željeznička ruta od graničnog prijelaza Botovo do želj. stanice Sisak Caprag**

Izvor: <https://www.google.hr/maps/dir/%C5%BDeljezni%C4%8Dka+stanica+Sisak+-+Caprag,+44000,+Sisak/Botovo,+Croatia/@45.8280468,15.90059,9z/data=!4m15!4m14!1m5!1m1!1s0x4766ee6968c03d39:0x320ac78feb9d4269!2m2!1d16.3900461!2d45.4581211!1m5!1m1!1s0x47689cd79df45361:0x375234bbbe1943aa!2m2!1d16.9169502!2d46.2188141!3e0!5i1> (srpanj 2017.)

Ukupna udaljenost od rafinerije u Szazhalombatti, otpremnog terminala, do rafinerije u Sisku, krajnje točke transporta, iznosi 381 km (230 + 151). Kao što je već navedeno, zbog raznih poteškoća vlak nije u mogućnosti od rafinerije u Szazhalombatti do RNS voziti bez stajanja stoga ukupno putovanje iznosi **oko 24 h** što je prilično dugo putovanje s obzirom na udaljenost.

#### 4.1.3. Cijena prijevoza

Cijena prijevoznine računa se po tonskoj tarifi. Tonske prijevoznine se računaju tako da se prijevoznina za određenu relaciju izračunava primjenom odgovarajućeg tonskog stavka, zavisno o računskoj masi pošiljke. Najmanja računaska masa za računanje prijevoznine za uporabljeni vagon iznosi 5 t po osovini, što znači 10 t za 2-osovinske vagone, odnosno 20 t za 4-osovinske vagone.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Spedicija\\_\(3\)/Materijali/Tarife.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Spedicija_(3)/Materijali/Tarife.pdf) (kolovoz 2017.)

MÁV - Tarifna tablica MÁV / GySEV

|           |       |       |       |       |       | EUR /1000 kg |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| km        | 5 t   | 10 t  | 15 t  | 20 t  | 25 t  | km           | 5 t   | 10 t  | 15 t  | 20 t  | 25 t  |
|           |       |       |       |       |       |              |       |       |       |       |       |
|           |       |       |       |       |       | 251 - 260    | 55,30 | 40,20 | 30,10 | 25,10 | 23,90 |
|           |       |       |       |       |       | 261 - 270    | 57,20 | 41,60 | 31,20 | 26,00 | 24,70 |
| 1 - 30    | 12,30 | 9,00  | 6,70  | 5,80  | 5,30  | 271 - 280    | 59,20 | 43,00 | 32,30 | 26,90 | 25,50 |
| 31 - 40   | 13,80 | 10,00 | 7,50  | 6,30  | 5,90  | 281 - 290    | 61,10 | 44,40 | 33,30 | 27,80 | 26,40 |
| 41 - 50   | 15,20 | 11,10 | 8,30  | 6,90  | 6,60  | 291 - 300    | 63,00 | 45,80 | 34,40 | 28,70 | 27,20 |
| 51 - 60   | 16,70 | 12,10 | 9,10  | 7,60  | 7,20  | 301 - 310    | 64,90 | 47,20 | 35,40 | 29,50 | 28,00 |
| 61 - 70   | 18,10 | 13,20 | 9,90  | 8,20  | 7,80  | 311 - 320    | 66,60 | 48,50 | 36,40 | 30,30 | 28,80 |
| 71 - 80   | 19,60 | 14,30 | 10,70 | 8,90  | 8,50  | 321 - 330    | 68,40 | 49,70 | 37,30 | 31,10 | 29,50 |
| 81 - 90   | 21,10 | 15,30 | 11,50 | 9,60  | 9,10  | 331 - 340    | 70,20 | 51,00 | 38,30 | 31,90 | 30,30 |
| 91 - 100  | 22,50 | 16,40 | 12,30 | 10,20 | 9,70  | 341 - 350    | 71,90 | 52,30 | 39,20 | 32,70 | 31,10 |
| 101 - 110 | 24,80 | 18,00 | 13,50 | 11,30 | 10,70 | 351 - 360    | 73,70 | 53,60 | 40,20 | 33,50 | 31,80 |
| 111 - 120 | 26,80 | 19,50 | 14,60 | 12,20 | 11,60 | 361 - 370    | 75,40 | 54,90 | 41,10 | 34,30 | 32,60 |
| 121 - 130 | 28,90 | 21,00 | 15,80 | 13,10 | 12,50 | 371 - 380    | 77,20 | 56,10 | 42,10 | 35,10 | 33,30 |
| 131 - 140 | 31,00 | 22,60 | 16,90 | 14,10 | 13,40 | 381 - 390    | 78,90 | 57,40 | 43,10 | 35,90 | 34,10 |
| 141 - 150 | 33,10 | 24,10 | 18,10 | 15,00 | 14,30 | 391 - 400    | 80,70 | 58,70 | 44,00 | 36,70 | 34,80 |
| 151 - 160 | 35,20 | 25,60 | 19,20 | 16,00 | 15,20 | 401 - 410    | 82,30 | 59,90 | 44,90 | 37,40 | 35,60 |
| 161 - 170 | 37,30 | 27,10 | 20,30 | 16,90 | 16,10 | 411 - 420    | 83,90 | 61,00 | 45,80 | 38,10 | 36,20 |
| 171 - 180 | 39,40 | 28,60 | 21,50 | 17,90 | 17,00 | 421 - 430    | 85,50 | 62,20 | 46,60 | 38,90 | 36,90 |
| 181 - 190 | 41,40 | 30,10 | 22,60 | 18,80 | 17,90 | 431 - 440    | 87,00 | 63,30 | 47,50 | 39,60 | 37,60 |
| 191 - 200 | 43,50 | 31,70 | 23,70 | 19,80 | 18,80 | 441 - 450    | 88,60 | 64,40 | 48,30 | 40,30 | 38,30 |
| 201 - 210 | 45,50 | 33,10 | 24,80 | 20,70 | 19,70 | 451 - 460    | 90,20 | 65,60 | 49,20 | 41,00 | 38,90 |
| 211 - 220 | 47,50 | 34,50 | 25,90 | 21,60 | 20,50 | 461 - 470    | 91,70 | 66,70 | 50,00 | 41,70 | 39,60 |
| 221 - 230 | 49,40 | 36,00 | 27,00 | 22,50 | 21,30 | 471 - 480    | 93,30 | 67,90 | 50,90 | 42,40 | 40,30 |
| 231 - 240 | 51,40 | 37,40 | 28,00 | 23,40 | 22,20 | 481 - 490    | 94,90 | 69,00 | 51,70 | 43,10 | 41,00 |
| 241 - 250 | 53,30 | 38,80 | 29,10 | 24,20 | 23,00 | 491 - 500    | 96,40 | 70,10 | 52,60 | 43,80 | 41,60 |

Slika 13 Tonska tarifa MAV

Izvor: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Spedicija\\_\(3\)/Materijali/Tarife\\_zadaci.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Spedicija_(3)/Materijali/Tarife_zadaci.pdf) (kolovoz 2017.)

| EF desservant / Bedienstes EVU<br>Serving RU / klszolgáló vasút |         | de...à (ou vice versa)<br>von...nach (oder umgekehrt)<br>from...to (vice versa)<br>honnan...hová (vagy fordítva) |   |   | Gare de rattachement<br>Associated freight station<br>Zugeworfen Bestimmungsbahnhof<br>rendeltetési állomás | RS (72)                  | HR (78)                             |                                 |                                   |                               | SI (79)                             |
|-----------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
|                                                                 |         |                                                                                                                  |   |   |                                                                                                             | Kelebia határ / Subotica | Magyarbóly határ /<br>Bell Manastir | Gyékényes határ /<br>Koprivnica | Murakeresztúr határ /<br>Kotoriba | Őrszentpéter határ /<br>Hodos | Szentgotthárd határ /<br>Mogersdorf |
|                                                                 |         |                                                                                                                  |   |   |                                                                                                             | 1                        | 1                                   | 1                               | 1,2                               | 1                             | 1                                   |
| 2155                                                            | 05835 4 | Százhalombatta                                                                                                   |   |   | a                                                                                                           | 189                      | 249                                 | 230                             | 215                               | 265                           | 278                                 |
| 2155                                                            | 10991 8 | Szécsény                                                                                                         | 9 | a | 11205 2                                                                                                     | 224                      | 343                                 | 317                             | 302                               | 344                           | 348                                 |
| 2155                                                            | 17228 8 | Szeged                                                                                                           |   | m |                                                                                                             | 136                      | 314                                 | 362                             | 379                               | 453                           | 456                                 |
| 2155                                                            | 18531 4 | Szeged-Rókus                                                                                                     |   |   |                                                                                                             | 139                      | 316                                 | 364                             | 381                               | 455                           | 458                                 |
| 2155                                                            | 18457 2 | Szeghalom                                                                                                        | 9 | a | 14365 1                                                                                                     | 261                      | 439                                 | 459                             | 444                               | 486                           | 489                                 |

Slika 14 Udaljenost Szazhalombatta – Gyekenyes

Izvor: [http://uic.org/IMG/pdf/dium\\_hu\\_55\\_2017-07-01.pdf](http://uic.org/IMG/pdf/dium_hu_55_2017-07-01.pdf) (kolovoz 2017.)

Prema slici 14 vidljiva je željeznička udaljenost u km između Szazhalombatte i graničnog prijelaza Gyekenyes koja iznosi 230 km. Prema tarifnoj tablici MAV (mađ. *Magyar Államvasutak*), slika 13, za udaljenost od 230 km naplaćuje se prijevoznina 21, 30 €.



**Koprivnica gr.**

| Do kolodvora      | Km  | Do kolodvora | Km  | Do kolodvora     | Km  |
|-------------------|-----|--------------|-----|------------------|-----|
| Bakar             | 330 | Konjščina    | 96  | Savski Marof gr. | 137 |
| Banova Jaruga     | 146 | Koprivnica   | 13  | Sesvete          | 89  |
| Bedekovčina       | 111 | Kosovo       | 446 | Sibinj           | 240 |
| Beli Manastir     | 225 | Koška        | 165 | Sirač            | 188 |
| Beli Manastir gr. | 230 | Kotoriba     | 96  | Sisak            | 147 |
| Belišće           | 191 | Kotoriba gr. | 99  | Sisak Caprag     | 151 |

**Slika 15 Udaljenost Koprivnica gr. – Sisak Caprag**

Izvor: [http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/HRT-154\\_11.12.11.pdf](http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/HRT-154_11.12.11.pdf) (kolovoz 2017.)

Prema slici 15 udaljenost između kolodvora Koprivnica gr. i kolodvora Sisak Caprag je 151 km. U HŽ-u (hrv. *Hrvatske Željeznice*), slika 16, prema tablici tonske tarife prijevoznina za 25 tonski vagon koji prijeđe 151 km iznosi 70 kn po toni.

| km      | Prijevozni stavci u kunama za 1000 kg računske mase |        |       |       | km      |
|---------|-----------------------------------------------------|--------|-------|-------|---------|
|         | 10 t                                                | 15 t   | 20 t  | 25 t  |         |
| 1       | 2                                                   | 3      | 4     | 5     | 6       |
| 1-50    | 67,00                                               | 54,00  | 43,00 | 37,00 | 1-50    |
| 51-60   | 72,00                                               | 58,00  | 46,00 | 40,00 | 51-60   |
| 61-70   | 77,00                                               | 62,00  | 49,00 | 43,00 | 61-70   |
| 71-80   | 83,00                                               | 67,00  | 53,00 | 46,00 | 71-80   |
| 81-90   | 88,00                                               | 71,00  | 56,00 | 49,00 | 81-90   |
| 91-100  | 93,00                                               | 75,00  | 60,00 | 52,00 | 91-100  |
| 101-110 | 99,00                                               | 79,00  | 63,00 | 55,00 | 101-110 |
| 111-120 | 104,00                                              | 84,00  | 66,00 | 58,00 | 111-120 |
| 121-130 | 109,00                                              | 88,00  | 70,00 | 61,00 | 121-130 |
| 131-140 | 114,00                                              | 92,00  | 73,00 | 64,00 | 131-140 |
| 141-150 | 120,00                                              | 97,00  | 77,00 | 67,00 | 141-150 |
| 151-160 | 125,00                                              | 101,00 | 80,00 | 70,00 | 151-160 |
| 161-170 | 130,00                                              | 105,00 | 83,00 | 72,00 | 161-170 |
| 171-180 | 136,00                                              | 109,00 | 87,00 | 75,00 | 171-180 |
| 181-190 | 141,00                                              | 114,00 | 90,00 | 78,00 | 181-190 |
| 191-200 | 146,00                                              | 118,00 | 94,00 | 81,00 | 191-200 |

**Slika 16 Tonska tarifa HŽ**

Izvor: <http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/156.pdf> (kolovoz 2017.)

Za preračunavanje se primjenjuje srednji tečaj Eura dana 28.8.2017. koji iznosi 1 € = 7,41 kn.<sup>41</sup>

Izračun prijevoznine:

- m = 25 000 kg
- relacija: Szazhalombatta – Sisak Caprag
- MAV: Szazhalombatta – Gyekenyes gr.

<sup>41</sup> URL: <https://www.hnb.hr/temeljne-funkcije/monetarna-politika/tečajna-lista/tečajna-lista> (kolovoz 2017.)

- HŽ: Koprivnica gr. – Sisak Caprag

25 t stavak:

$$\text{HŽ: } 70 \frac{\text{kn}}{\text{t}} \times 25 \text{ t} = 1750 \text{ kn} = 236,17 \text{ €}$$

MAV: 21,30 €

Ukupno cijena prijevoza: **236,17 € + 21,30 € = 257,47 € = 1907,85 kn**

Izračunom prijevoznine koristeći tonsku tarifu dobivena je cijena prijevoza jednog vagona mase 25 t na relaciji Szazhalombatta – Sisak Caprag čija ukupna udaljenost iznosi 381 km. Uzimajući u obzir da ukrcaj aditiva u željeznički vagon u rafineriji u Szazhalombatti te iskrcaj u RNS izvršavaju radnici MOL Grupe, ne naplaćuje se prekrcaj trećoj strani, tj. posebno ugovorenoj firmi. Stoga ukupna cijena prijevoza u jednom smjeru iznosi 257,47 € ili **1907,85 kn**.

## 4.2. Analiza mogućih načina prijevoza aditiva

Postoji više načina i mogućnosti prijevoza aditiva iz rafinerije u Szazhalombatti do RNS. Kako bi se postigla intermodalnost potrebno je aditive prevoziti u 20-stopnom kontejneru, odnosno u teretno manipulativnoj jedinici iz koje se neće iskrcavati sve do kraja transporta. Prijevoz se može vršiti tako da se 20-stopni kontejner prevozi baržom rijekom Dunav, tegljačem te željezničkim vagonom. Aditivi se sadašnjim načinom prevoze u vagonskoj cisterni. Prijedlog prijevoza je direktan ukrcaj aditiva u poseban kontejner za prijevoz tekućina i opasnih tvari. Zatim je moguć prekrcaj kontejnera na prijevozno sredstvo različitog vida transporta, a da se pritom teret unutar kontejnera ne dira.



**Slika 17 20-stopni tank kontejner, IMO-1**

Izvor: <http://www.tankcon.com/TR/26000-liters-IMO-1-tank-container-TCSU-100303-4> (kolovoz 2017.)

Tank-kontejner, tip „IMO 1“ koristi se za prijevoz tekućine s točkom plamništa ispod 0 °C, visokotoksične i korodirajuće tvari, samozapaljive tekućine, tvari koje postaju opasne kada se izlože vlaženju i oksidirajuće tvari. Tank kontejneri imaju i mogućnost kontrole temperature osjetljivih tereta tijekom transporta. Prednosti ovakvog kontejnera su jednostavan i lagan prijenos s cestovnog na željeznički i prekomorski transport, pri čemu se koristi najprikladnija oprema za manipuliranje i omogućava upućivanje robe na bilo koje odredište najpovoljnijim oblikom transporta te intermodalna fleksibilnost. Iznimno je otporan na teška oštećenja te je opasnost i rizik da kontejner procuri minimalan.<sup>42</sup>

Vanjske dimenzije kontejnera na slici 17 su sljedeće: dužina 6,06 m, širina 2,44 m, visina 2,60 m, kapacitet je 26 000 litara te maksimalna dopuštena težina je 34 000 kg, a težina samog kontejnera iznosi 3750 kg.<sup>43</sup>

S obzirom na to da rafinerija u Szazhalombatti nema u vlasništvu takav kontejner potrebno ga je unajmiti. Kao što je navedeno u ranijem poglavlju, u Budimpešti se nalazi kontejnerski terminal Mahart. Prva transportna operacija je doprema praznog tank kontejnera iz Maharta u rafineriju u Szazhalombattu. Zatim se kontejner puni u dvije odvojene komore

<sup>42</sup>URL:[http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost\\_u\\_vodnom\\_prometu\\_II/Materijali/Nastavni\\_materijali\\_2.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost_u_vodnom_prometu_II/Materijali/Nastavni_materijali_2.pdf) (kolovoz 2017.)

<sup>43</sup> URL: <http://www.tankcon.com/TR/26000-liters-IMO-1-tank-container-TCSU-100303-4> (kolovoz 2017.)

tako da se Lubrizol puni u jednu, a Afton X u drugu. Nakon obavljenog ukrcaja slijedi transport do RNS.

Prevozi li se kontejner željezničkim prijevozom, za prijevoz kontejnera koristio bi se specijalni plato-vagon serije L namijenjen za prijevoz kontejnera. Vagon Lgnss-z je dvoosovinski teretni plato-vagon za prijevoz kontejnera i izmjenjivih kamionskih sanduka od 20 i 30 stopa te kontejnera od 40 stopa maksimalne širine 2600 mm.



**Slika 18 Vagon serije Lgnss-z**

Izvor: <http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=49> (kolovoz 2017.)

Specifikacije vagona Lgnss-z su sljedeće:<sup>44</sup>

- maksimalna brzina: 120 km/h,
- duljina preko odbojnika: 13 860 mm,
- razmak osovina: 9000 mm,
- maksimalna širina: 2930 mm,
- broj osovina: 2,
- prosječna vlastita masa: 11,5 t,
- nosivost: 33,5 t,
- ukupna masa vagona: 45 t,
- najmanji polumjer zavoja: 75 m,
- duljina poda (tovarenja): 12 520 mm,
- visina poda od GRT: 1175 mm.

---

<sup>44</sup> URL: <http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=49> (kolovoz 2017.)

Prevozi li se cestovnim prijevozom, 20-stopni kontejner bi se mogao prevoziti tegljačem s poluprikolicom prikazanom na slici 19 koja ima potreban kapacitet da preveze 20-stopni kontejner.



**Slika 19 Poluprikolica Trailer**

Izvor: [https://www.cargobull.com/hr/Poluprikolice\\_25\\_598.html](https://www.cargobull.com/hr/Poluprikolice_25_598.html) (kolovoz 2017.)

#### **4.2.1. Budimpešta – Zagreb – Sisak**

Prvi prijedlog je transport željeznicom od Budimpešte, odnosno rafinerije iz Szazhalombatte, do kontejnerskog terminala Vrapče u Zagrebu. Tamo bi se vršio prekrcaj kontejnera na tegljač s poluprikolicom koji košta 210 kn te bi trajao oko 10 minuta. Cijena prekrcaja s tegljača na željeznički vagon je ista i za prekrcaj sa željezničkog vagona na tegljač. Cijena cestovnog prijevoza se računa 1 € / 1 km.<sup>45</sup>

Nadalje, nakon što bi se kontejner prekrcao s vagona na tegljač slijedi put do RNS i prijevozni put bi trajao oko 1 h i 15 min. S obzirom da dolazak vagona iz Mađarske do KT Vrapče iznosi oko 20 h, ukupno vrijeme putovanja bi iznosilo **oko 22 h** s prekrcajem.

Za izračun prijevoznine se koristi tonska tarifa te se računa prijevoznina od Szazhalombatte do Zagreba gdje se vrši prekrcaj na drugi vid transporta. Udaljenost između kolodvora Koprivnice gr. i Zagreb Ranžirni kolodvor iznosi 102 km.<sup>46</sup> Prema slici 16 tonska tarifa za udaljenost od 102 km i prijevoz 25 t iznosi 55 kn po toni.

Izračun prijevoznine:

- m = 25 000 kg
- relacija: Szazhalombatta – KT Vrapče
- MAV: Szazhalombatta – Gyekenyes gr.
- HŽ: Koprivnica gr. – KT Vrapče

25 t stavak:

<sup>45</sup> Podaci dobiveni iz razgovora sa djelatnikom tvrtke AGIT

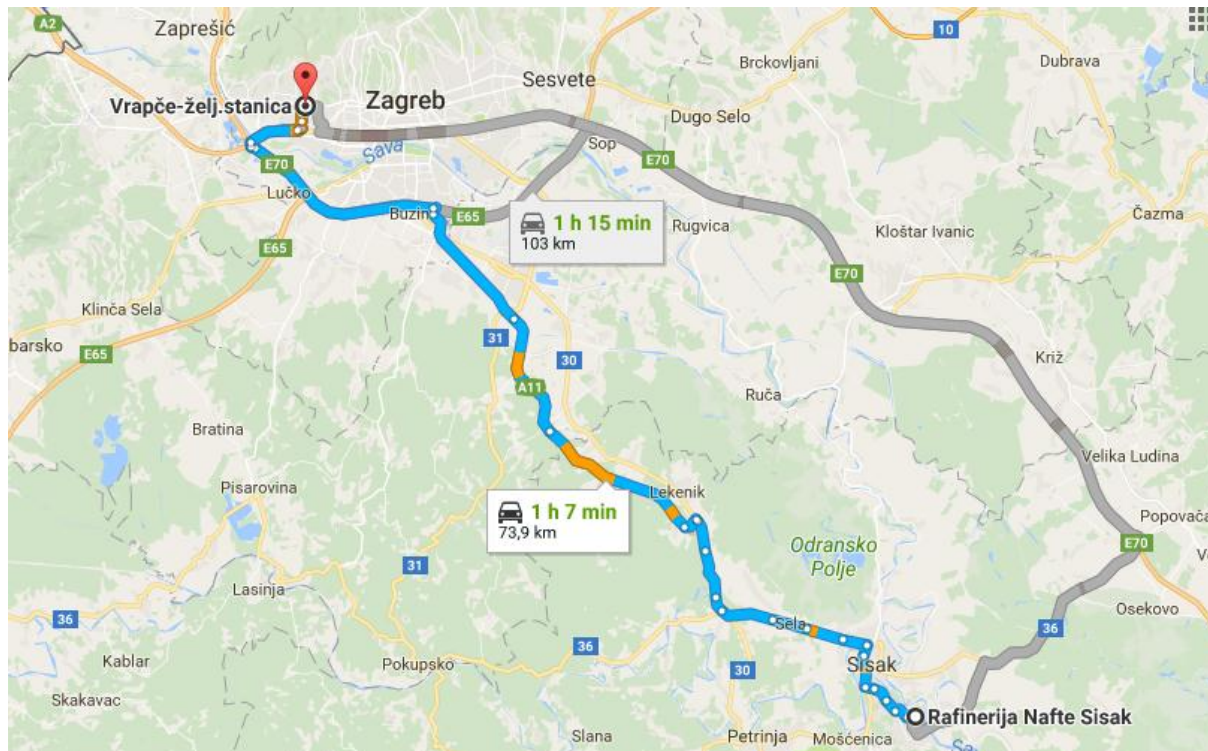
<sup>46</sup> URL: [http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/HRT-154\\_11.12.11.pdf](http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/HRT-154_11.12.11.pdf) (kolovoz 2017.)



$$\text{HŽ: } 55 \frac{\text{kn}}{\text{t}} \times 25 \text{ t} = 1375 \text{ kn} = 185,56 \text{ €}$$

MAV: 21,30 €

Ukupna cijena željezničkog prijevoza: 185,56 € + 21,30 € = 206,86 € = 1532,83 kn



**Slika 20 Cestovna ruta KT Vrapče – RNS**

Izvor: <https://www.google.at/maps> (kolovoz 2017.)

Cijena kamionskog transporta je 1 €/km. Udaljenost između KT Vrapče i RNS iznosi 74 km.

$$\text{Cijena cestovnog prijevoza: } 1 \frac{\text{€}}{\text{km}} \times 74 \text{ km} = 74 \text{ €} = 548,34 \text{ kn}$$

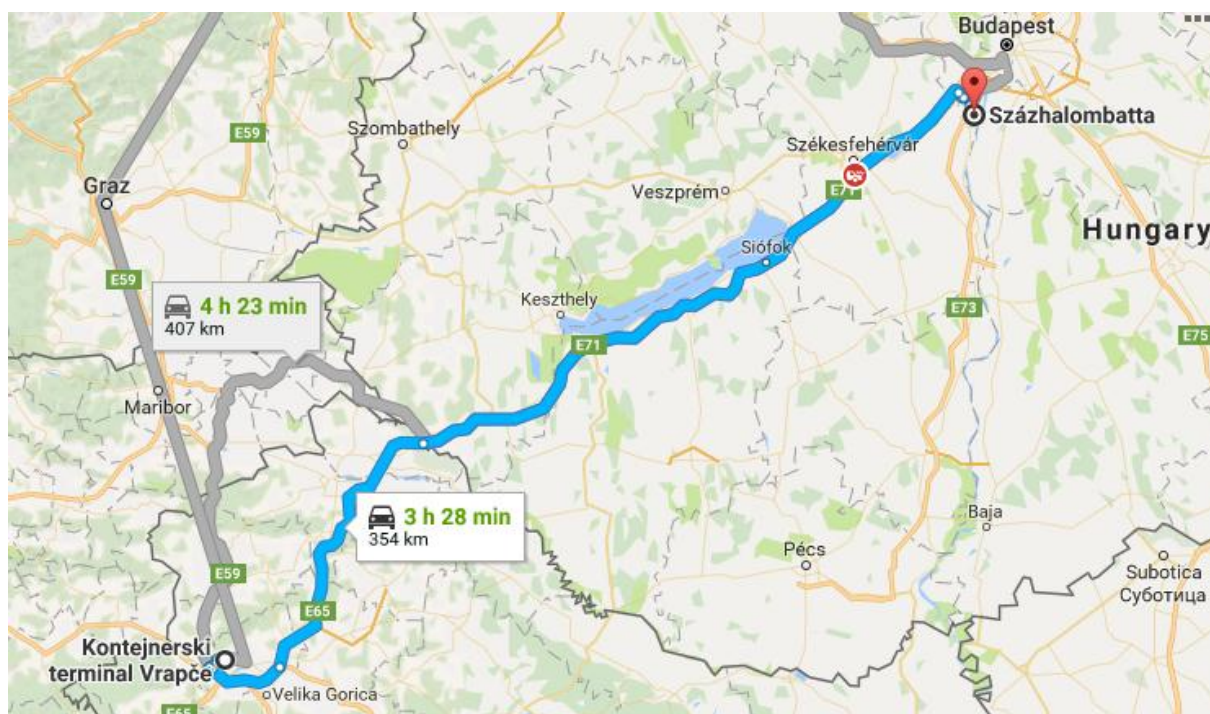
Ukupna cijena prijevoza: 1532,83 kn + 210 kn + 548,34 kn = 2291,17 kn

Ukupna cijena prijevoza željezničkim vagonom, prekrcaj kontejnera na tegljač s poluprikolicom te prijevoz do odredišta iznosi 2291,17 kn.

#### 4.2.2. Budimpešta – Zagreb – Sisak

Drugi prijedlog je transport cestom od Szazhalombatte do KT Vrapče u Zagrebu gdje bi se vršio prekrcaj kontejnera s tegljača na željeznički vagon. Vrijeme putovanja do KT Vrapče iznosi oko 3 h i 30 min. Ulaz kamiona i prekrcaj kontejnera je oko 10 min. Zatim bi se vagon preko Zagreb Zapadni kolodvor otpremio prema željezničkom kolodvoru Sisak Caprag. Međutim vlak ne može samo jedan vagon prevoziti, odnosno za Sisak Caprag mora ići

maršrutni vlak. Uzimajući u obzir to saznanje vagon mora čekati te u prosjeku ukupno putovanje s prekrcajem bi iznosilo **oko 10 h.**<sup>47</sup>



**Slika 21 Cestovna ruta Százhalombatta – KT Vrapče**

Izvor:

<https://www.google.hr/maps/dir/Kontejnerski+terminal+Vrapče,+Kožinčev+put,+Zagreb/Százhalombatta,+2440+Hungary/@46.3854776,16.1965954,7.75z/am=t/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x4765d13c4921cbcd:0xf83274afe7ac2f71!2m2!1d15.9090665!2d45.811348!1m5> (kolovoz 2017.)

Prema slici 21 najkraća udaljenost do KT Vrapče iznosi 354 km stoga je i cijena do KT Vrapče 354 € ili 2623, 14 kn. Prekrcaj s tegljača na željeznički vagon je 210 kn. Udaljenost između KT Vrapče i kolodvora Sisak Caprag je 49 km. Prema slici 16, tj. tonskoj tarifi koju primjenjuje HŽ za 25 tonski stavak za udaljenost 49 km prijevoznina iznosi 37 kn po toni.

Izračun prijevoznine:

- $m = 25\,000\text{ kg}$
- relacija = KT Vrapče – Sisak Caprag

25 t stavak:

$$\text{HŽ: } 37 \frac{\text{kn}}{\text{t}} \times 25 \text{ t} = 925 \text{ kn} = 124,83 \text{ €}$$

$$\text{Ukupna cijena prijevoza: } 2623,14 \text{ kn} + 210 \text{ kn} + 925 \text{ kn} = 3758,14 \text{ kn}$$

Ukupna cijena prijevoza tegljačem, prekrcaj kontejnera na željeznički vagon te zatim prijevoz do kolodvora Sisak Caprag iznosi **3758, 14 kn.**

<sup>47</sup> Podatak dobiven iz razgovora sa djelatnicima Train Hungary

### 4.2.3. Budimpešta – Vukovar – Zagreb – Sisak

Treći prijedlog transporta aditiva je unutarnjim plovnim putovima rijekom Dunav od Szazhalombatte do Luke Vukovar prikazano slikom 22. U Vukovaru bi se prekrcao kontejner s barže na željeznički vagon za što bi trebalo **30 min**. Iako je Vukovar cestovno povezan sa Siskom, željezničku liniju nema te bi vlak prvo morao do Zagreba, a onda tek do Siska što produžuje vrijeme putovanja tereta. Vrijeme putovanja željezničkog vagona od Vukovara do Siska iznosi u prosjeku oko 15 h. Putovanje željezničkog vagona bi iznosilo puno manje da transport ne staje, međutim vagon mora „presjedati“, tj. mora se otkvačiti od maršrutnog vlaka koji bi išao iz Vukovara te se prikvačiti novom maršrutnom vlaku koji ide prema Sisku.

Prosječna brzina barže nizvodno Dunavom je 15 km/h<sup>48</sup>, a udaljenost između Szazhalombatte (1610. km obale rijeke Dunav, 30 km nizvodno od Luke Mahart) i Luke Vukovar (1335. km obale rijeke Dunav) je **275 km** te vozeći prosječnom brzinom potrebno je **18 h i 20 min** za transport. Stoga ukupno vrijeme putovanja iznosi oko **34 h** u najboljem slučaju s obzirom na vremenske uvjete koji mogu otežati plovidbu Dunavom te znatno produžiti putovanje. Cijena nizvodno iznosi 23 € po toni tereta<sup>49</sup>.

$$\text{Cijena prijevoza unutarnjim plovnim putovima} = 23 \frac{\text{€}}{t} \times 25 t = 575 \text{ €} = 4260,74 \text{ kn}$$

$$\text{Cijena prekrcaja} = 100 \text{ €} = 741 \text{ kn}$$

S obzirom da se prevozi 25 t, cijena prijevoza iznosi **575 € ili 4260,75 kn**. Cijena prekrcaja 20-stopnog kontejnera s barže na željeznički vagon iznosi **100 € ili 741 kn**.<sup>50</sup>

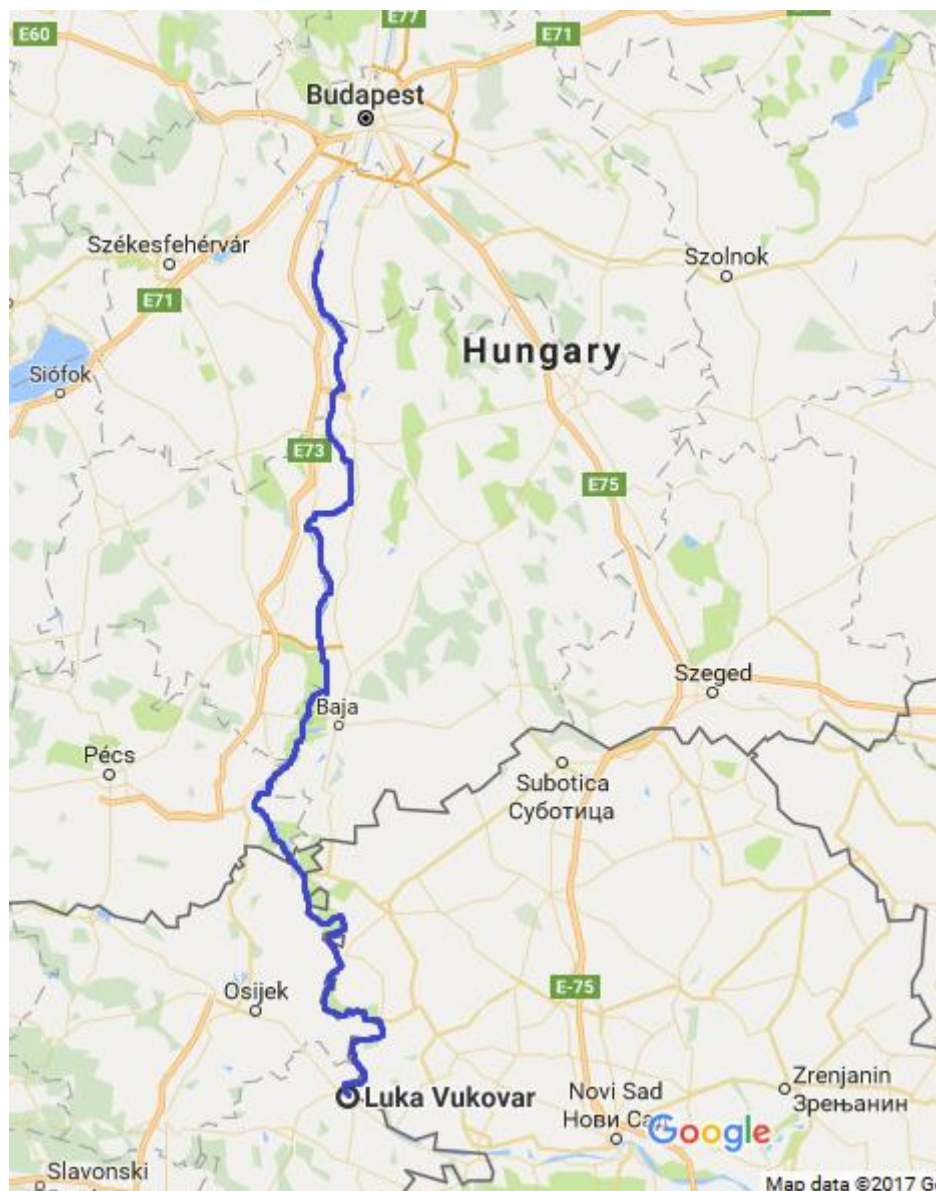
---

<sup>48</sup>URL: [http://www.fpz.unizg.hr/njolic/pred/pdf/osnove\\_tehnologije\\_prometa.pdf](http://www.fpz.unizg.hr/njolic/pred/pdf/osnove_tehnologije_prometa.pdf) (kolovoz 2017.)

<sup>49</sup>URL: <https://hrcak.srce.hr/file/80113> (kolovoz 2017.)

<sup>50</sup> Podatak dobiven iz razgovora sa djelatnikom Luke Vukovar





**Slika 22 Unutarnji plovni put rijekom Dunav od Szazhalombatte do Luke Vukovar**

Izvor: <https://www.google.at/maps> (kolovoz 2017.)

Nakon što se kontejner prekrcao na željeznički vagon slijedi putovanje preko Zagreba do Siska, odnosno RNS. Prema tonskoj tarifi<sup>51</sup> za udaljenost 325 km<sup>52</sup> od željezničkog kolodvora Vukovar do kolodvora Sisak Caprag iznosi 123 kn po toni za 25-tonski stavak.

Izračun prijevoznine:

- $m = 25\,000\text{ kg}$
- relacija: Luka Vukovar – Sisak Caprag

25 t stavak:

<sup>51</sup> URL: <http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/156.pdf> (kolovoz 2017.)

<sup>52</sup> URL: [http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/HRT-154\\_11.12.11.pdf](http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/HRT-154_11.12.11.pdf) (kolovoz 2017.)

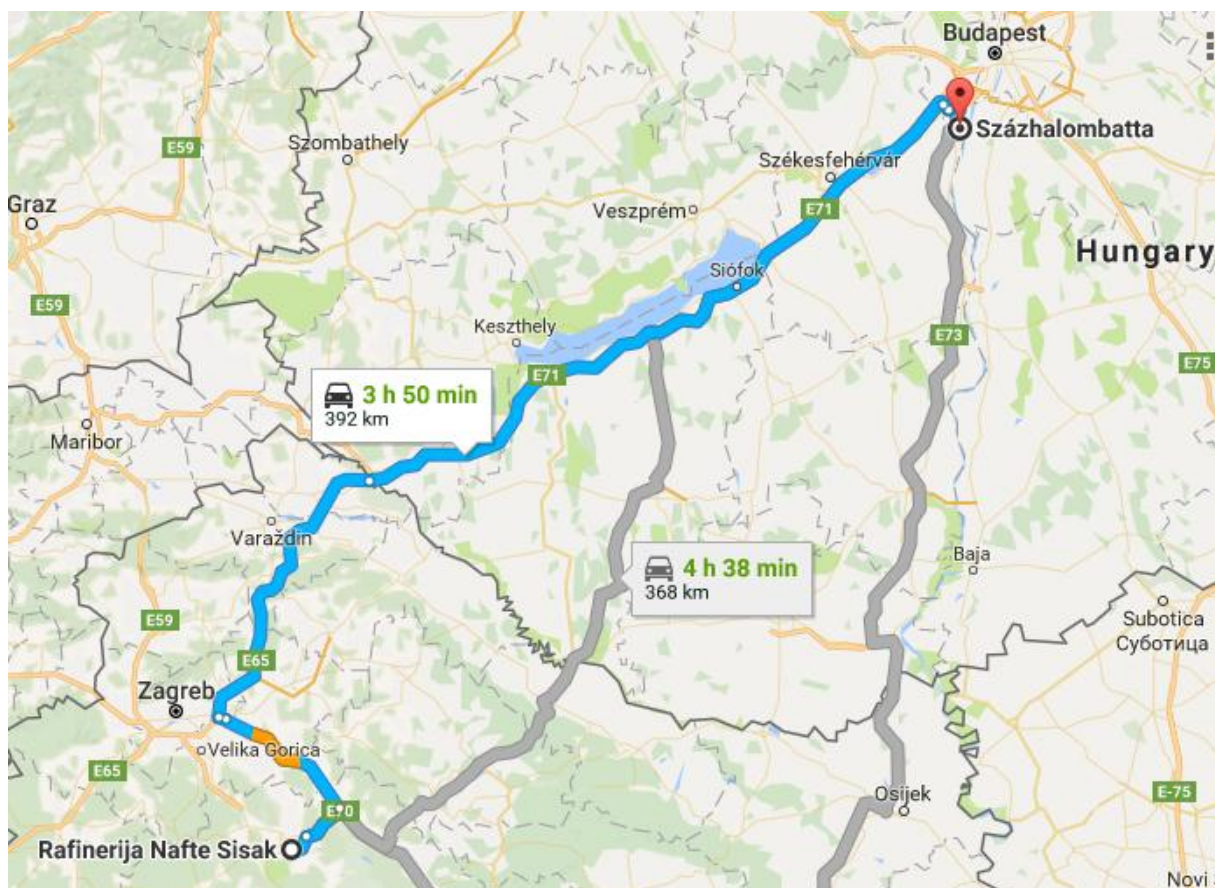
$$H\dot{Z}: 123 \frac{kn}{t} \times 25 t = 3075 kn$$

$$\text{Ukupna cijena: } 4260,74 kn + 741 kn + 3075 kn = 8076,74 kn$$

Ukupna cijena prijevoza 20-stopnog tank-kontejnera koristeći promet unutarnjim plovnicama Dunavom iz Szazhalombatta do Luke Vukovar gdje bi se kontejner prekrcao te zatim prijevoz željezničkim vagonom do RNS iznosi **8076,74 kn**.

#### 4.2.4. Budimpešta – Sisak

Posljednji prijedlog nije intermodalni transport nego unimodalni koristeći samo cestovni transport kao način prijevoza aditiva. Također bi se aditivi prevozili u 20-stopnom tank-kontejneru koji je ukrcan u tegljač kao i u prijašnjim prijedlozima. Najkraća cestovna udaljenost između rafinerije u Szazhalombatti i RNS iznosi 392 km što je prikazano na slici 24. Vrijeme putovanja za tu udaljenost iznosi oko **4 h**.



**Slika 23 Cestovna ruta Szazhalombatta – RNS**

Izvor:

<https://www.google.hr/maps/dir/Rafinerija+Nafta+Sisak,+Sisak/Sz%C3%A1zhalombatta,+2440+Hungary/@46.3041108,16.2742063,7.75z/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x4766ee4171d233cd:0x211590276306f983!2m2!1d16.4088172!2d45.4536273!1m5!1m1!1s0x4741e4a54b6676e3:0x400c4290c1e1e00!2m2!1d18.9096709!2d47.3083325?hl=en> (kolovoz 2017.)

$$\text{Cijena cestovnog prijevoza: } 1 \frac{\text{€}}{\text{km}} \times 392 km = 392 \text{ €} = 2904,72 kn$$

S obzirom da nema prekrcaja tijekom putovanja, nego samo ukrcaja u otpremnom te iskrcaja u dopremnom terminalu cijena ovog transporta iznosi 392 € ili **2904, 72 kn**.

## 5. Komparativna analiza

Analizirajući postojeći način prijevoza aditiva na relaciji Budimpešta – Sisak, odnosno rafinerije u Szazhalombatti do rafinerije u Sisku te mogućih načina prijevoza aditiva dobiveni rezultati se mjere prema sljedećim čimbenicima:

- cijena prijevoza – poslodavcu i kupcu najbitniji čimbenik u transportu tereta,
- vrijeme putovanja – važnost ovog čimbenika je jednaka potrebi tereta određenoj tvrtki ili privatnoj osobi.

U tablici 2 u kojoj su analizirani i uspoređeni postojeći i mogući načini prijevoza prikazani su prijedlozi te koji bi se transport koristio, vrijeme putovanja i cijena prijevoza. Za bolje razumijevanje tablice potrebni su sljedeći podaci:

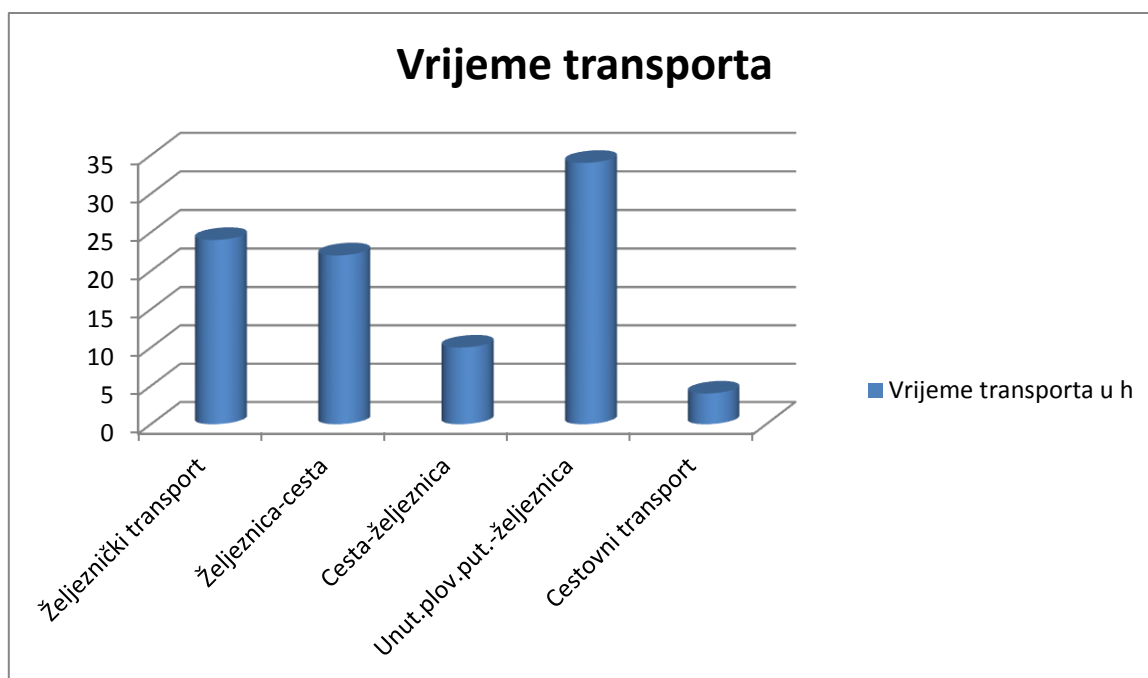
- **postojeći način** – prijevoz željeznicom od Szazhalombatte do kolodvora Sisak Caprag,
- **prijedlog 1** – prijevoz željeznicom od Szazhalombatte do Zagreba, prekrcaj kontejnera u KT Vrapče na tegljač te prijevoz do RNS,
- **prijedlog 2** – prijevoz cestom od Szazhalombatte do Zagreba, prekrcaj kontejnera u KT Vrapče na željeznički vagon te prijevoz do kolodvora Sisak Caprag,
- **prijedlog 3** – prijevoz unutarnjim plovnim putovima od Szazhalombatte do Vukovar, prekrcaj kontejnera u luci Vukovar s barže na željeznički vagon te prijevoz do kolodvora Sisak Caprag preko Zagreb Ranžirni kolodvor,
- **prijedlog 4** – prijevoz cestom od Szazhalombatte do RNS.

**Tablica 2 Komparativna analiza prijevoza aditiva Budimpešta - Sisak**

|                            | <b>Postojeći način</b> | <b>Prijedlog 1</b> | <b>Prijedlog 2</b> | <b>Prijedlog 3</b>             | <b>Prijedlog 4</b> |
|----------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| Transportni mod            | Željeznica             | Željeznica - cesta | Cesta – željeznica | Unut. plovni put. - željeznica | Cesta              |
| Vrijeme putovanja u satima | 24 h                   | 22 h               | 10 h               | 34 h                           | <b>4 h</b>         |
| Cijena prijevoza u kunama  | <b>1907, 85 kn</b>     | 2291, 17 kn        | 3758, 14 kn        | 8076, 74 kn                    | 2904, 72 kn        |

Izvor: izradio i prilagodio autor (kolovoz 2017.)

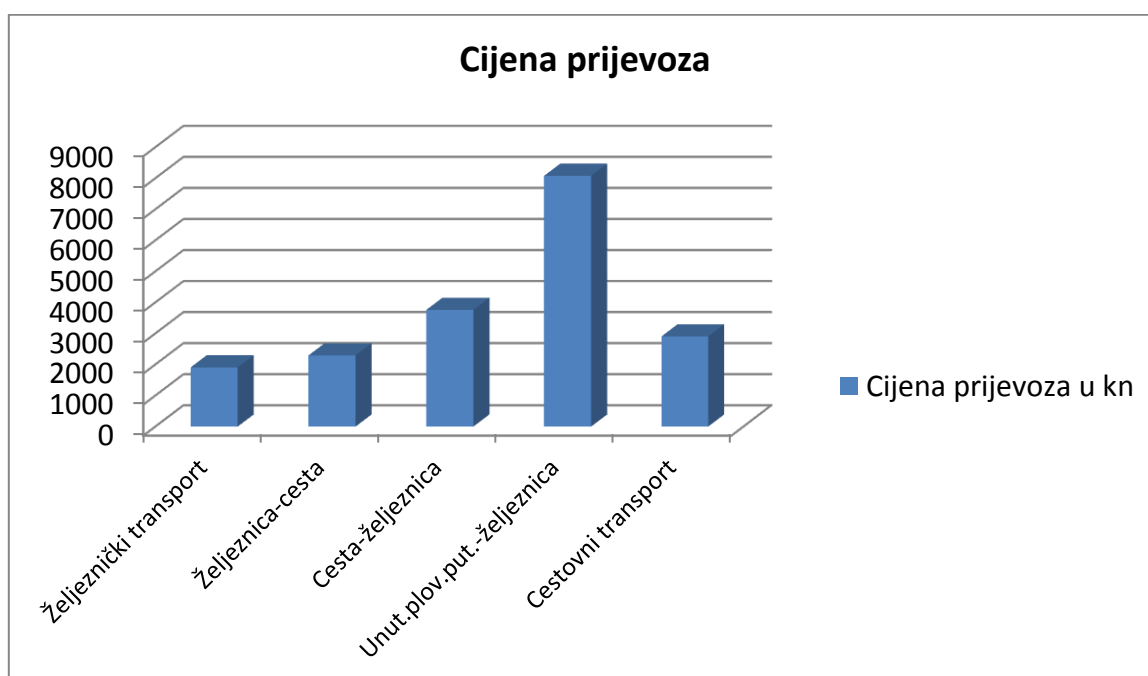




**Grafikon 1 Usporedba potrebnog vremena transporta**

Izvor: izradio i prilagodio autor (kolovoz 2017.)

Prema grafikonu 1 se može zaključiti da je prijedlogu 4, odnosno unimodalnom cestovnom transportu potrebno najmanje vremena za transport, svega 4 h što je naspram drugih prijedloga i postojećeg načina znatna ušteda vremena.



**Grafikon 2 Analiza cijene prijevoza**

Izvor: izradio i prilagodio autor (kolovoz 2017.)

Također se iz grafikona 2 vidi da je trenutni način prijevoz aditiva najjeftiniji, stoga se naftna kompanija INA d.o.o. vjerojatno i odlučila za takav način transporta. Prijedlog 3, prijevoz unutarnjim plovnim putovima od Szazhalombatte do Vukovar, prekrcaj kontejnera u luci Vukovar s barže na željeznički vagon te prijevoz do kolodvora Sisak Caprag preko Zagreb Ranžirnog kolodvora, nikako se ne isplati. Jedan od razloga koji produžuje vrijeme putovanje te povećava cijenu prijevoza je taj da prijevozni put kruži i ide od Siska, a ne kao ostali prijedlozi koji su kraće povezani cestovnom i željezničkom infrastrukturom. Taj prijedlog je analiziran zbog korištenja unutarnjih plovnih putova, međutim zbog loše povezanosti unutarnjih plovnih putova između Szazhalombatte i Siska vrijeme putovanja je produženo što utječe i na veću cijenu prijevoza.

## 6. Zaključak

U ovom radu je prikazana komparativna analiza postojećeg i mogućih načina prijevoza aditiva od Budimpešte do Siska, točnije od rafinerije u Szazhalombatti do rafinerije nafte Sisak. Postojeći način prijevoza aditiva je najjeftiniji način te se naftna kompanija INA vjerojatno i odlučila za taj način transporta. Najmanje vremena za transport potrebno je unimodalnom cestovnom transportu aditiva, 4 sata, te bi se kompanija mogla odlučiti za taj način transporta jedino u slučaju hitne isporuke, odnosno dopreme do Siska s obzirom na to da je 20 sati manje potrebno nego postojećem načinu prijevoza. Analizirajući cijenu prijevoza i vrijeme transporta navedenih prijedloga uvođenje intermodalnog načina transporta na ovoj relaciji ni u kojem pogledu nije isplativo. Jedini prijedlog, odnosno način transporta koji bi mogao konkurirati postojećem načinu prijevoza je prvi prijedlog. To je prijevoz željeznicom od Szazhalombatte do KT Vrapče gdje bi se vršio prekrcaj na tegljač koji bi zatim dopremio kontejner do RNS. Potrebno mu je 2 h manje nego postojećem načinu, odnosno 22 h, ali je i skuplji 383, 32 kn. Također takav način intermodalnog transporta zagađuje okoliš više nego postojeći način zbog korištenja cestovnog transporta stoga gledano s financijskog i ekološkog pogleda, ovaj način intermodalnog transporta nije potrebno uvoditi kao način prijevoza aditiva na relaciji Budimpešta – Sisak. Cestovni transport je isplativiji na kratke udaljenosti, tj. lokalne dostave, dok je na veće udaljenosti kao u ovom primjeru bolje primjenjivati željeznički transport. Intermodalni transport je najisplativiji pri transportu teškog tereta na većim udaljenostima, većim od 500 km.

# Literatura

## Knjige

1. Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2012.
2. Zečević S.: Robni terminali i robno-transportni centri, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, 2006.
3. Ivanković, Č., Stanković, R., Šafran M.: Špedicija i logistički procesi, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, 2010.
4. Božičević, D., Kovačević, D.: Suvremene transportne tehnologije, FPZ, Zagreb, 2002.

## Web izvori

1. URL: <https://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch3en/conc3en/ch3c6en.html> (srpanj 2017.)
2. URL: <https://www.containercenter.hu/index.php/en/introduction/about-us> (srpanj 2017.)
3. URL: <https://molgroup.info/en/our-business/downstream/refinining/danube> (srpanj 2017.)
4. URL: <https://molgroup.info/en/our-business/downstream/refinining/sisak> (srpanj 2017.)
5. URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/vjezbe\\_\(6\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/vjezbe_(6).pdf) (srpanj 2017.)
6. URL: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4310> (srpanj 2017.)
7. URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/predavanje\\_3\\_\(3\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/predavanje_3_(3).pdf) (kolovoz 2017.)
8. URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni\\_i\\_intermodalni\\_sustavi/Novosti/vjezbe\\_\(4\).pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/I/Integralni_i_intermodalni_sustavi/Novosti/vjezbe_(4).pdf) (srpanj 2017.)
9. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_gasoline\\_additives](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_gasoline_additives) (srpanj 2017.)
10. URL: <https://www.lubrizol.com/Lubricant-and-Fuel-Additives/Fuel-Additives/Applications/Industrial-Fuel> (srpanj 2017.)
11. URL: <http://www.aftonchemical.com/SBU/Fuels/Diesel> (srpanj 2017.)
12. URL: <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=5878> (srpanj 2017.)
13. URL: <https://pierre.fkit.hr/hdki/kui/vol64/broj5-6/335.pdf> (srpanj 2017.)
14. URL: <https://www.zakon.hr/z/246/Zakon-o-prijevozu-opasnih-tvari> (srpanj 2017.)
15. URL: <http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=49> (kolovoz 2017.)
16. URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost\\_u\\_vodnom\\_prometu\\_II/Materijali/Nastavni\\_materijali\\_2.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Sigurnost_u_vodnom_prometu_II/Materijali/Nastavni_materijali_2.pdf) (kolovoz 2017.)

17. URL: [http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/153%20-%20Popis%20kolodvora%20i%20pruga%20\(HRT%20153\)\(stanje%20od%2011%2012%202016%20\).pdf](http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/153%20-%20Popis%20kolodvora%20i%20pruga%20(HRT%20153)(stanje%20od%2011%2012%202016%20).pdf) (srpanj 2017.)
18. URL: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Spedicija\\_\(3\)/Materijali/Tarife.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Spedicija_(3)/Materijali/Tarife.pdf) (kolovoz 2017.)
19. URL: <https://www.hnb.hr/temeljne-funkcije/monetarna-politika/tečajna-lista/tečajna-lista> (kolovoz 2017.)
20. URL: [http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/HRT-154\\_11.12.11.pdf](http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/HRT-154_11.12.11.pdf) (kolovoz 2017.)
21. URL: [http://www.fpz.unizg.hr/njolic/pred/pdf/osnove\\_tehnologije\\_prometa.pdf](http://www.fpz.unizg.hr/njolic/pred/pdf/osnove_tehnologije_prometa.pdf) (kolovoz 2017.)
22. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/80113> (kolovoz 2017.)
23. URL: <http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/tarife/156.pdf> (kolovoz 2017.)
24. URL: <http://www.tankcon.com/TR/26000-liters-IMO-1-tank-container-TCSU-100303-4> (kolovoz 2017.)
25. URL: <http://www.bestbuycontainer.com/index.php/containers/standard/131-20-foot-standard> (srpanj 2017.)
26. URL: <https://easternwrecker.com/product/2008-peterbilt-335-with-three-removable-bodies/> (srpanj 2017.)
27. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Semi-trailer#/media/File:K%C3%BChneNagelAuflieger.jpg> (srpanj 2017.)
28. URL: [https://www.google.hr/search?q=zapaljive+teku%C4%87ine&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC66vB0-jVAhXD6xQKHUsDBAgQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=604#imgrc=d8FnQhNcDDUO6M:](https://www.google.hr/search?q=zapaljive+teku%C4%87ine&espv=2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC66vB0-jVAhXD6xQKHUsDBAgQ_AUICigB&biw=1366&bih=604#imgrc=d8FnQhNcDDUO6M:) (srpanj 2017.)
29. URL: <http://www.hzcargo.hr/UserDocsImages/Dokumenti/zas-z.pdf> (kolovoz 2017.)
30. URL: [https://www.cargobull.com/hr/Poluprikolice\\_25\\_598.html](https://www.cargobull.com/hr/Poluprikolice_25_598.html) (kolovoz 2017.)
31. URL: <https://www.google.at/maps> (kolovoz 2017.)

## Popis slika

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1 Luka Vukovar .....                                                                  | 7  |
| Slika 2 Kontejnerski terminal Vrapče .....                                                  | 9  |
| Slika 3 Kontejnerski terminal Mahart .....                                                  | 10 |
| Slika 4 Rafinerija nafte u Szazhalombatti .....                                             | 11 |
| Slika 5 Rafinerija nafte u Sisku.....                                                       | 13 |
| Slika 6 Standardni 20-stopni kontejner .....                                                | 15 |
| Slika 7 Izmjenjivi transportni sanduk.....                                                  | 16 |
| Slika 8 Sedlasta poluprikolica .....                                                        | 18 |
| Slika 9 Primjer ploče klase 3 zapaljiva tekućina.....                                       | 21 |
| Slika 10 Specifikacije vagona serije Zas-z.....                                             | 24 |
| Slika 11 Željeznička ruta od Szazhalombatte do Gyekenyesa .....                             | 25 |
| Slika 12 Željezničke ruta od graničnog prijelaza Botovo do želj. stanice Sisak Caprag ..... | 26 |
| Slika 13 Tonska tarifa MAV .....                                                            | 27 |
| Slika 14 Udaljenost Szazhalombatta – Gyekenyes .....                                        | 27 |
| Slika 15 Udaljenost Koprivnica gr. – Sisak Caprag .....                                     | 28 |
| Slika 16 Tonska tarifa HŽ .....                                                             | 28 |
| Slika 17 20-stopni tank kontejner, IMO-1 .....                                              | 30 |
| Slika 18 Vagon serije Lgnss-z.....                                                          | 31 |
| Slika 19 Poluprikolica Trailor .....                                                        | 32 |
| Slika 20 Cestovna ruta KT Vrapče – RNS .....                                                | 33 |
| Slika 21 Cestovna ruta Szazhalombatta – KT Vrapče .....                                     | 34 |
| Slika 22 Unutarnji plovni put rijekom Dunav od Szazhalombatte do Luke Vukovar .....         | 36 |
| Slika 23 Cestovna ruta Szazhalombatta – RNS .....                                           | 37 |

## Popis tablica

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablica 1 Vanjske dimenzije kontejnera u ovisnosti o nosivosti .....     | 15 |
| Tablica 2 Komparativna analiza prijevoza aditiva Budimpešta - Sisak..... | 39 |

## Popis grafikona

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Grafikon 1 Usporedba potrebnog vremena transporta ..... | 40 |
| Grafikon 2 Analiza cijene prijevoza.....                | 40 |



## Popis kratica

ADN (eng. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by inland Waterways) – Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari unutarnjim plovnim putovima.

ADR (eng. European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) – Europski sporazum o prijevozu opasnih tvari cestom.

CEE (eng. Central and Eastern Europe) – regija Središnje i Istočne Europe.

COTIF (eng. Convention Concerning International Carriage by Rail) – Konvencija o međunarodnim prijevozima željeznicama (1980.), sadrži dva dodatka: Dodatak A – CIV i dodatak B – CIM.

ECMT (engl. European Conference of Ministers of Transport) – Europska konferencija ministara transporta.

FEU (eng. Forty-foot Equivalent Unit) – 40-stopni kontejner.

HŽ – hrvatske željeznice.

INA – hrvatska naftna kompanija.

ITU (eng. Intermodal Transport Unit) – intermodalna transportna jedinica.

KT – kontejnerski terminal.

MÁV (mađ. Magyar Államvasutak) – mađarske željeznice.

MOL (mađ. Magyar Olaj) – mađarska naftna kompanija.

RID (franc. Reglement International concernant le transport des marchandises Dangereuses par chemins de fer) – pravilnik o međunarodnom željezničkom prijevozu opasnih tvari.

RNS – rafinerija nafte Sisak.

TEU (eng. Twenty-foot Equivalent Unit) – 20-stopni kontejner.

TMJ - teretno manipulativna jedinica.



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 pokazuju 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 UVOĐENJA INTERMODALNOG PRIJEVOZA ADITIVA NA**  
**LINIJI BUDIMPEŠTA (MAĐARSKA) - SISAK (RH)**

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

U Zagrebu, 4.9.2017.

Student/ica:

Carlo Jolčić

(potpis)