

# Utjecaj eksternih troškova na formiranje i konsolidaciju robnih tokova u sjevernojadranskom području

---

Vukić, Luka

Doctoral thesis / Disertacija

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:646618>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-25**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**Luka Vukić**

**UTJECAJ EKSTERNIH TROŠKOVA NA  
FORMIRANJE I KONSOLIDACIJU  
ROBNIH TOKOVA U SJEVERNO-  
JADRANSKOM PODRUČJU**

**DOKTORSKA DISERTACIJA**

Rijeka, 2019.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**Luka Vukić**

**UTJECAJ EKSTERNIH TROŠKOVA NA  
FORMIRANJE I KONSOLIDACIJU  
ROBNIH TOKOVA U SJEVERNO-  
JADRANSKOM PODRUČJU**

**DOKTORSKA DISERTACIJA**

Mentor: prof. dr. sc. Tanja Poletan Jugović

Komentor: izv. prof. dr. sc. Merica Slišković

Rijeka, 2019.

**UNIVERSITY OF RIJEKA**  
**FACULTY OF MARITIME STUDIES**

**Luka Vukić**

**IMPACT OF EXTERNAL COSTS ON  
FREIGHT FLOWS FORMATION AND  
CONSOLIDATION IN THE NORTHERN  
ADRIATIC REGION**

**DOCTORAL DISSERTATION**

Mentor: Full prof. Tanja Poletan Jugović

Co-mentor: Assoc. prof. Merica Slišković

Rijeka, 2019

Mentor doktorske disertacije: prof. dr. sc. Tanja Poletan Jugović

Komentor: izv. prof. dr. Merica Slišković

Doktorska disertacija obranjena je dana \_\_\_\_\_ na

Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci pred povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

5. \_\_\_\_\_

## ZAHVALA

Ova doktorska disertacija predstavlja završni ispit poslijediplomskog studija na Pomorskom fakultetu u Rijeci. Zahvaljujem svim svojim nastavnicima te suradnicima u nastavi i organizaciji studija koji su mi dobronamjernim savjetima i susretljivim odnosom olakšali stjecanje potrebnih znanja i pisanje ovog rada.

Posebno zahvaljujem mentorici, prof. dr. sc. Tanji Poletan Jugović, koja me vodila, pratila i poticala kroz cijelo vrijeme studija i uvijek bila putokaz u mojim sumnjama i dilemama.

Zahvaljujem mojoj komentorici, izv. prof. dr. sc. Merici Slišković, na strpljenju i toleranciji koje je svakodnevno iskazivala prema meni i mom radu.

Zahvaljujem dekanu Pomorskog fakulteta u Rijeci, izv. prof. dr. sc. Alenu Jugoviću, koji me od početka podržavao u ideji istraživanja i aktualnoj tematici eksternih troškova.

Zahvaljujem prethodnom i sadašnjem dekanu Pomorskog fakulteta u Splitu, prof. dr. sc. Nikoli Račiću i izv. prof. dr. sc. Peri Vidanu, na bezrezervnoj podršci kako na radnom mjestu tako i na poslijediplomskom studiju.

Zahvaljujem i izv. prof. dr. sc. Frani Mitroviću na očinskoj brizi u životu i radu.

## SAŽETAK

Problem istraživanja u ovoj disertaciji je analiza utjecaja internalizacije eksternih troškova, odnosno primjene načela aktualne prometne politike Ujedinjenih naroda i Europske unije, na promjene dinamike, intenziteta, strukture i smjerova robnih tokova na prometnim pravcima u sjevernojadranskom području. Analiza potencijalnih promjena u konsolidaciji robnih tokova provedena je u aktualnim uvjetima prometnog okruženja uzimajući u obzir sjevernojadranske i konkurentne prometne pravce te zajedničko interesno tržište. Istraživanje je provedeno na primjeru intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza na prometnim pravcima od Dalekog istoka prema odabranim srednjoeuropskim destinacijama kao interesnom tržištu sjevernojadranskih luka. U istraživanju su korištene statističke metode, metoda analize omeđivanja podataka – AOMP (*Data Envelopment Analysis – DEA*) te brojni programski alati (*EcoTransIT, Frontier Analyst* itd.). U odnosu na ovako postavljen model, sjevernojadranski prometni pravac prema srednjoeuropskim destinacijama je konkurentniji u odnosu na alternativne, mediteranske i sjevernoeuropske pravce. Odlučnost u provođenju politike održivog razvitka prometa i spremnost sjevernojadranskih luka da pruže barem jednako kvalitetnu prometnu uslugu u odnosu na konkurentne luke preduvjeti su potencijalnog preusmjerenja robnih tokova prema sjevernojadranskom području. Rezultati istraživanja potvrđuju socioekološke kriterije kao relevantne čimbenike formiranja robnih tokova, održivosti i konkurentnosti prometnog pravca, a AOMP kao vjerodostojnu metodu ispitivanja efikasnosti održivog prijevoza. U aplikativnom smislu, doprinos ovoga istraživanja ogleda se u konkretnom modelu predviđanja intenziteta, strukture, dinamike i pravaca robnih tokova koji će se, uvažavanjem eksternih troškova kao čimbenika održivosti, potencijalno konsolidirati na drugačiji način. U uvjetima opće stope rasta pomorskog prometa od 3,2 % do 2022. godine, rezultati istraživanja predviđaju dinamiku rasta robnih tokova u sjevernojadranskim lukama do 25 %, a u sjevernoeuropskim lukama istodobno pad intenziteta robnih tokova za 4-5 % u odnosu na referentnu 2017. godinu.

**Ključne riječi:** *eksterni troškovi, održivi razvitak, promet, robni tokovi, sjevernojadransko područje*

## ABSTRACT

The research problem in this dissertation is an analysis of the impact of internalization of external costs, i.e., the application of the current United Nations and European Union traffic policy, to changes of dynamics, intensity, structure, and directions of freight flows in Northern Adriatic region. Analysis of potential changes in the consolidation of freight flows is carried out under current conditions of the traffic surroundings taking into account the Northern Adriatic and competitive traffic directions as well as the common interest market. The research was carried out on the example of intermodal, maritime-rail transport on the traffic routes from the Far East towards the selected Central European destinations, as the markets of interest for Northern Adriatic ports. The study used statistical methods, the method of Data Envelopment Analysis (DEA) and numerous software tools (EcoTransIT, Frontier Analyst, etc). In this model set up, the North Adriatic transport route towards Central European destinations is more competitive than the alternative, Mediterranean and Northern European directions. Decisiveness in the implementation of the policy of sustainable traffic development and preparedness of North Adriatic ports to provide at least the same quality of service as compared to competitive harbors are preconditions for the potential redirection of freight flows towards the Northern Adriatic region. The results of research confirm the socio-ecological criteria as relevant factors for the formation of freight flows, the sustainability, and competitiveness of the traffic routes, and DEA as a credible method of testing the efficiency of sustainable transport. In the applicative sense, the contribution of this research reflects a present model of predicting the intensity, structure, dynamics, and directions of freight flows, which, by taking into account external costs as a factor of sustainability, will potentially be consolidated otherwise. With the overall growth rate of maritime traffic by 3.2% to 2022, the results predict the dynamics of freight flows growth in Northern Adriatic ports up to 25%, whereas in the Northern European ports the intensity of the freight flows would decrease by 4-5% compared to the referent year 2017.

**Keywords:** *external cost, freight flows, Northern Adriatic region, sustainable development, traffic*



# SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| <b>1. UVOD</b> .....   | 1  |
| 1.1. Problem, predmet i objekti istraživanja.....  | 1  |
| 1.2. Znanstvena hipoteza .....   | 3  |
| 1.3. Svrha i cilj istraživanja.....  | 4  |
| 1.4. Pregled dosadašnjih istraživanja.....   | 5  |
| 1.5. Znanstvene metode.....  | 9  |
| 1.6. Obrazloženje strukture rada.....  | 10 |
| 1.7. Očekivan znanstveni doprinos i primjena rezultata istraživanja.....                                 | 12 |
| <br>   |    |
| <b>2. RELEVANTNI INDIKATORI I ČIMBENICI FORMIRANJA ROBNIH TOKOVA U SJEVERNOJADRANSKOM PODRUČJU</b> ..... | 16 |
| 2.1. Relevantni indikatori formiranja robnih tokova.....   | 16 |
| 2.2. Geoprometni čimbenici formiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području.....                   | 19 |
| 2.2.1. Geoprometna obilježja sjevernojadranskih luka.....  | 19 |
| 2.2.2. Geoprometne značajke kopnenih koridora.....   | 21 |
| 2.2.3. Pročelje sjevernojadranskih luka.....   | 22 |
| 2.3. Društveno-gospodarski čimbenici formiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području.....         | 24 |
| 2.3.1. Intenzitet i struktura svjetskih pomorskih robnih tokova.....                                     | 24 |
| 2.3.2. Vrijednost i snaga interesnog tržišta sjevernojadranskih luka .....                               | 29 |
| 2.4. Stanje robnih tokova u sjevernojadranskom području i širem prometnom okruženju.....                 | 30 |
| <br>   |    |
| <b>3. ODRŽIVI RAZVITAK I EKSTERNI TROŠKOVI U FUNKCIJI FORMIRANJA I PLANIRANJA ROBNIH TOKOVA</b> .....    | 33 |
| 3.1. Pojam i principi održivog razvitka prometa.....   | 33 |
| 3.2. Obvezujući dokumenti i smjernice održivog razvitka prometa.....                                     | 34 |
| 3.3. Zelena logistika kao imperativ održivog razvitka prometa.....                                       | 37 |
| 3.4. Eksterni troškovi kao indikator održivosti i konkurentnosti prometnog pravca                        | 38 |
| 3.4.1. Eksterni troškovi kao indikator valorizacije prometnog pravca.....                                | 40 |
| 3.4.2. Eksterni troškovi kao čimbenici izbora vrste prijevoza.....                                       | 41 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.5. Internalizacija eksternih troškova kao smjernica održivog razvitka prometa...   | 43        |
| 3.5.1. Granice doseg a internalizacije eksternih troškova.....   | 44        |
| 3.5.2. Socijalni troškovi emisija kao elementi internalizacije eksternih troškova  | 45        |
| <b>4. GEOPROMETNA ANALIZA RELEVANTNIH INDIKATORA ROBNIH TOKOVA U SJEVERNOJADRANSKOM PODRUČJU.....</b>                              | <b>48</b> |
| 4.1. Analiza robnih tokova u sjevernojadranskim lukama.....  | 48        |
| 4.1.1. Intenzitet, struktura i dinamika robnih tokova.....   | 48        |
| 4.1.2. Gravitacijsko područje i interesno tržište sjevernojadranskih luka.....   | 53        |
| 4.1.3. Konkurentno okruženje sjevernojadranskih luka.....  | 59        |
| 4.2. Analiza robnih tokova kopnenim pravcima u sjevernojadranskom području...  | 63        |
| 4.3. Analiza pročelja sjevernojadranskih luka.....   | 66        |
| 4.3.1. Intenzitet, pravci i frekventnost pomorskih linija.....   | 66        |
| 4.3.2. Analiza pomorskih linija u širem prometnom okruženju.....   | 67        |
| 4.4. Komparativna analiza robnih tokova sjevernojadranskih i sjevernoeuropskih luka.....   | 68        |
| 4.5. Pitanje održivosti razvitka prometnog sustava i robnih tokova u sjevernojadranskom području.....                              | 71        |
| <b>5. MODEL VREDNOVANJA EKSTERNIH TROŠKOVA U FUNKCIJI FORMIRANJA I PLANIRANJA ROBNIH TOKOVA U SJEVERNOJADRANSKOM PODRUČJU.....</b> | <b>73</b> |
| 5.1. Metodologija istraživanja.....  | 73        |
| 5.2. Ulazne vrijednosti izračuna eksternih troškova .....  | 76        |
| 5.3. Neizvjesnosti u postavljenom modelu i izračunu eksternih troškova .....   | 77        |
| 5.4. Definirani uvjeti i granice istraživanja.....   | 79        |
| 5.5. Ciljani prometni pravci i prometno okruženje.....   | 80        |
| 5.6. Izračun troškova prijevoza i eksternih troškova na ciljanim prometnim pravcima  | 82        |
| 5.6.1. Troškovi prijevoza.....   | 83        |
| 5.6.2. Eksterni troškovi.....  | 84        |
| 5.6.3. Simulacije troškova.....  | 88        |
| 5.7. Izračun značajnosti razlika i ponašanja troškova na prometnim pravcima.....   | 89        |
| 5.8. Analiza omeđivanja podataka u funkciji definiranja optimalnog prometnog pravca.....   | 91        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>6. EFEKTI MODELA VREDNOVANJA EKSTERNIH TROŠKOVA NA KONSOLIDACIJU ROBNIH TOKOVA U SJEVERNOJADRANSKOM PODRUČJU.....</b>        | <b>97</b>  |
| 6.1. Prikaz i analiza ulaznih podataka.....   | 97         |
| 6.2. Prikaz i analiza rezultata istraživanja.....   | 123        |
| 6.2.1. Rezultati statističkih metoda.....   | 123        |
| 6.2.2. Ekonomska analiza.....   | 132        |
| 6.2.3. Simulacija troškova povećanjem jedinične cijene CO <sub>2</sub> .....  | 146        |
| 6.2.4. Simulacija troškova pomorsko-cestovnog prijevoza na ciljanim prometnim pravcima.....                                     | 148        |
| 6.2.5. Analiza simulacija troškova na prometnim pravcima prema Budimpešti...  | 154        |
| 6.3. Komparativna analiza varijantnih rješenja s internaliziranim eksternim troškovima i bez njih.....                          | 160        |
| 6.3.1. Jedinične cijene CO <sub>2</sub> i ostalih emisijskih onečišćivača.....  | 167        |
| 6.3.2. (Ne)selektivna primjena internalizacije eksternih troškova.....  | 169        |
| 6.3.3. Slobodno tržište, propisi i mjere ograničenja.....   | 172        |
| 6.4. Analiza efekata internalizacije eksternih troškova na robne tokove u sjevernojadranskom području.....                      | 176        |
| 6.4.1. Efekti internalizacije eksternih troškova na intenzitet i strukturu robnih tokova u sjevernojadranskim lukama.....       | 179        |
| 6.4.2. Efekti internalizacije eksternih troškova na intenzitet, strukturu i usmjerenost robnih tokova kopnenim koridorima ..... | 184        |
| 6.4.3. Utjecaj eksternih troškova na konsolidaciju pomorskih linija prema sjevernojadranskim lukama.....                        | 187        |
| 6.5. Primjena rezultata istraživanja.....   | 188        |
| <b>7. ZAKLJUČAK.....</b>  | <b>190</b> |
| LITERATURA.....   | 199        |
| POPIS TABLICA.....  | 212        |
| POPIS GRAFIKONA.....  | 216        |
| POPIS SLIKA.....  | 218        |
| POPIS ZEMLJOVIDA.....   | 219        |
| POPIS KRATICA I SIMBOLA.....  | 220        |

*Mother Earth is a source of life, not a resource*

*~ Chief Arvol Looking Horse ~*

# 1. UVOD

Onečišćenje okoliša je globalni problem današnjice, a prometni sektor u njemu značajno sudjeluje. Ekološke vrijednosti postale su dio svakodnevice uvjetujući određeni način ponašanja u životu i radu. Te su promjene u prometnom sektoru već uočljive u vidu obveze godišnjeg ekološkog testiranja vozila, poboljšanja emisijskih karakteristika goriva, zabrane ulaska vozila u središta velikih gradova, zabrane korištenja dizelskih pogonskih strojeva u osobnim automobilima itd. Novi propisi utječu poglavito na građane koji sudjeluju u prometu, ali sve više i na poslovanje u sektoru prijevoza. Striktnom primjenom novih propisa očekuju se značajne promjene na tržištu prometnih usluga budući da ekološki moment postaje aktualan čimbenik poslovne kompeticije. U takvim uvjetima poslovanja, može se prejudicirati obvezatna potreba optimiziranja robnih tokova što bi rezultiralo novim zakonitostima i stanjem u formiranju i konsolidaciji robnih tokova.

## 1.1. Problem, predmet i objekti istraživanja

Usporedo s intenzitetom robnih tokova koji se formiraju prema zapadnoeuropskim i sjevernoeuropskim lukama te pripadajućim prometnim pravcima, sjevernojadransko je područje u prometnom smislu inferiorno unatoč prednostima, uvjetno rečeno, kraćeg puta i nižih troškova kada je u pitanju srednjoeuropsko interesno tržište (Vilke, 2005; Jurjević i sur., 2016). Takvo stanje impliciraju brojni geoprometni i društveno-gospodarski utjecajni čimbenici. Priliku za afirmaciju sjevernojadranskih prometnih pravaca moguće je tražiti u zasićenosti konkurentnih prometnih pravaca, ali i u potrebi promišljanja o održivom prometnom razvitku kao socioekonomskom čimbeniku koji će u kontekstu obvezujuće europske i globalne politike bitno uvjetovati tržište robnih tokova.

Iako promet značajno doprinosi gospodarskom razvoju te omogućuje funkcioniranje globalnog tržišta, ima i svoje neželjene posljedice. Manifestiraju se u vidu šteta koje se mogu novčano izraziti odnosno mjeriti kroz eksterne troškove nastale zbog zagušenja u prometu i kašnjenja, troškove liječenja onih koji su oboljeli zbog onečišćenja zraka, troškove žrtava u prometnim nezgodama, gubitka i oštećenja tereta, troškove posljedica klimatskih promjena itd. Navedene troškove ne podmiruju sudionici u transportnom lancu, već država, odnosno porezni obveznici. Eksterni troškovi predstavljaju razliku između socioekonomskih troškova (svih troškova prometne infrastrukture i troškova štetnih utjecaja prometa) i privatnih

(internih) troškova prijevoznika (svih troškova transportne djelatnosti uključujući i poreze i pristojbe) za koje nije ispostavljen račun (Van Essen i sur., 2011). Slijedom toga, jasno proizlazi zaključak da nije uspostavljen skladan i pošten odnos između transportne djelatnosti i zajednice u cjelini. Iako benefiti često opravdavaju troškove, dugoročno ovakav odnos nije održiv jer globalno ugrožava najveće vrijednosti: zdravlje i život.

Analizom aktualnih dokumenata i strategija koje na svjetskom, regionalnom i nacionalnom nivou naglašavaju nužnost promišljanja o održivim prometnim sustavima, moguće je konstatirati da prometno planiranje i djelovanje neće moći izbjeći socioekološke čimbenike održivog razvitka prometa, a među njima i internalizaciju eksternih troškova. Drugim riječima, procjena konkurentnosti prometnih pravaca i usluga neće biti objektivna i realna bez uvažavanja principa održivog razvitka i eksternih troškova. Politika prometnog sektora dugoročno će stimulirati zeleni, sigurni i čisti transport te će kao takva, stimulativnim i represivnim mjerama, bitno utjecati na prometno tržište te na preusmjeravanje robnih tokova na zelene prometne pravce. U tom smislu eksterni troškovi postat će značajan kompetitivni čimbenik afirmacije prometnog pravca na tržištu, a internalizacija eksternih troškova regularna stimulativna i represivna mjera za realizaciju održive prometne i prijevozne usluge. U takvim je uvjetima moguće očekivati da će prometni pravci s intenzivnim, dinamičnim i zasićenim robnim tokovima postati manje intenzivni na račun nezasićenih prometnih pravaca koji će postati konkurentniji i zastupljeniji na tržištu.

Slijedom toga, determiniran je **znanstveni problem istraživanja** ove disertacije koji glasi: **istraživanje stanja i perspektive robnih tokova u sjevernojadranskom području koje uzima u obzir** relevantne socioekološke čimbenike, **održivi razvitak i eksterne troškove** kao jedan od relevantnih indikatora održivog razvitka, **do sada nije provedeno**. Sukladno potrebi praćenja aktualnih svjetskih, europskih i nacionalnih smjernica i aktivnosti unutar prometne politike i politike održivog razvitka, relevantne indikatore stanja i perspektive robnih tokova u sjevernojadranskom prostoru potrebno je analizirati s aspekta utjecaja i efekata eksternih troškova uvažavajući trenutne konstelacije na tržištu, odnosno **ponudu, potražnju i konkurentno okruženje** budući da se očekuje da će upravo takav pristup u perspektivi biti obvezatan.

Sukladno definiranom problemu istraživanja, **predmet** znanstvenog istraživanja je sustavna i znanstveno utemeljena analiza eksternih troškova kao relevantnih čimbenika formiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području na pripadajućim prometnim koridorima koji opslužuju srednjoeuropski prometni prostor uvažavajući ujedno stanje na alternativnim mediteranskim i sjevernoeuropskim pravcima (Poletan Jugović, 2008). Kako bi

se utvrdili značaj, utjecaj i efekti kriterija eksternih troškova, **potrebno je staviti ih u kontekst s ostalim utjecajnim čimbenicima kao što je cijena prijevozne usluge s internaliziranim eksternim troškovima i bez njih, te s ostalim geoprometnim i društveno-gospodarskim čimbenicima formiranja robnih tokova.**

**Objekti** istraživanja su troškovi prijevoza i eksterni troškovi intermodalnog (pomorsko-željezničkog) prijevoza na prometnim pravcima iz Sueskog kanala preko Paneuropskih koridora V i X te alternativnih pravaca prema srednjoeuropskim destinacijama. Eksterni troškovi izračunani su prema jediničnim cijenama ili postocima u odnosu na troškove prijevoza ili BDP-a objavljenim od strane renomiranih međunarodnih institucija.

Među brojnim vrstama eksternih troškova, u ovom je istraživanju naglasak na troškovima emisija i klimatskih promjena. Razlog tomu je činjenica da u strukturi eksternih troškova u pomorskom i željezničkom prometu dominiraju upravo ovi troškovi, dok je udio ostalih eksternih troškova, primjerice buke znatno manji, a zagušenja i nesreća neznatan (Dundović i sur., 2013). Ujedno, promet uzrokuje gotovo četvrtinu ukupnih emisija stakleničkih plinova u Europskoj uniji te je nakon energetske sektora drugi najveći zagađivač stakleničkim plinovima što je razlogom da i politika Europske unije unutar osnovnih smjernica održivog razvitka u Bijeloj knjizi o prometu iz 2011. godine (EC, White paper, 2011) upravo poziva na smanjenje emisija inzistirajući na internalizaciji navedenih kao i svih ostalih vrsta eksternih troškova.

## **1.2. Znanstvena hipoteza**

Na osnovi definiranog problema, predmeta i objekata istraživanja postavljena je osnovna znanstvena hipoteza istraživanja koja glasi:

**Internalizacija eksternih troškova u vrijednost usluge na prometnim pravcima utjecat će na formiranje i konsolidaciju robnih tokova. Sukladno tome, ne umanjujući važnost ostalih geoprometnih i društveno-gospodarskih čimbenika, robni će se tokovi u sjevernojadranskom području direktno formirati, strukturirati i konsolidirati u zavisnosti od eksternih troškova. Internalizacija eksternih troškova predstavljat će očekivanu i potencijalnu novu priliku za afirmaciju i prosperitet sjevernojadranskog prostora u kontekstu konkurentnog prometnog okruženja i interesnih tržišta.**

U funkciji dokazivanja osnovne hipoteze istraživanja, postavljene su i **pomoćne znanstvene hipoteze istraživanja**, od kojih se mogu istaknuti sljedeće:

- strateško planiranje robnih tokova u sjevernojadranskom području podrazumijeva analizu utjecaja i efekata eksternih troškova
- ukupni troškovi (troškovi prijevoza i eksterni troškovi) u većoj su korelaciji s dužinom puta, nego troškovi prijevoza
- razlike ukupnih troškova na konkurentnim prometnim pravcima veće su nego razlike troškova prijevoza.

### **1.3. Svrha i cilj istraživanja**

Održivi razvitak je danas glavna odrednica razvitka suvremenih gospodarstava (Matešić, 2009). Osim ekonomske i socijalne dobrobiti održivi razvitak brine se i o okolišnoj dimenziji. Temelji i načela održivog razvitka postavljeni su Deklaracijom i Akcijskim planom za 21. stoljeće na Konferenciji Ujedinjenih naroda o okolišu i razvitku u Rio de Janeiru 1992. g. (UNCED, Agenda 21, 1992). Istaknuti principi primjenjuju se i vrijede u svim djelatnostima proizvodnje i usluga pa tako i u djelatnosti prometa. Osnovno uporište ovog istraživanja sadržano je ujedno i u dokumentu Europske komisije u trećoj Bijeloj knjizi o budućnosti prometa do 2050., s naslovom „Putokaz za jedinstveni europski prometni prostor – prema konkurentnom prometnom sustavu koji racionalno koristi resurse” (COM(2011)0144) iz 2011. godine te Strategiji prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. godine (Vlada RH, 2014). Zalažući se za održivu mobilnost putnika i robe, navedeni dokumenti afirmiraju održivi razvitak u esencijalnu komponentu gospodarskog i prometnog razvitka, čime i planiranje robnih tokova predmnijeva optimiziranje uvažavajući socioekološke čimbenike, održivi razvitak i zelenu logistiku (Bešković i Jakomin, 2010). U tom se smislu može prejudicirati i striktna obveza provođenja svih mjera u vezi s održivošću robnih tokova na prometnim pravcima i prometnim tržištima, a sve u svrhu povećanja efikasnosti i protočnosti prometa te održivih, rentabilnih i ekološki prihvatljivih prometnih pravaca i koridora. U cilju provođenja politike održivog razvitka prometa, internalizacija eksternih troškova nameće se kao obveza.

Sukladno geoprometnom značaju sjevernojadranskih luka i sjevernojadranskog područja za neposredno i šire europsko prometno okruženje, a posebno za Republiku Hrvatsku, te potrebi uvažavanja principa održivog razvitka koju predviđa i propisuje politika



Europske unije, **svrha istraživanja** u ovoj disertaciji je **procijeniti utjecaj i efekte internalizacije eksternih troškova na formiranje i konsolidaciju robnih tokova u sjevernojadranskom području**. Naime, internalizacija eksternih troškova, kao jedna od mogućih opcija ugrađivanja principa održivog razvitka u prometno planiranje i optimiziranje, može bitno promijeniti trenutnu sliku i konstelacije na tržištu robnih tokova u sjevernojadranskom i širem prometnom okruženju.

S obzirom na zaostajanje industrijskog razvitka u Republici Hrvatskoj u odnosu na zapadnoeuropske i srednjoeuropske zemlje kao i u odnosu na susjedne zemlje, Sloveniju, Italiju i Mađarsku, upravo su zelena logistika i adekvatni, kvalitetni prometni pravci i oblici prijevoza s minimalnim učešćem eksternih troškova potencijalna prilika za revitalizaciju robnih tokova u sjevernojadranskim lukama i sjevernojadranskom području za potrebe neposrednog i šireg europskog prometnog tržišta.

Slijedom toga, osnovni **cilj istraživanja** u ovoj disertaciji je **vrednovati i analizirati troškove prijevoza s hipotetičkim, kompletno internaliziranim eksternim troškovima na prometnim pravcima u sjevernojadranskom području i širem europskom okruženju, uvažavajući eksterne troškove u dijelu pomorskih i kopnenih prijevoznih modaliteta i pravaca**.

Komparativnom analizom troškova prijevoza s internaliziranim eksternim troškovima i bez njih na sjevernojadranskim prometnim pravcima i alternativnim prometnim pravcima iz mediteranskih i sjevernoeuropskih luka prema zajedničkom interesnom tržištu (države i gospodarstveni centri u srednjoeuropskom gravitacijskom području) realizira se definirani, osnovni cilj istraživanja.

#### **1.4. Pregled dosadašnjih istraživanja**

Među recentnim radovima koji naglašavaju značajnu ulogu socioekoloških čimbenika odnosno eksternih troškova na budući razvoj prometa, mogu se istaknuti:

- *López-Navarro, M. A.: Environmental Factors and Intermodal Freight Transportation: Analysis of the Decision Bases in the Case of Spanish Motorways of the Sea, Sustainability, Vol. 6, pp. 1544-1566, 2014.* Autor istražuje eksterne troškove intermodalnog prijevoza na prometnom pravcu i zaključuje koji uvjeti moraju biti ispunjeni da bi određeni prijevozni modalitet bio ekološki prihvatljiviji. Posebno ističe važnost duljine puta prijevoza, veličine segmenta pomorskog dijela intermodalnog

prijevoza i brzine u cestovnom prijevozu, ističe potrebu poznavanja i izbor alternativnih i ekološki prihvatljivijih pravaca od strane logističkih operatera koji utječu na optimizaciju prometnih rješenja.

- Acciario, M.: *Corporate responsibility and value creation in the port sector, International Journal of Logistics Research and Applications, Vol. 18, Issue 3: Strategizing Port Logistics Management and Operations for Value Creation in Global Supply Chains, pp. 291-311, 2015.* Autor u okviru aktualnih trendova „zelene logistike“ ističe korporativnu odgovornost u lučkom poslovanju s ciljem da se ekološki čimbenici ugrade u strateške razvojne planove; istodobno ističe da na istim principima jača konkurentnost luka.
- Mostert, M., Limbourg, S.: *External costs as competitiveness factors for freight transport – a state of the art. Transport Reviews, Vol. 36, No. 6, pp. 692-712, 2016.* Autori ističu eksterne troškove kao aktualnu, ključnu temu rasprave u sektoru prometa te opredijeljenost Europske unije da eksterne troškove afirmira kao kompetitivni faktor teretnog prometa; posebno ističu metode istraživanja i analize eksternih troškova kao i matematičke modele.
- Ambrosino, D., Ferrari, C., Sciomachen, A., Tei, A.: *Intermodal nodes and external costs: Re-thinking the current network organization, Research in Transportation Business & Management, Vol. 19, (June), pp. 106-117, 2016.* Autori ističu nužnost smanjenja eksternih troškova kroz novi dizajn logističkog opskrbnog lanca koji osim nove infrastrukture predviđa alternativne modalitete prijevoza, ali i nove lokacije luka i prometnih čvorova u zaleđu; time indirektno ukazuju na utjecaj i efekte eksternih troškova na formiranje i konsolidaciju robnih tokova; uvođenjem eksternih troškova kao čimbenika dizajna logističkog opskrbnog lanca ovo istraživanje predviđa mogućnost značajnih promjena na tržištu prometnih usluga.

Analizirajući sljedeća istraživanja, spoznaje i stavove o vrijednosti eksternih troškova, može se zaključiti da su one kontinuirano predmet rasprave i različitih stavova:

- TU Delft, *The Model of the Eco-costs / Value Ratio (EVR), Eco-costs of emissions (Virtual Pollution Prevention Costs, VPPC), Delft University of Technology, 2012.* Sveučilište Delft jedno je od vodećih u promociji i izračunu eksternih troškova u

prometu; u ovom priručniku iznose se vrijednosti pojedinih zagađivača (eco-costs) držeći se strogo tržišnih kriterija uz detaljno obrazloženje kako se do njih došlo.

- *Korzheneych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., Varma, A., Cox, V.: Update of the Handbook on External Costs of Transport, Final report for European Commission, RICARDO-AEA, Oxfordshire, UK, 2014.* Ovo izdanje je nadogradnja otprije poznatog priručnika autora Maibach i sur. iz 2008. g. koji donosi nove vrijednosti za izračun eksternih troškova u različitim oblicima prijevoza.
- *Moore, F. C., Diaz, D. B.: Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy, Nature Climate Change, Vol. 5, pp. 127–131, 2015.* Autori sveučilišta Stanford, CA, snažno podupiru ekološku (tržišnu) cijenu zagađivača ističući poglavito klimatske promjene kao relevantni faktor s kojim treba računati kod donošenja poslovnih odluka uključujući i sektor prijevoza.

Među važnijim projektima Europske unije, unutar kojih se podržavaju, financiraju i promoviraju ekološki prihvatljiviji oblici prijevoza, jesu sljedeći:

- *EC, HORIZON 2020, Work Programme 2016 – 2017, Smart, green and integrated transport, European Commission Decision C(2017)2468.* Održivost u ekonomskoj, ekološkoj i socijalnoj dimenziji kao i kontinuirano poboljšanje sigurnosti u pomorskom prometu glavni su ciljevi projekta.
- *EC, Innovations and Networks (INEA), CEF (Connecting Europe Facility) Programme, 2017.* Projekt se provodi s ciljem povezivanja ljudi i otvaranja novih radnih mjesta u sektorima održivog transporta, obnovljivih izvora energije, smanjenja emisije CO<sub>2</sub> i digitalne tehnologije. U sektoru transporta projekt podupire multimodalni prijevoz, inteligentne transportne sustave, nove tehnologije, nove koridore i robne tokove u okviru održivog razvitka.

Istraživanja koja analiziraju prometno značenje i mogućnost valorizacije sjevernojadranskog područja i pripadajućih morskih luka pretežito provode domaći autori, iako je tematika prepoznata i na međunarodnoj razini, posebice u kontekstu udruživanja sjevernojadranskih luka (*North Adriatic Ports Association – NAPA*). Navedena istraživanja

koja na tu temu uvažavaju brojne utjecajne čimbenike, ali ne i eksterne troškove (osim jednog izvan konteksta sjevernojadranskog područja) jesu sljedeća:

- *Poletan, T.: Višekriterijska analiza u valoriziranju Paneuropskog koridora Vb, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 19 (2005), str. 302-306.* U ovom istraživanju predlaže se model valorizacije prometnog pravca uzimajući u obzir istovremeni utjecaj prostorne, vremenske i tarifne komponente prijevoza. Prvi puta se primjenjuje višekriterijska analiza u svrhu analize konkurentnosti prometnog pravca (koridora). Kriteriji analize podijeljeni su na kvantitativne i kvalitativne; istraživanje potiče razmišljanje o međusobnoj povezanosti svih čimbenika valorizacije, iako ne uzima u obzir komponentu održivog razvitka i eksternih troškova.
- *Dundovic, Č., Hess, S.: Competitiveness of the North Adriatic Ports in Various Cargo Flows on Selected Transport Routes, Promet- Traffic- Traffico, Vol. 17, 2005, No. 4, 205-216.* Autori ističu kvantitativne (troškovi) i kvalitativne elemente (razina pružene prometne usluge uključujući vrijeme prijevoza) na kojima se temelji kompetitivnost luka sjevernojadranskog područja te predlažu uvođenje jedinstvenog indeksa kompetitivnosti radi lakše komparacije i procjene valjanosti poduzetih mjera unaprjeđenja poslovanja; ekološki kriteriji, uključujući eksterne troškove, nisu uzeti u obzir kao element kompetitivnosti.
- *Notteboom, T.: Strategies and future development of transport corridors, Les corridors de transports / Alix, Yann [edit.] – ISBN 9782847694482 – S.l., Fondation Séfacil, 2012, p. 289-312.* Analizirajući europske prometne koridore, autor, između ostalog, ističe važnost udruživanja luka i zajednički nastup na tržištu; navodi primjer udruženja sjevernojadranskih luka – NAPA.
- *Stojanović, M., Poletan Jugović, T.: Perspektiva valorizacije sjevernojadranskog područja u europskom prometnom okruženju, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research 27/1(2013) pp. 179-200.* Autorice ističu prometno značenje sjevernojadranskog područja u okviru europske prometne mreže s naglaskom na potrebu udruživanja sjevernojadranskih luka i zajedničkog nastupa na tržištu; ekološki kriterij ne spominje se kao čimbenik valorizacije.
- *Cukrov, M.: Model implementacije sustava morskih autocesta u funkciji zaštite okoliša, Doktorska disertacija, Tehnički fakultet u Rijeci, 2016.* Koristeći metodu višekriterijske analize autor provodi rangiranje modela sustava morskih autocesta u hrvatskim lukama uzimajući u obzir ekološke kriterije (eksterne troškove) kao

odlučujuće te naglašava da je navedeni pristup u skladu s trendovima politike razvoja prometa u Europskoj uniji.

### 1.5. Znanstvene metode

Znanstvene metode koje se koriste u ovom istraživanju su metoda analize i sinteze, induktivna i deduktivna metoda, metoda komparacije, deskripcije, metode sustavnog promatranja i razne statističke metode.

U svrhu izračuna troškova prijevoza i eksternih troškova prijevozne usluge te duljine varijantnih prometnih pravaca koriste se programska rješenja (*software*) *World Freight Rates*, *SeaRates* i *EcoTransIT*.

Statističke metode F-test, t-test i linearna regresijska analiza koriste se u svrhu analize troškova na varijantnim prometnim pravcima. Tako se primjerice, analizom podataka pomoću t-testa utvrđuju rezultati o značajnosti razlika u troškovima prijevoza na varijantnim prometnim pravcima, dok se ponašanje troškova prijevoza i eksternih troškova te korelacija troškova i udaljenosti prijevozne varijante utvrđuju regresijskom analizom (Došlić i Vrgoč, 2008).

U funkciji analize utjecaja i efekata eksternih troškova na formiranje i konsolidaciju robnih tokova, planira se korištenje metode analize omeđivanja podataka – AOMP (engl. *Data Envelopment Analysis – DEA*). Kao standardna metoda procjene efikasnosti poslovanja, navedena metoda omogućava istovremenu kalkulaciju više *inputa* i *outputa* nezavisno od toga o kojoj se vrsti podataka radi i u kakvom su međusobnom odnosu. Sukladno tome, navedena se metoda koristi u funkciji izračuna i procjene efikasnosti prijevozne usluge na varijantnim intermodalnim prometnim pravcima s aspekta troškova prijevoza i eksternih troškova kao ulaznih parametara te prijednog prijevoznog puta kao izlaznih parametara. U navedenu se svrhu koriste oba modela AOMP metode i to CCR model (engl. *Charnes, Cooper & Rhodes*) i BCC model (engl. *Banker, Charnes & Cooper*). CCR modelom analizira se ukupna učinkovitost varijantnih prometnih pravaca u sjevernojadranskom području, uključujući tehničku učinkovitost varijantnih prometnih pravaca i efikasnost kao učinkovitost zavisnu od opsega poslovanja, odnosno intenziteta teretnog prometa. BCC modelom analizira se „čista“ tehnička efikasnost nezavisna od utjecaja opsega poslovanja. Spomenutom metodom i pripadajućim modelima, analiza učinkovitosti provodi se posebno za varijantu troškova prijevoza, a posebno za varijantu ukupnih troškova (troškova prijevoza i eksternih troškova) na analiziranim prometnim pravcima. Rezultati istraživanja temeljeni na konkretnim

kvantitativnim podacima o analiziranim troškovima manifestiraju se u obliku rangiranja optimalnih prometnih pravaca s aspekta troškova prijevoza i eksternih troškova. Temeljem toga izvršena je procjena utjecaja i efekata eksternih troškova na formiranje i konsolidaciju robnih tokova u analiziranom sjevernojadranskom području.

## **1.6. Obrazloženje strukture rada**

U uvodnom dijelu rada obrazložena je tema istraživanja s obzirom na osnovne ciljeve, svrhu i zadatke istraživanja. Posebno je definiran problem istraživanja, objekt, znanstvena hipoteza, pregled dosadašnjih istraživanja te potencijalni doprinos istraživanja u teorijskom i aplikativnom smislu.

U drugom dijelu istraživanja s naslovom „Relevantni indikatori i čimbenici formiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području“ analiziraju se relevantni pojmovi i indikatori formiranja robnih tokova. Posebno se analiziraju geoprometni, društveno-gospodarski i ostali čimbenici koji uvjetuju i određuju specifičnosti formiranja robnih tokova u određenom (sjevernojadranskom) području i pripadajućem prometnom okruženju. Analiziraju se i definiraju geoprometne značajke sjevernojadranskog područja, luka Tršćanskog i Riječkog zaljeva, njihovo pročelje, zaleđe te kopneni prometni prvaci – Paneuropski koridori V i X kojima se realizira veza s interesnim prometnim tržištem.

U trećem dijelu istraživanja naslova „Održivi razvitak i eksterni troškovi u funkciji formiranja i planiranja robnih tokova“ definiraju se osnovni pojmovi i principi održivog razvitka te trendovi održivog razvitka prometa na svjetskoj, regionalnoj i nacionalnoj razini, uvažavajući postojeću politiku i smjernice unutar relevantnih dokumenata Ujedinjenih naroda, Europske unije te Strategije održivog razvitka Republike Hrvatske. U ovom se dijelu hipotetički diskutira o tome kako će se obvezujuće smjernice i direktive koje uvažavaju principe održivog razvitka odraziti na etablirane robne tokove te hoće li njihovo uvažavanje u perspektivi dovesti do promjena u intenzitetu, strukturi i pravcima robnih tokova generalno na prometnom tržištu, a potom u kontekstu sjevernojadranskog prostora i pripadajućih tržišta. Na taj se način naglašava važnost eksternih troškova u strateškom prometnom planiranju te se aktualizira smisao znanstvene hipoteze i cilja istraživanja. Posebno se teoretizira i definira pojam internalizacije eksternih troškova. Sukladno značenju održivog razvitka kao socioekološkog čimbenika planiranja prometnih sustava te činjenici da su eksterni troškovi posljedica djelovanja prometa na društvo, u ovom se dijelu zaključuje da ih je potrebno

uvažavati i analizirati kao čimbenike koji će u perspektivi uvelike uvjetovati stanje na prometnom tržištu, a time i prometno planiranje u cjelini.

U četvrtom dijelu istraživanja naslova „Geoprometna analiza relevantnih indikatora robnih tokova u sjevernojadranskom području“ analiziraju se relevantni indikatori stanja robnih tokova u sjevernojadranskom području te konkurentnom prometnom okruženju. Pritom se intenzitet, struktura i pravci robnih tokova analiziraju u kontekstu sjevernojadranskih i sjevernoeuropskih luka, pomorskih linija i pripadajućih kopnenih prometnih pravaca i koridora. Postavljena hipoteza istraživanja koja uvažava eksterne troškove kao socioekološke čimbenike formiranja robnih tokova dovodi se u kontekst s ocjenom trenutnog stanja robnih tokova te s očekivanom dinamikom kretanja robnih tokova u analiziranim prometnim prostorima.

U petom dijelu istraživanja naslova „Model vrednovanja eksternih troškova u funkciji formiranja i planiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području“ definira se plan istraživanja i model vrednovanja eksternih troškova u funkciji planiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području. Definira se i argumentira način formiranja jediničnih cijena za izračun eksternih troškova koji uslijed prometnog djelovanja i posljedica emisije štetnih plinova, klimatskih promjena, buke, nesreća (...) proizvode štetne učinke na okruženje, društvo i ekonomiju. Posebno se nastoje procijeniti i kvantificirati posljedice, odnosno njihov utjecaj i efekti djelovanja na analizirane (ciljane) prometne pravce i prometno okruženje. Ciljani prometni pravci odnose se na prometne pravce od sjevernojadranskih luka Rijeka, Kopar i Trst te alternativnih (mediteranskih, crnomorskih) i sjevernoeuropskih (zapadnoeuropskih) luka (Rotterdam, Hamburg) prema gospodarstvenim centrima u srednjoeuropskom području, uvažavajući pritom eksterne troškove u uvjetima pomorskog prijevoza od/do analiziranih luka te uvjete kopnene otpreme/dopreme do/od srednjoeuropskih gospodarstvenih centara. U sklopu predloženog modela, očekivani rezultati upućuju na razlike u troškovima prijevoza na ciljanim prometnim pravcima, a pribrajanjem eksternih troškova troškovima prijevoza moguće je usporediti i prikazati razlike u ukupnim troškovima prijevoza. Paralelno se analiziraju podaci o udjelu eksternih troškova u ukupnim troškovima prijevoza na analiziranim prometnim pravcima pri čemu se podaci odnose na varijante pomorsko-željezničkog intermodalnog prijevoza. U sklopu očekivanih rezultata, analizira se udio eksternih troškova i to posebno u pojedinim segmentima intermodalnog prijevoza (pomorskom, željezničkom itd.). Analizom omeđivanja podataka analiziraju se i rangiraju ciljani prometni pravci prema efikasnosti poslovanja što donositelju odluka nudi izbor optimalnog puta prijevoza. Optimizacija u izboru prometnog pravca sa statistički značajno

boljom efikasnošću poslovanja trebala bi potaknuti formiranje robnih tokova u kojima bi sjevernojadransko područje i luka Rijeka imali priliku za konkurentniji položaj na analiziranom tržištu prometnih usluga.

U dijelu istraživanja naslova „Efekti modela vrednovanja eksternih troškova na konsolidaciju robnih tokova u sjevernojadranskom području“ provedena je komparativna analiza efikasnosti u uvjetima s kalkuliranim eksternim troškovima i bez njih na ciljanim prometnim pravcima kao i na pojedinim segmentima intermodalnog prijevoza. Dobiveni rezultati dovode se u kontekst s prethodno definiranom znanstvenom hipotezom i drugim postavljenim ciljevima istraživanja. Analizira se kako internalizacija eksternih troškova utječe na optimizaciju robnih tokova te kako u perspektivi može utjecati na promjene u konsolidaciji robnih tokova u sjevernojadranskom području. Prikazuju se efekti internalizacije eksternih troškova na intenzitet robnih tokova u sjevernojadranskim lukama, na kopnenim prometnim koridorima prema srednjoeuropskim destinacijama te na konsolidaciju pomorskih linija prema sjevernojadranskim lukama. Sukladno rezultatima istraživanja, zaključuje se koliko će eksterni troškovi u okolnostima i uvjetima provođenja aktualne politike Europske unije u sektoru prometa utjecati na formiranje i konsolidaciju robnih tokova u sjevernojadranskom području i širem prometnom okruženju te koliko će njihovo uvažavanje biti potencijalna prilika za afirmiranje i veću prisutnost sjevernojadranskog područja i luka, posebice luke Rijeka i pripadajućeg riječkog prometnog pravca (koridora Vb) na tržištu prometnih usluga. Posebno se definira i ističe teorijski i aplikativni doprinos istraživanja i predloženog modela vrednovanja eksternih troškova u funkciji planiranja robnih tokova.

U Zaključku se iznose zaključna promišljanja u vezi s problemom, svrhom i ciljevima istraživanja te se posebno ističu ideje i preporuke za daljnja istraživanja.

## **1.7. Očekivan znanstveni doprinos i primjena rezultata istraživanja**

Istraživanje u ovoj disertaciji daje značajan znanstveni doprinos području tehničkih znanosti, polju tehnologije prometa i transporta. Uvažavajući strateško planiranje prometa i robnih tokova kao osnovni preduvjet optimalnog funkcioniranja prometnog sustava, ovo istraživanje ističe eksterne troškove kao relevantne čimbenike dizajna logističkog opskrbnog lanca i formiranja robnih tokova dajući pritom i znanstveni doprinos aktualnoj politici održivog prometnog razvitka. **Osnovni doprinos i očekivani rezultati istraživanja** uključuju sljedeće:



- izračun eksternih troškova i proračun udjela eksternih troškova u ukupnim troškovima prijevoza na analiziranim ciljanim prometnim pravcima te utvrđivanje statističke značajnosti razlike ukupne cijene s internaliziranim eksternim troškovima i bez njih pri čemu bi značajnija ili manje značajna statistička razlika na konkretnom primjeru pokazala „**jesu li eksterni troškovi značajan čimbenik planiranja održivog prometa i robnih tokova te značajan čimbenik odlučivanja o optimalnim varijantama logističkih transportnih lanaca u sjevernojadranskom području?**“
- **komparativnu analizu konkurentnosti analiziranih odabranih prometnih pravaca s obzirom na varijantna rješenja s internaliziranim eksternim troškovima i bez njih; navedena bi analiza trebala pokazati „prejudicira li revalorizacija sjevernojadranskog područja s aspekta eksternih troškova manju ili veću konkurentnost i prisutnost sjevernojadranskih luka i pripadajućih prometnih pravaca na analiziranom srednjoeuropskom tržištu u usporedbi s konkurentnim mediteranskim i srednjoeuropskim lukama i pravcima?“, odnosno „može li se internalizacijom eksternih troškova u ukupnu cijenu prijevozne usluge očekivati postojeći, manji ili veći intenzitet robnih tokova na sjevernojadranskim pravcima (u usporedbi s analiziranim konkurentnim pravcima) i pod kojim uvjetima?“**
- analizu izračuna razlike u ponašanju troškova prijevoza i eksternih troškova s obzirom na prostornu komponentu robnog toka, odnosno duljinu puta; pri tome bi rezultati analize trebali odgovoriti na pitanje: „**jesu li, u kojoj mjeri i pod kojim uvjetima ukupni troškovi prijevozne usluge (troškovi prijevoza i eksterni troškovi) u korelaciji s prostornom komponentom, odnosno s udaljenošću prijevoznog puta te u kojim se uvjetima, na kojim relacijama i u kojim varijantama prijevoza (primjerice, opcija intermodalni prijevoz) može očekivati isti, manji ili veći intenzitet konsolidacije robnih tokova u sjevernojadranskom području?**“
- **komparativnu analizu i definiranje optimalnih prometnih pravaca s aspekta istodobnog utjecaja dvaju kriterija: kriterija ukupnih troškova prijevoza (uz internalizirane eksterne troškove) i kriterija prostorne komponente (udaljenosti) prijevoznog puta; metodom omeđivanja podataka analizirala bi se konkurentnost (poslovna efikasnost) prometovanja na ciljanim prometnim pravcima, pri čemu bi se posebno analizirala efikasnost prometovanja na predmetnim prometnim pravcima u varijanti s povećanjem intenziteta robnih tokova i bez povećanja**

- **analizu mogućnosti prosperiranja** sjevernojadranskih luka i pripadajućih prometnih pravaca na srednjoeuropskom tržištu uvažavanjem eksternih troškova prijevozne usluge kao socioekološkog čimbenika održivog razvitka i kriterija konkurentnosti prometnog pravca; rezultati ove analize dali bi odgovore na pitanje: „**hoće li se gravitacijsko područje, intenzitet i struktura robnih tokova sjevernojadranskih luka i pripadajućih pravaca promijeniti internalizacijom eksternih troškova, uvažavajući pritom iste uvjete na konkurentnim prometnim pravcima u borbi za privlačenje robnih tokova?**“
- **prijedlog modela za analizu utjecaja i efekata eksternih troškova na formiranje robnih tokova u sjevernojadranskom području**; navedeni model internalizacije eksternih troškova i rezultati istraživanja temeljeni na analizi konkretnog primjera i konkretnih podataka trebali bi dati odgovor na pitanje: „**mogu li se eksterni troškovi prijevozne usluge smatrati relevantnim kompetitivnim čimbenikom formiranja robnih tokova na tržištu prometnih usluga i je li utjecajni dijapazon navedenog, socioekološkog kriterija utoliko značajan da može bitno promijeniti stanje na prometnom tržištu?**“.

Znanstveni doprinos ovog istraživanja može se interpretirati u teorijskom i aplikativnom smislu. U teorijskom smislu očekivani se doprinos istraživanja manifestira u definiranju i isticanju eksternih troškova kao relevantnog čimbenika formiranja i konsolidacije robnih tokova. U aplikativnom smislu, preciziranje očekivanih efekata eksternih troškova, na temelju konkretnih kvantitativnih podataka, vrijedna je i konkretna podloga za planiranje prometne ponude i potražnje u sjevernojadranskom području, uključujući pomorske i kopnene prometne pravce te luke kao intermodalna čvorišta sa zadatkom apsorpiranja robnih tokova koji cirkuliraju pripadajućim intermodalnim prometnim pravcima.

Rezultati istraživanja kao i model internalizacije eksternih troškova u funkciji planiranja robnih tokova primjenjiv je u poslovanju brojnih dionika koji sudjeluju u proizvodnji prometne usluge (prometni planeri, prijevoznici, brodari, pružatelji lučkih usluga, otpremnici, agenti, logistički i distributivni centri...) kao i subjekata koji imaju potrebu za njom (uvoznici, izvoznici...).

Provedeno istraživanje i predloženi model vrednovanja eksternih troškova nudi značajne spoznaje i metodološki pristup za izračun i procjenu efekata eksternih troškova na formiranje robnih tokova. Sukladno tome, on može biti značajna podloga za planiranje i

optimiziranje robnih tokova koji će u perspektivi unutar aktivne politike održivog prometnog razvitka podrazumijevati obvezu internalizacije eksternih troškova.

Sukladno navedenom, rezultati istraživanja u konceptualnom i metodološkom smislu primjenjivi su i za sve one subjekte koji kreiraju politiku održivog prometnog razvitka unutar koje je uvažavanje eksternih troškova obvezujuća i nužna mjera planiranja prometa.

## **2. RELEVANTNI INDIKATORI I ČIMBENICI FORMIRANJA ROBNIH TOKOVA U SJEVERNOJADRANSKOM PODRUČJU**

Formiranje i planiranje robnih tokova kompleksan je fenomen uvjetovan brojnim čimbenicima i zakonitostima na prometnom tržištu. Sukladno tome, u ovom dijelu istraživanja definiraju se pojam i osnovni indikatori formiranja robnih tokova, generalno u teorijskom smislu, a potom konkretno za robne tokove u sjevernojadranskom području. Posebno su obrađeni geoprometni i društveno-gospodarski čimbenici u formiranju robnih tokova u sjevernojadranskom području.

### **2.1. Relevantni indikatori formiranja robnih tokova**

Robni tok definiraju dva pojma, a oba uključuju kretanje. Pojam robe označava proizvod koji putuje proizvodno-potrošačkim lancem, a taj proizvod nije ni čovjek (putnik, putnički tok) ni informacija (informacijski tok). Pojam toka označava kretanje na nekom prometnom pravcu. Prema tome, robni tok je kretanje proizvoda (robe, dobra) na nekom prometnom pravcu. Kretanje određuje djelovanje sile, u ovom slučaju djelovanje sile potražnje u odnosu na proizvod, na putu između polazišta (mjesto ponude) i odredišta (mjesto potražnje).

Pojam robnih tokova proizlazi iz prometnih tokova kao pojma višeg ranga gdje se potonji determinira kao cirkulacija robe, ljudi i informacija korištenjem odgovarajuće infrastrukture i suprastrukture u prostoru i vremenu. Robni tokovi isključivo se odnose na tokove određene robe (tereta) kao objekta prijevoza, koji se kreću i cirkuliraju određenim prometnim pravcima, točnije prometnim rutama ili koridorima. S obzirom na objekt prijevoza, prometni tokovi razlikuju još i tokove putnika (putnički tokovi) i tokove informacija (informacijski tokovi), gdje se putnički tokovi odnose na prijevoz putnika unutar putničkog prijevoza dok je objekt informacijskih tokova promet informacije i vijesti.

Nastanak robnih tokova posljedica je odvijanja robne razmjene u svijetu gdje se robni tokovi identificiraju kao značajan indikator intenziteta, strukture i dinamike svjetskog prometa, odnosno robnog prijevoza.

Osnovne elemente robnih tokova predstavljaju prometna potražnja, prometne mreže i prometna čvorišta. Prometnu potražnju određuje postojanje potražnje za prometom određenih vrsta roba (tereta) kao i egzistiranje robne razmjene na određenim prometnim pravcima.

Ponudom prometnih kapaciteta odgovara se na prometnu potražnju i to elementima prometnih mreža, točnije mreža prometnih pravaca različitih modaliteta prijevoza, i prometnih čvorišta koja obuhvaćaju lučke i kopnene prometne terminale, robno-transportne i distributivne centre, skladišta i ostalo.

Nastavno na osnovne elemente i obilježja te značaj robnih tokova, relevantni indikatori formiranja robnih tokova su indikatori smjera, intenziteta, strukture i dinamike robnih tokova.

Smjer robnog toka određuje njegovo ishodište i odredište, a uvjetovan je različitim geoprometnim, društveno-gospodarskim i ostalim čimbenicima, gdje se privlačna snaga potrošačkog područja ističe kao jedan od odlučujućih čimbenika.

Intenzitet robnog toka je pokazatelj obujma prometa na određenom prometnom pravcu ili prometnom čvorištu i kvantitativno se određuje količinom prevezene robe u određenoj vremenskoj jedinici.

Dinamika robnog toka predstavlja određena kretanja u intenzitetu robnog toka u određenom vremenskom razdoblju s ciljem analize i ocjene trenda kretanja robnih tokova.

Obilježje strukture robnih tokova je razlikovanje različitih vrsta robnih tokova prema definiranim kriterijima, a najznačajniji među njima su teritorijalni djelokrug robnog toka, vrsta prijevoznog sredstva i vrsta robe u prijevozu.

Tri su kategorije osnovnih čimbenika koji uvjetuju formiranje robnih tokova i to geoprometni čimbenici, društveno-gospodarski čimbenici te ostale pretpostavke i kriteriji formiranja i rasporeda robnih tokova.

Geoprometni čimbenici mogu se podijeliti i definirati kao opći geoprometni čimbenici, uključujući geoprometni položaj, veličinu, oblik i granice prostora te vremenske zone, i prirodne predispozicije koje uključuju sve čimbenike koji su rezultat djelovanja prirodnih zakonitosti razvitka zemlje kao što su vode, reljef, klima i vrijeme, tlo i vegetacija te rudna bogatstva.

Društveno-gospodarski čimbenici direktno utječu na razvitak prometa i formiranje robnih tokova te uključuju različite čimbenike kao što su geografski razmještaj i koncentracija stanovništva, litoralizacija svjetskog života, društveno-gospodarska razvijenost svijeta, socioekonomska struktura stanovništva, ekonomsko-političke grupacije u svijetu kao i brojne druge čimbenike.

Posljednji čimbenik uključuje ostale relevantne pretpostavke i kriterije formiranja i rasporeda robnih tokova, odnoseći se na konkurentnost prometnog pravca na tržištu prometnih usluga. Ističe osnovne tržišne principe ponude, potražnje i okruženja kao

relevantne i odgovorne za formiranje robnih tokova i kriterija konkurentnosti prometnog pravca, ekonomskih, kvalitativnih i drugih (ostalih) kriterija koji utječu na formiranje i intenzitet, ali i konkurentnost robnih tokova na određenom prometnom pravcu.

Odnosi ponude i potražnje koji uzrokuju kretanja kapitala, roba i usluga odražavaju se na intenzitet i smjer robnih tokova na globalnoj i lokalnoj razini. Formiranje robnih tokova pokazuje kompleksnost čitavog jednog gospodarskog sustava što ih i čini dragocjenim resursom pa države na lokalnoj razini čine sve što je moguće da bi ih privukle. Zbog toga se na lokalnoj razini niti ne vode rasprave o više-manje globalnim geoprometnim i društveno-gospodarskim čimbenicima na koje ni lokalne zajednice ni manje države ne mogu utjecati. Na lokalnoj razini brine se o praktičnim ili operativnim čimbenicima koji mogu biti kvantitativni ili kvalitativni. Kvantitativni ili gospodarski čimbenici predstavljaju troškove robnog toka na jednom prometnom koridoru. Kvalitativni čimbenici predstavljaju vrijeme, udaljenost, opremljenost i dostupnost pojedinih usluga kao pokazatelja kvalitete. U tim se okvirima nalazi prostor konkurentne utakmice na tržištu prometnih usluga unutar kojih se traže načini za privlačenje robe. Cilj je da troškovi budu što manji, vrijeme za istu udaljenost što kraće, uz vrhunsku opremljenost i dostupnost kako na prometnom koridoru tako na prometnom čvorištu odnosno odredištu/polazištu. To su i elementi valorizacije prometnog pravca na tržištu prometnih usluga bez kojih nema ni planiranja robnih tokova.

S obzirom na to da je svaka luka određena prema kopnu i prema moru, potonje determinira frekventnost i karakteristike pomorskih veza pojedine luke predstavljajući pročelje luke.

Interesno (gravitacijsko) područje prometnog pravca, kao značajnog pokazatelja potražnje i konkurentnosti prometnog pravca, jest područje koje gravitira korištenju određenog prometnog pravca u uvjetima konkurencije alternativnih prometnih pravaca (Poletan Jugović, 2014).

Dinamika, intenzitet, struktura i smjer robnih tokova strateška su pitanja i važni čimbenici nacionalne i međunarodne robne razmjene, indikatori razvitka, kretanja i uspješnosti nacionalne ekonomije. Pomorski robni tokovi imaju, globalno, najveće značenje jer su nosioci razvitka i napretka prometa i cijelog svjetskog gospodarstva uključujući i industriju (Fabian i Krmpotić, 2008). „Intenzivan (pomorski) robni tok imperativ je za svaku državu željnu brzoga i snažnoga gospodarskog razvitka“ (Poletan Jugović i sur., 2010). U 2015. g. 85 % međunarodne robne razmjene odvijalo se pomorskim prometom, a glavna čvorišta pomorskog prometa i tokova predstavljaju luke (International Chamber of Shipping, 2018). Procjenjuje se da su robni tokovi 2012. g. globalno imali vrijednost od 26 trilijuna

dolara, a da će se ta vrijednost do 2025. g. utrostručiti (Manyika i sur., 2014). To je posljedica digitalizacije i globalizacije, kako u općim pravcima razvoja društva tako i u prometnom sektoru koji dovode do sve veće međusobne povezanosti. Prema *McKinsey&Company* (Bughin i sur., 2015), rast razine globalizacije od 1 % u jednoj zemlji dovodi do rasta BDP-a za 0,1 – 0,15 %.

## **2.2. Geoprometni čimbenici formiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području**

Prirodni ili geografski položaj može uvelike uvjetovati formiranje robnih tokova. U širem smislu to su svi prostorni čimbenici koji mogu utjecati na realizaciju prometne usluge. U povijesti se trgovina razvijala na ušćima rijeka, sjecištima prirodnih putova, u strateškim prijevojima, prolazima i tjesnacima, a poglavito na obalama mora. Tamo gdje se razvijala trgovina stvarali su se zameci budućih velikih gradova. Litoralizacija obale, koja je najintenzivnija u Europi, nastala je formiranjem robnih tokova koji predstavljaju žilu kucavicu gospodarskog razvoja i bolje kvalitete života. Kao i u mnogim područjima društveno-ekonomskih odnosa prirodna predispozicija nije jedini uvjet niti garancija formiranja kvalitetnog robnog toka. Povijesni razvoj koji su pratile prirodne i društvene katastrofe kao i promjene strukture roba i razvoj prometnih sredstava promijenile su robne tokove oslanjajući se sve više na ekonomske kriterije, a sve manje na geoprometne. Kao rezultat učinaka mnogobrojnih čimbenika nastali su prometni koridori koji su danas nosioci robnih tokova. Polazište, odredište ili čvorište unutar tranzitnog prometa roba na prometnim koridorima je prometni terminal koji je često luka od značenja ne samo za domicilnu državu, nego za širu regiju.

Sjevernojadranske luke i europski prometni koridori na kojima se nalaze predstavljaju najbliže luke srednjoeuropskim gospodarskim središtima Slovenije, Hrvatske, Mađarske, Austrije, Slovačke, južne Njemačke i Češke. Pored toga, najkraćim putem kroz Sueski kanal povezuju Europu sa Srednjim i Dalekim istokom, Indijom, istočnom Afrikom i Australijom. Vrijednost najkraćeg puta očituje se u smanjenju ukupnih troškova skraćivanjem skupog kopnenog prijevoza (Stojanović i Poletan Jugović, 2013).

### **2.2.1. Geoprometna obilježja sjevernojadranskih luka**

S obzirom na geoprometnu važnost Jadranskog mora koje se duboko uvlači u južno europsko kopno s jedne strane, i gospodarsku snagu srednje Europe i Europske unije općenito

s druge strane, prometno povezivanje sjevernojadranskog područja je od bitne važnosti za gospodarski razvoj sve tri države u kojima se proteže predstavljajući njihovu komparativnu prednost i priliku.

Pomorski prijevoz dominira u svjetskoj trgovinskoj razmjeni (85 %) pa su pomorski robni tokovi najvažniji robni tokovi. Oni su nositelji i pokretači trgovinske razmjene. Smatra se da su osim informatičke tehnologije upravo pomorski robni tokovi najzaslužniji u procesu globalizacije jer povezuju sve dijelove svijeta. Pomorski prometni pravci su slobodni i neograničenog kapaciteta, a to znači da su jeftini i prihvatljivi za sve (Poletan Jugović i sur., 2010). Iako rast pomorskog prijevoza stagnira zadnjih nekoliko godina, pomorskim robnim tokovima obavlja se glavina svjetske trgovinske razmjene (UNCTAD/RMT, 2018).

Morske luke su glavna čvorišta, ishodišta i destinacije svjetske trgovine. Čimbenici razvoja luka su geografski položaj, prometne veze sa zaleđem, unutrašnji plovni putovi, tehnička opremljenost luke i gravitacijska zona (Poletan Jugović, 2015). Veličinu prometa također određuju odnosi ponude i potražnje na svjetskom tržištu koji određuju cijene strateških roba, vrsta robe, ekonomske (tečaj strateških valuta, carine) i političke mjere (multilateralni odnosi, udruživanja, sankcije itd.).

Sjevernojadranske luke Rijeka, Kopar i Trst locirane su relativno blizu jedna drugoj (unutar 80 km), na istim su prometnim koridorima TEN-T mreže (*TransEuropean Transport Networks*) i imaju zajedničko gravitacijsko područje (Infrastructure TEN-T, 2018). Iako različite prema infrastrukturnoj i suprastrukturnoj opremljenosti i pozicioniranosti na tržištu prometnih usluga, ove se luke u geoprometnom, a kasnije i u poslovno-interesnom smislu, mogu promatrati kao jedna. Pozicioniranje unutar TEN-T mreže financira se kroz *Connecting Europe Facility* projekt (2014 – 2020. g.) radi osiguranja nesmetanog protoka roba i usluga kroz različite države intervenirajući u infrastrukturne i administrativne zapreke (CEF, 2018). ITS *Multi-port Adriatic Gateway* (Motorways of the Sea, 2015) projekt unutar TEN-T mreže sufinancira razvoj sjevernojadranskih luka osobito nakon udruživanja ovih luka u NAPA asocijaciju (*North Adriatic Ports Association*) koja egzistira od 2010. g. (NAPA, 2018) sa sloganom „Suradivati prema vani – natjecati se unutar sebe“. Cilj udruživanja je privlačenje robnih tokova u sjevernojadransko područje podizanjem kvalitete usluga, a međusobnom suradnjom marketinški, logistički i infrastrukturno doseći mogućnosti, snagu i razinu najvećih europskih luka. S obzirom na to da 28 % europskog prekomorskog prometa prolazi Mediteranom (Stojanović i Poletan Jugović, 2013), realan je interes sjevernojadranskih luka da participiraju u ovom snažnom pomorskom robnom toku. U usporedbi sa sjevernoeuropskim lukama, sjevernojadranske luke su male, a udruživanjem bi mogle postati



značajan čimbenik na tržištu prometnih usluga. Ostvarujući promet u 2017. g. od gotovo 150 milijuna tona tereta zajedno predstavljaju respektabilno prometno čvorište, jedno od najvećih u Europi.

### **2.2.2. Geoprometne značajke kopnenih koridora u sjevernojadranskom području**

Prometna povezanost sjevernojadranskih luka sa zaleđem od strateške je važnosti za njihovo poslovanje, razvoj i perspektivu. Sjevernojadransko područje nalazi se na sjecištu Mediteranskog i Baltičko-jadranskog koridora, osnovnih (strateških) pravaca TEN-T mreže (*Core Network Corridors*) koji uključuju željezničku i cestovnu infrastrukturu. Gustoća prometnih pravaca TEN-T mreže u sjevernojadranskom području ukazuje na, naizgled, dobru geoprometnu povezanost sa zaleđem.

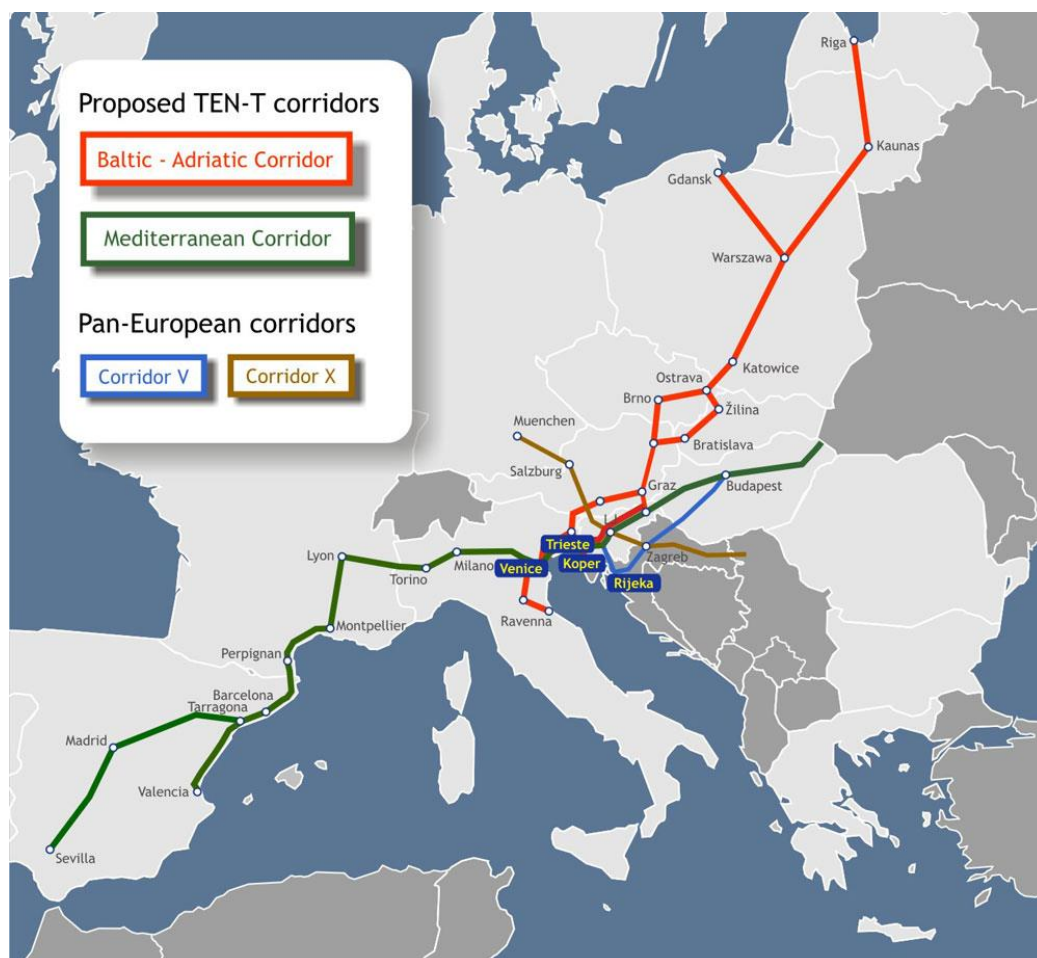
Baltičko-jadranski koridor u smjeru sjever – jug povezuje poljske baltičke luke Gdanjsk, Gdyniju i Szczecin preko Poljske, Češke, Austrije, Slovenije i Italije sa sjevernojadranskim područjem te završava u Veneciji, Bologni i Ravenni. Priključak luke Kopar je dionica Kopar – Divača, a luke Rijeka dionice Rijeka – Pivka (Postojna) te Rijeka – Zagreb – Pragersko (Maribor) i Rijeka – Zagreb – Ljubljana.

Mediteranski koridor je prometni pravac u smjeru zapad – istok, polazi od španjolskih mediteranskih luka, a prolazi kroz Španjolsku, Francusku, Italiju, Sloveniju i Mađarsku do ukrajinske granice. Ogranak Rijeka – Zagreb – Budimpešta također pripada koridoru, a luka Rijeka ima pristup koridoru i na dionici Rijeka – Pivka (Postojna).

Strateško sjecište dvaju osnovnih prometnih pravaca TEN-T mreže nalazi se na krajnjem odredištu sjevernojadranskog prometnog pravca, u sjevernojadranskom području na teritoriju Italije i Slovenije.

U okviru mreže paneuropskih koridora sjevernojadransko područje nalazi se na Paneuropskom koridoru V i vrlo blizu sjecišta s Paneuropskim koridorom X. Paneuropski koridor V označava europski prometni pravac u smjeru zapad – istok na relaciji Venecija – Trst – Kopar – Ljubljana – Budimpešta – Uzgorod – Lviv koji uključuje cestovnu i željezničku infrastrukturu u duljini od 1600 km. Ogranak Vb povezuje Rijeku, Zagreb i Budimpeštu. Koridor X je europski prometni pravac u smjeru sjever – jug na relaciji (München) – Salzburg – Ljubljana – Zagreb – Beograd – Niš – Skopje – Veles – Solun – (Istanbul) u duljini od 2630 km koji su povezani cestom i željeznicom. Ima 4 ogranka od kojih ogranak Xa povezuje Graz, Maribor i Zagreb. Koridori V i X sijeku se u Ljubljani, a ogranak Vb siječe koridor X u Zagrebu. Navedenim prometnim koridorima sjevernojadranske

luke povezane su sa svim središtima interesnog, gravitacijskog područja. Osim toga, ovim prometnim pravcima sjevernojadransko područje povezano je sa svim zemljama zapadnog Mediterana i sa čitavom istočnom Europom (Zemljovid 1.).



**Zemljovid 1.** Strateški prometni pravci sjevernojadranskog područja

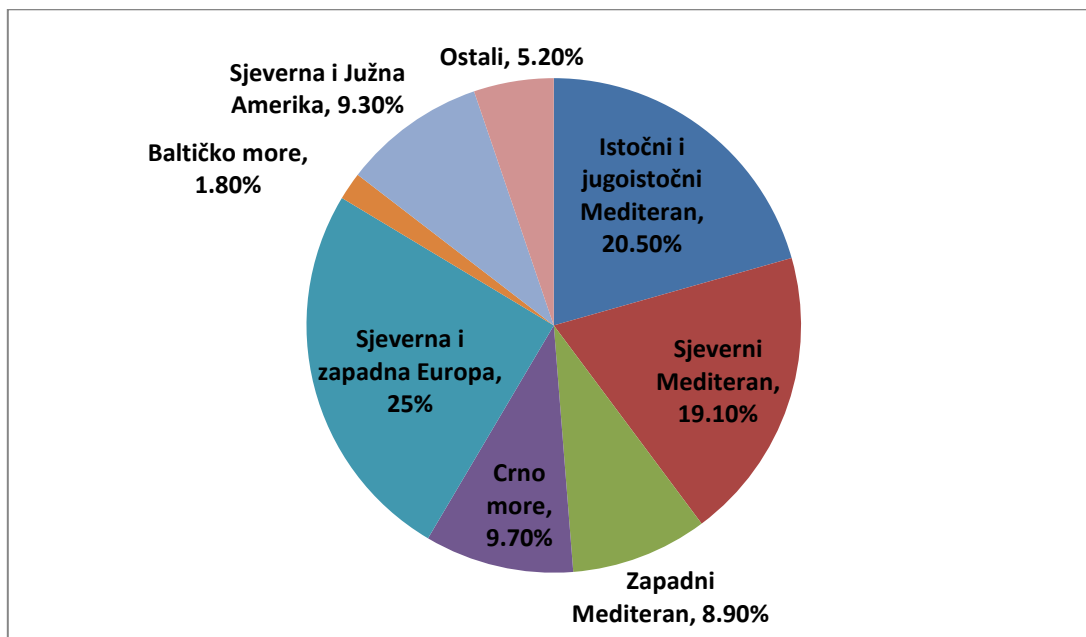
Izvor: NAPA, 2018

U sjevernojadranskom području važna je i cjevovodna prometna povezanost. Jadranski naftovod povezuje luku Omišalj sa Siskom i dalje prema Mađarskoj, Sloveniji, Bosni i Hercegovini i Srbiji u dužini od 759 km. Transalpski naftovod dužine 753 km proteže se od Trsta do Karlsruhea u Njemačkoj te opskrbljuje 8 rafinerija nafte u Njemačkoj te posebnim odvojcima, u Austriji i Češkoj.

### 2.2.3. Pročelje sjevernojadranskih luka

Promet Sueskim kanalom najznačajniji je indikator veličine prometa u pročelju sjevernojadranskih luka. Promet je u 2017. g. iznosio 1041,576 milijuna tona od čega u

tranzitu 908,569 mil. tona. Kroz kanal je prošlo 5568 kontejnerskih brodova nosivosti 586,901 mil. t ili 53 354 600 TEU. Od toga je 20,5 % robe poteklo/završilo u lukama istočnog i jugoistočnog Mediterana, 19,1 % u lukama sjevernog Mediterana, 8,9 % u lukama zapadnog Mediterana, 9,7 % u crnomorskim lukama, 25,5 % u sjevernoeuropskim i zapadnoeuropskim lukama (Grafikon 1.), a 10,7 % samo u Rotterdamu (Suez Canal Authority, 2017).



**Grafikon 1.** Udjeli pojedinih regija u ukupnom prometu sjevernog pravca Sueskog kanala u 2017. g.

Izvor: Suez Canal Authority, 2017; modificirano

Unatoč kontinuiranom rastu pomorskog prometa u svijetu i izgradnji drugog plovnog puta, udio prometa kroz Sueski kanal pada, ali se procjenjuje da će do 2020. g. još uvijek 81,5 % prometa robe na relacijama između Europske unije i Kine prolaziti ovim koridorom (UNECE, 2016).

Linijski promet u pročelju održava 50-ak brodarskih kompanija, često zajednički, pristajući samo u jednoj sjevernojadranskoj luci u skladu s interesom menadžmenta luke ili povezuju sve tri luke. Na linijama iz Kine i Dalekog istoka i prema njima linijski servis je u rjeđim slučajevima direktan kada je sjevernojadranska luka krajnja destinacija, a češće je to *feeder* servis koji prometuje između sjevernojadranskih luka i mediteranskih luka koje se koriste kao *transshipment* prometna čvorišta (npr. Cagliari, Gioia Tauro, Taranto, La Valetta). Dva do četiri direktna linijska servisa za Daleki istok održavaju linije jednom tjedno. Direktni servisi za destinacije u Mediteranu su češći, a mogu biti svakodnevni, tjedni ili povremeni

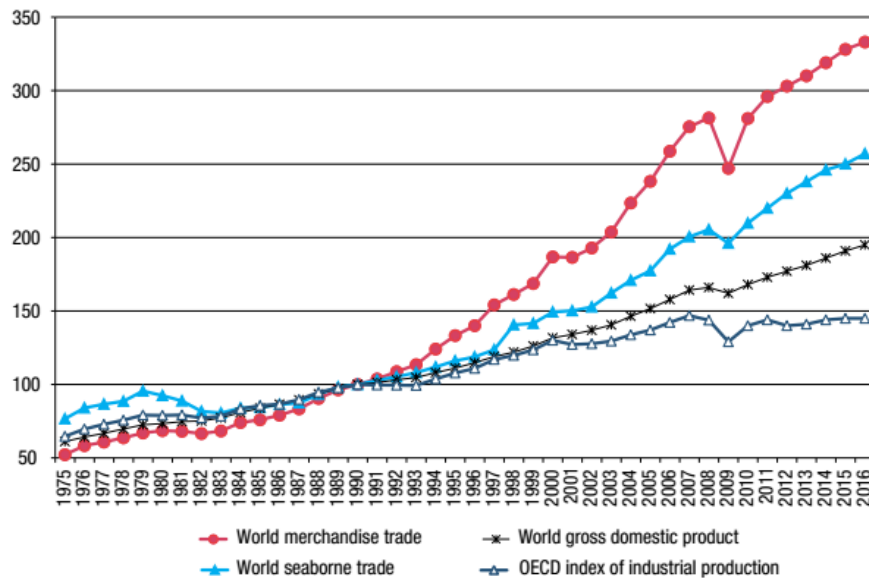
(Hlača i sur., 2014; Karmelić, 2014). Unatoč frekventnosti linijskog servisa i kontinuiranog godišnjeg rasta prometa robe, sjevernojadranske luke zajedno participiraju tek u oko 10 % ukupne količine robe koja prolazi Sueskim kanalom i te činjenice govore o prilici i potencijalu sjevernojadranskog područja da značajnije participira u mediteranskim robnim tokovima.

### **2.3. Društveno-gospodarski čimbenici formiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području**

Robni tokovi predstavljaju kretanje neke kapitalne vrijednosti pa je, prema tome, zakonitost tog kretanja u skladu sa zakonitostima kretanja kapitala općenito. Kapital i druge kapitalne vrijednosti, pa i robe i usluge, koncentriraju se u centrima kapitalne moći. Tako je i intenzitet robnih tokova najveći između tih strateških centara. Društveno-ekonomski razvitak ima svoju povijesnu dimenziju pa se i lokacija najvećih financijskih centara u svijetu mijenjala. Iako je BDP po glavi stanovnika dobar pokazatelj gospodarske moći, brzorastuće ekonomije svijeta u Kini, Indiji, Brazilu i Južnoj Koreji pokazuju da je veličina ukupnog obrtaja kapitala važnija za formiranje robnih tokova. Kapital koji se kreće prema mnogoljudnim tržištima ne mora računati na velike investicije i kapitalne projekte, već na množinu potražnje manjih vrijednosti. Tako je danas uslijed trgovinske razmjene SAD-a i Kine taj prometni pravac daleko najintenzivniji robni tok u svijetu, a bez značajnih recipročnih investicija. Poput geoprometnih čimbenika ni društveno-gospodarski čimbenici nisu u svom djelovanju neovisni i nepromjenjivi. Dapače, osjetljivi su o međunarodnim odnosima, gospodarskim i političkim odlukama, cijenama strateških energenata i ratnim sukobima. Tu leže i razlozi zašto i male i nerazvijene zemlje imaju svoju priliku iskoristiti svoje geoprometne čimbenike te pametnom politikom i udruživanjem u okviru društveno-ekonomskih čimbenika participirati u formiranju i intenziviranju robnih tokova.

#### **2.3.1. Intenzitet i struktura svjetskih pomorskih robnih tokova**

Bruto domaći proizvod (BDP) na godišnjoj razini relevantan je pokazatelj snage i smjera kretanja gospodarstva. Rast BDP-a je uvijek komplementaran s rastom svjetske trgovinske razmjene, pomorskog prometa i industrijske proizvodnje (Grafikon 2.).

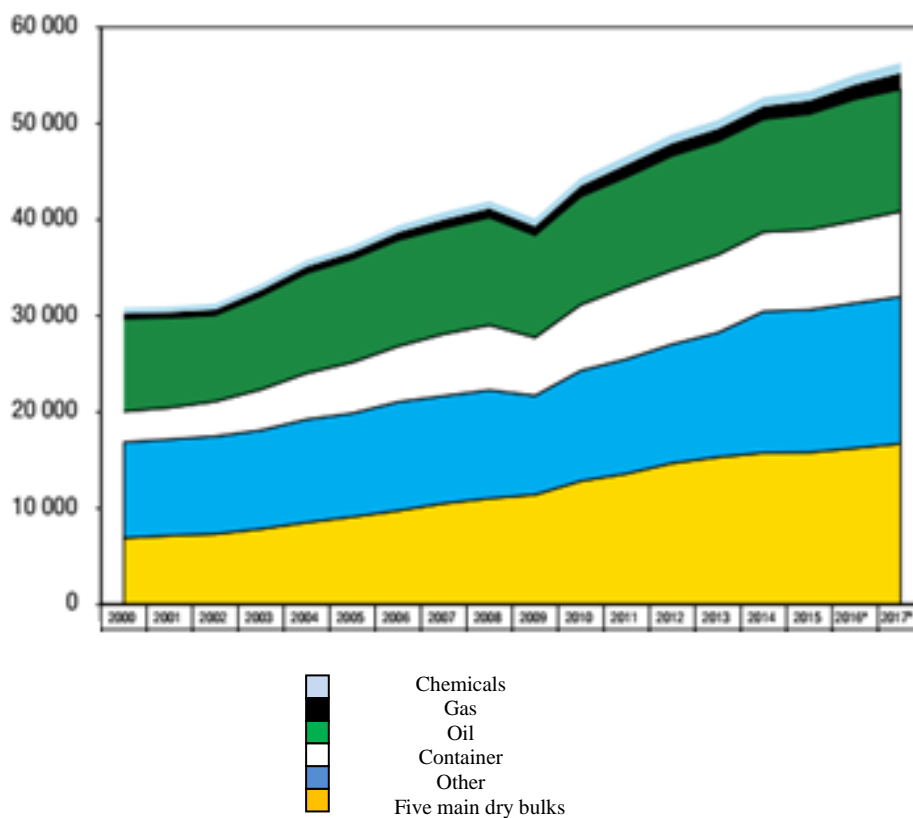


\*World mercantile trade – svjetska trgovinska razmjena, World gross domestic product – svjetski bruto domaći proizvod, World seaborne trade – svjetska pomorska trgovina, OECD index of industrial production – indeks industrijske proizvodnje OECD-a

**Grafikon 2.** OECD indeks industrijske proizvodnje i svjetski indeksi BDP-a, trgovinske razmjene i pomorskog prijevoza

Izvor: UNCTAD/RMT, 2017; modificirano

Intenzitet, dinamika i smjer svjetskih robnih tokova formiraju se između snažnih gospodarskih središta i mijenjaju se u skladu s promjenama odnosa tih snaga. Unatoč padu stope rasta BDP-a na svjetskoj razini s 2,6 % u 2015. na 2,2 % u 2016. g. (UNCTAD/RMT, 2017) sama činjenica rasta BDP-a garantira povećanje pomorskog prometa, a osobito na konsolidiranim prometnim pravcima kao što je prometni pravac koji prolazi Sueskim kanalom i Mediteranom. U svjetskim robnim tokovima dominantni prometni pravci su: Sjeverna Amerika – Istočna Azija, Europa – Istočna Azija i Sjeverna Amerika – Europa. Sjevernojadranske luke minimalno participiraju u robnim tokovima Mediterana. Jednako se može tvrditi i za sve luke istočnog Mediterana i Crnog mora. Ove činjenice govore o prometnom potencijalu sjevernojadranskog područja koji rastom pomorskog prijevoza postaje sve veći i na taj način povećava mogućnost participacije u pomorskim robnim tokovima, poglavito u okviru geoprometnih komparativnih prednosti. Intenzitet svjetskih pomorskih robnih tokova bilježi kontinuiranu dinamiku rasta u periodu 2000. – 2017. g. što je razvidno iz Grafikona 3. Navedena dinamika odnosi se na sve vrste robnih tokova.



\*Chemicals – kemikalije, Gas – plin, Oil – nafta, Container – kontejner, Other – ostalo, Five main dry bulks – pet glavnih vrsta rasutih tereta

**Grafikon 3.** Intenzitet, struktura i dinamika pomorskih robnih tokova u svijetu u periodu 2000. – 2017. g. (u milijardama ton-milja)

Izvor: UNCTAD/RMT, 2017; modificirano

Intenzitet kontejnerskih tokova tereta na glavnim prometnim pravcima između Istoka i Zapada u razdoblju od 2014. do 2017. g. prikazan je u Tablici 1. Upravo je kretanje kontejnera ključni pokazatelj svjetskog robnog prometa (Poletan Jugović, 2017).

**Tablica 1.** Intenzitet i smjer globalnog pomorskog prometa kontejnera u razdoblju  
2014. – 2017. g. (u mil. TEU)

| Godina/<br>period                     | Trans-<br>pacički<br>Istočna<br>strana | Zapadna<br>strana                         | Azija-Europa<br>Istočna strana                         | Zapadna<br>strana   | Trans-<br>atlantski<br>Istočna<br>strana                            | Zapadna<br>strana  |
|---------------------------------------|--|---|--|---|---|--|
|                                       | Istočna Azija<br>– Sjeverna<br>Amerika | Sjeverna<br>Amerika –<br>Istočna<br>Azija | Sjeverna Europa i<br>Mediteran prema<br>istočnoj Aziji | Istočna Azija<br>prema<br>sjevernoj<br>Europi i<br>Mediteranu | Sjeverna<br>Amerika<br>prema<br>sjevernoj<br>Europi i<br>Mediteranu | Sjeverna Europa<br>i Mediteran<br>prema Sjevernoj<br>Americi |
| 2014.                                 | 15,8                                   | 7,4                                       | 6,8  | 15,2  | 2,8   | 3,9  |
| 2015.                                 | 16,8                                   | 7,2                                       | 6,8  | 14,9  | 2,7   | 4,1  |
| 2016.                                 | 17,7                                   | 7,7                                       | 7,1  | 15,3  | 2,7   | 4,3  |
| 2017.                                 | 17,9                                   | 8,2                                       | 7,6  | 15,5  | 2,9   | 4,5  |
| <b>Godišnji postotak promjene (%)</b> |  |   |  |   |   |  |
| 2014-2015.                            | 6,6                                    | -2,9                                      | 0,0  | -2,4  | -2,4  | 5,6  |
| 2015-2016.                            | 5,2                                    | 7,3                                       | 4,0  | 2,8   | 0,5   | 3,3  |
| 2016-2017.                            | 1,0                                    | 6,4                                       | 7,3  | 1,8   | 6,7   | 4,5  |

Izvor: UNCTAD/RMT, 2017; modificirano

Prema podacima iz Tablice 1. razvidno je da je 2017. g. ukupni kontejnerski promet između istočne Azije i Sjeverne Amerike s jedne strane i sjeverne Europe i Mediterana s druge strane iznosio 30,5 milijuna TEU. Pri tome je smjer robnog toka između Europe i Azije dvostruko intenzivniji prema Europi, nego prema Aziji. Ukoliko 43 % ukupnog europskog kontejnerskog prometa prolazi Mediteranom (Hlača i sur., 2014), onda sjevernojadranske luke imaju potencijal participirati u robnom toku od 13 milijuna TEU prekomorskog prometa (Slika 1.).



**Slika 1.** Godišnji promet Sueskog kanala u 2017. g. i potencijal participacije sjevernojadranskih i ostalih mediteranskih luka u mediteranskom, kontejnerskom robnom toku

Izvor: Hlača i sur., 2014; Suez Canal Authority, 2017; modificirano

Prema projekcijama UNCTAD-a za period 2017. – 2022. g., predviđa se opći rast pomorskog prijevoza po stopi od 3,2 %, a prema strukturi rast kontejnerskog prijevoza po stopi od 5 %, rasutog tereta (5 osnovnih – željezna rudača, žitarice, ugljen, boksit i fosfati) 5,6 %, nafte 1,2 % te rafiniranih goriva i plina 1,7 % (UNCTAD/RMT, 2017).

Vodeći se tezom da regionalni ekonomski rast rezultira regionalnim povećanjem prijevoza tereta (Banister and Berechman, 2001; Goh and Ang, 2000; Hesse and Rodrigue, 2004), može se govoriti o asimetričnom rastu uvoza i izvoza u zemljama zapadne i istočne Europe. Tako se rast uvoza u dvadesetogodišnjem razdoblju (1996. – 2015. g.) kreće od < 40 % u zapadnoj Europi do > 630 % na krajnjem istoku. Slično je (uz izuzetke Portugala i Španjolske) s rastom izvoza koji se u istom razdoblju kreće od < 70 % u zapadnoj Europi do > 740 % u istočnoj. S obzirom na to da se ovaj vrlo visoki rast uvoza i izvoza odnosi i na države koje se nalaze u gravitacijskom području sjevernojadranskih luka, ovi podaci predstavljaju temelj NAPA projekcija. Sukladno jačanju gospodarstava država srednje Europe raste i promet u lukama NAPA. Promet kontejnera u lukama NAPA pokazuje kontinuirani rast, uz manja odstupanja kao rezultat opće recesije iz 2008. g., i različitih, više ili manje uspješnih mjera poduzetih radi prevladavanja krize te stabilizacije i konsolidacije poslovanja. Ukupan rast kontejnerskog prometa u NAPA lukama u desetogodišnjem razdoblju (2006. – 2016. g.)

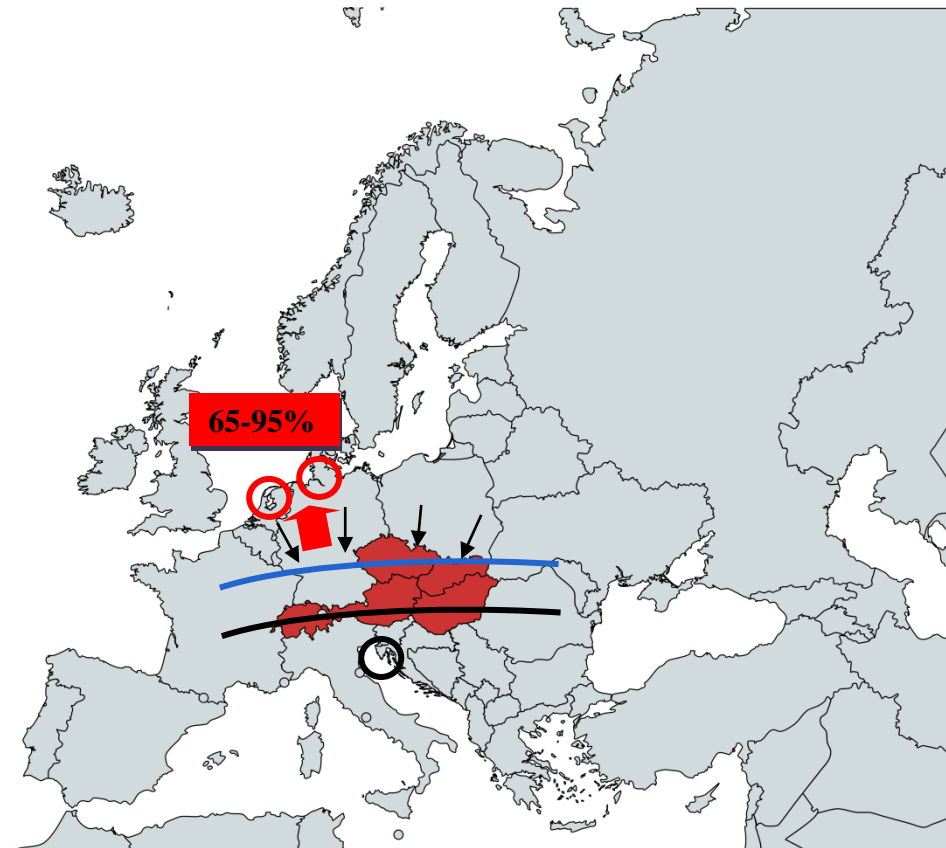


iznosio je 248 % (Božičnik, 2017). Izneseni podaci podupiru tvrdnje o potencijalu razvoja i perspektivi sjevernojadranskog područja.

### **2.3.2. Vrijednost i snaga interesnog tržišta sjevernojadranskih luka**

Mnogobrojni čimbenici utječu na formiranje robnih tokova. Broj stanovnika, gospodarska snaga i gravitacijsko područje proistječu iz prethodno opisanih čimbenika formiranja robnih tokova sukladno već spomenutim uzajamnim spregama. Prometni kapaciteti, infrastruktura i kvaliteta prometne usluge također su posljedica geoprometnih i društveno-gospodarskih čimbenika. U svrhu analiziranja robnih tokova u Europi Etis grupa je u okviru projekta Europske unije (Seventh Framework Programme, 2014; Hlača i sur., 2014) provela istraživanje u kojem je iz praktičnih i didaktičkih razloga europski prostor podijeljen na sjeverni i južni dio. Granica sjevernog i južnog europskog prostora u svom istočnom dijelu poklapa se s granicom gravitacijskog područja sjevernojadranskih luka. Ovako podijeljen europski prostor analiziran je s pozicije vrijednosti i snage interesnog tržišta. Kao vrijednosti ispitivani su broj stanovnika, BDP i promet roba. Utvrđeno je da u sjevernom dijelu živi 69 % stanovništva, a da vrijednost BDP-a južnog dijela iznosi samo 60 % vrijednosti sjevernog. Ako se analizira samo središnji dio Europe, onda BDP južnog dijela iznosi manje od 50 % BDP-a sjevernog dijela. Prema podacima kontejnerskog prijevoza u ova dva prostora razvidno je da u uvoznoj komponenti južni dio ima promet od samo 53,58 % prometa sjevernog, odnosno samo 38,71 % ako se promatra isključivo središnji dio. U izvoznoj komponenti promet južnog dijela iznosi 60 % prometa sjevernog, a samo 41,42 % ako se promatra isključivo središnji dio. Ovakav odnos snaga neminovno rezultira činjenicom da se gravitacijsko područje sjevernoeuropskih luka proteže preko zamišljene granice južnog dijela Europe, značajno participirajući u „stranom“ gravitacijskom području. Tako je 2009. g. Rotterdam bio glavna uvozna, a Hamburg glavna izvozna austrijska luka iako po geoprometnim pokazateljima Austrija pripada gravitacijskom području sjevernojadranskih luka (Hlača i sur., 2014). Prema podacima Merka i Hessea (2012) sjevernoeuropske luke zauzimaju tržište robnog prometa u Češkoj, Slovačkoj, Austriji, Švicarskoj i Mađarskoj u razmjerima 65 – 95 % (Zemljovid 2.). Geoprometna granica gravitacijskog područja sjevernojadranskih luka potisnuta je gotovo na liniju državnih granica Italije, Slovenije i Hrvatske. Vrijednost i snaga tržišta sjevernoeuropskih zemalja, koje se očituju u veličinama BDP-a, industrijske proizvodnje, trgovinske razmjene i pomorskog prometa, zajedno s većim brojem stanovnika te povijesnim i političkim prilikama, dovode do širenja područja utjecaja i

osvajanja novih tržišta na teret slabije razvijenih južноеuropskih zemalja i njihovih prometnih čvorišta unatoč prednostima koje mogu imati u geoprometnom smislu.



**Zemljovid 2.** Geoprometna granica gravitacijskog područja sjevernojadranskih luka (plava linija) i stvarna, tržišna granica s prometom robe u 2012. g. (crna linija)

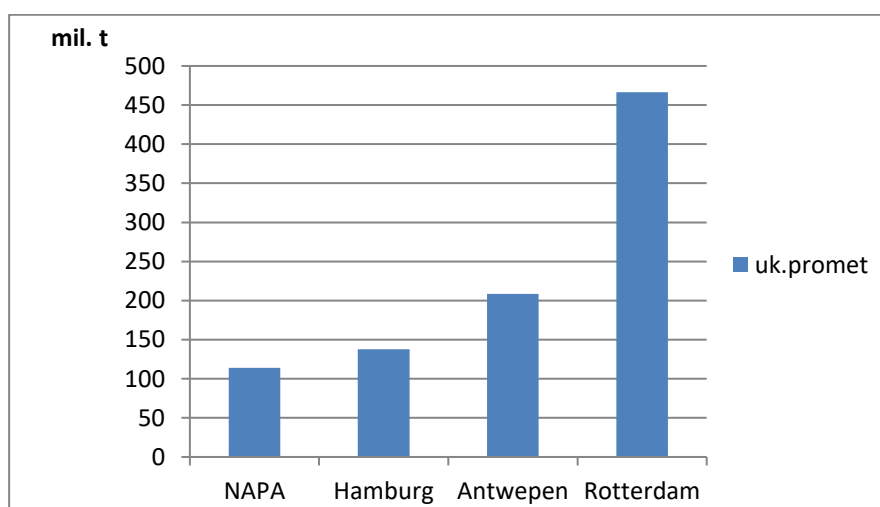
Izvor: Merk i Hesse, 2012; Mapchart.net, 2018; modificirano

#### **2.4. Stanje robnih tokova u sjevernojadranskom području i širem prometnom okruženju**

Robni tokovi u sjevernojadranskim lukama pokazuju kontinuirani rast u razdoblju 2005. – 2016. g. koji iznosi ukupno 25 %. Ovaj rast od 2,1 % godišnje prati rast BDP-a na razini Europske unije u istom razdoblju, ali je manji u odnosu na prosječan rast pomorskog prometa (trgovinske razmjene) u tranzicijskim zemljama. Značajno je podsjetiti da dvije od tri sjevernojadranske luke pripadaju zemljama tranzicije, a da se rast intenziteta robnih tokova u promatranom razdoblju pojedinačno ne odnosi na luku Rijeka koja je veličinu prometa iz

2005. g. dostigla tek 2016. g. U strukturi roba prevladava tekući teret koji čini polovicu prekrcajne robe s predominacijom luke Trst koja ujedno ima i najveći promet rasutog i generalnog tereta. Luka Kopar dominira u prometu kontejnera i automobila. Očekuje se daljnji rast ukupnog prometa robe u sve tri luke, osobito kontejnerskog prometa, a posebno u luci Rijeka te stagnacija prometa tekućih tereta (Port of Rijeka, 2018; Port of Koper, 2018; Trieste Port Authority, 2018).

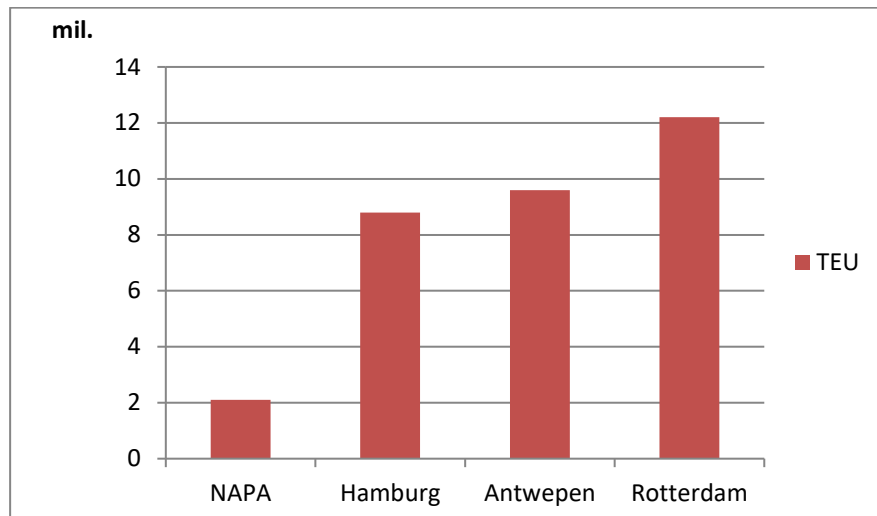
I druge luke sjevernog Mediterana i Crnog mora poduzimaju mjere za povećanje prekrcaja robe participirajući u mediteranskim robnim tokovima, osobito onima koji prolaze Sueskim kanalom. Luke Barcelona, Marseilles i Genoa udružene kao *Intermed Gateways* (Terrier, 2018) nastupaju na tržištu s gotovo istim argumentima kao i NAPA. Iako realno predstavljaju konkurenciju sjevernojadranskim lukama, ne radi se o megalukama, a njihova gravitacijska područja su različita i ne preklapaju se značajno, već samo rubno. Roba namijenjena tom tržištu teško će doći u sjevernojadranske luke i obratno. Pravo konkurentno okruženje sjevernojadranskim lukama su zapravo sjevernoeuropske luke čije gravitacijsko područje duboko zadire u gravitacijsko područje sjevernojadranskih luka. Osim toga, robni tokovi prema sjevernoeuropskim lukama su toliko intenzivni i dinamični da u svjetlu aktualne politike razvoja prometa u Europskoj uniji predstavljaju ekološke „crne točke“ prometa zbog kojih se provodi ekološki osviještena politika razvoja. Perspektive razvoja sjevernojadranskih luka mogle bi se, dakle, djelomično naslanjati baš na robne tokove sjevernoeuropskih luka u okviru politike održivog razvitka prometa u Europi. Godišnji promet luke Rotterdam je 2015. g. bio 4 puta, a luke Antwerpen 2 puta veći od prometa svih NAPA luka (Grafikon 4.).



**Grafikon 4.** Ukupni promet u najvećim europskim i NAPA lukama u 2015. g.

Izvor: About NAPA, 2016; modificirano

Kontejnerski promet je u Rotterdamu bio 6 puta, u Antwerpenu 5 puta, a u Hamburgu 4 puta veći od prometa u svim NAPA lukama zajedno (Grafikon 5.) (About NAPA, 2016).



**Grafikon 5.** Promet kontejnera (TEU) u najvećim europskim i NAPA lukama u 2015. g.

Izvor: About NAPA, 2016; modificirano

Očito je da se dio tog „viška“ robe koja prirodno gravitira sjevernojadranskom području može privući ukoliko se stvore temeljni uvjeti za prihvat, pruži kvalitetan lučki servis i ponudi kvalitetna usluga na prometnom pravcu kojim se roba otprema prema odredištu.

### **3. ODRŽIVI RAZVITAK I EKSTERNI TROŠKOVI U FUNKCIJI FORMIRANJA I PLANIRANJA ROBNIH TOKOVA**

Osim ekonomske i socijalne dobrobiti koje općenito dolaze razvitkom, održivi razvitak brine se i o okolišnoj dimenziji uzimajući iz okoliša onoliko koliko u okoliš može vratiti te ga tako sačuvati za buduće generacije. Dimenzija okoliša je ono što razlikuje održivi razvitak od drugih oblika razvitaka (npr. industrijski razvitak). Održivost je i pitanje kulture življenja koja degradacijom okoliša nema budućnost pa se može smatrati i egzistencijalnim čimbenikom.

#### **3.1. Pojam i principi održivog razvitka prometa**

Održivi razvitak označava razvitak u skladu sa zaštitom okoliša. Principi održivosti generalno se ugrađuju u strategije razvoja kojim se ne smije ugroziti okoliš, već razvoj napreduje onoliko koliko to okoliš dopušta, tj. proporcionalno sa zaštitom okoliša. Isti principi vrijede i za prometni sektor.

Transport je esencijalna komponenta europske ekonomije s učešćem od 7 % BDP-a, a zapošljava 5 % zaposlenika EU. Svaka intervencija u prometni sektor je osjetljiva jer osim učinaka na sam sektor utječe i na one sektore koji koriste prometne usluge. Zato Europska politika prijevoza (*European Transport Policy – ETP*) provodi potrebne promjene postupno, ali odlučno ulažući značajna financijska sredstva (400 milijardi €). Promjene su već vidljive, ne još u svim područjima interesa (primjerice, narušeni pejzaž i bioraznolikost), ali svakako u segmentu sigurnosti prometa (primjerice, manji broj prometnih nesreća) te u smanjenju štetnih emisija i poboljšanju kvalitete zraka (nastavno i poboljšanju zdravlja) (EC, 2009).

U cilju smanjenja utjecaja prijevoza na okoliš potrebno je provoditi čitav niz mjera poštujući pri tome sve elemente održivosti. Među spomenutim mjerama koje u prometnom sektoru potiču održivost mogu se istaknuti:

- veće učešće korištenja nefosilnih goriva
- uvođenje modernih tehnoloških rješenja u cilju smanjenja štetnih emisija i buke
- smanjenje izloženosti štetnim emisijama promjenom modaliteta prijevoza i/ili premještanjem prometnih terminala izvan mjesta stanovanja

- politikom cijena stimulirati ekološki prihvatljivije oblike prijevoza
- korištenjem informatičke tehnologije povećati protočnost prometa, a smanjiti zagušenja
- valorizacijom i optimizacijom prometnih koridora učiniti ih rentabilnim, a istovremeno ekološki prihvatljivim
- poreznom politikom stimulirati promjene.

Konkretno mjere koje se u tom smislu provode na razini EU su porezi na goriva, koji čine 1,9 % BDP-a EU, a daljnjih 0,6 % čine porezi na vozila. Tu su i ekološki porezi (porezi na zagađenje), osobito na emisiju CO<sub>2</sub> koji su uvele neke zemlje Unije. Infrastrukturni troškovi cestovnog prijevoza i održavanje procjenjuju se na 1,5 %, a eksterni troškovi dosežu 2,6 % BDP-a Unije.

Internalizacija eksternih troškova, tj. naplata troškova štetnog utjecaja prometa na okoliš, nameće se kao obveza, ne samo zbog veličine tih troškova, već i zbog tržišnog principa da zagađivač plaća zagađenje koje je prouzročio, a ne zajednica koja trpi posljedice zagađenja. Ove principe politika prijevoza EU još nije sustavno provela (EC, 2014).

### **3.2. Obvezujući dokumenti i smjernice održivog razvitka prometa**

Konferencija Ujedinjenih naroda o okolišu i razvitku (*United Nations Conference on Environment and Development – UNCED*) u Rio de Janeiru je 1992. g. Deklaracijom i Akcijskim planom za 21. stoljeće (Agenda 21, 1992) postavila temelje i načela održivog razvitka. Milenijska deklaracija Ujedinjenih naroda (*United Nations Millennium Declaration*) iz 2000. g. i Plan provedbe milenijjskih ciljeva usvojen na Svjetskom sastanku na vrhu o održivom razvitku 2002. g. u Johannesburgu (*World Summit on Sustainable Development – WSSD*) dali su principu održivosti snažnu političku potporu i operativne smjernice provedbe. Temeljem ovih dokumenata donose se regionalni strateški dokumenti kao što su Mediteranski akcijski plan (*The Mediterranean Action Plan – MAP*, 1995) i Konvencija o zaštiti morskog okoliša i obalnog područja Sredozemlja (Barcelonska konvencija, 1995), na osnovi kojih je 2005. g. u Ateni donesena Mediteranska strategija održivog razvitka (UNEP/MSSD, 2005) i Portoroška deklaracija (UNEP/MED, 2005). Godine 2016. usvojena je nova Mediteranska strategija održivog razvitka za razdoblje 2016. – 2025. g. tzv. Plavi plan (UNEP/MAP, 2016).

Istaknuti principi održivosti primjenjuju se i vrijede u svim djelatnostima proizvodnje i usluga pa tako i u sustavu transporta. Definirani su u Bijeloj knjizi (*Transport White Paper*) 2001. g. i nadopunjeni 2006. g. zalažući se za održivu mobilnost putnika i robe (White Paper, 2001). To je temeljni dokument politike održivog razvitka prometa u Europskoj uniji i obvezujući je za sve zemlje članice. Degradacija okoliša, a osobito klimatske promjene koje su u značajnom dijelu posljedica aktivnosti u prometnom sektoru nalažu brzu izmjenu legislative Europske unije s trendom podizanja kriterija održivosti, ubrzanja provođenja reformi i poticanja, osobito novih članica Unije, da dostignu propisane europske standarde (EC, 2009). Sve su to razlozi zbog čega je Europska komisija 2011. g. donijela novu Bijelu knjigu za sektor transporta za razdoblje do 2020. g., ali definira i mjere za dugoročno razdoblje do 2030. i 2050. g. (White Paper, 2011). Sve mjere i postupci koji se predviđaju moraju biti i jesu u skladu s ovim dokumentom koji predviđa smanjenje emisije stakleničkih plinova u prometnom sektoru za 60 % do 2050. g. u odnosu na 1990. g. EU ističe da je poštovanje usvojenih standarda njezin najvažniji politički instrument, a da je internalizacija eksternih troškova jedan od najvažnijih alata prometne politike kojim će se postići zacrtani cilj. Smjernice politike održivog razvitka općenito i razvitka u prometnom sektoru pretočene su u nacionalne strategije razvitka.

Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske usvojena je u Hrvatskom saboru 2009. g. Načela i ciljevi Strategije, u odnosu na problem istraživanja u ovoj disertaciji, posebno ističu:

- zaštitu ljudskog zdravlja
- uporabu najbolje moguće dostupne tehnologije
- načelo „onečišćivač plaća“ za onečišćenja koja nanosi okolišu.

Navedena načela služe općim ciljevima Strategije među kojima se ističu izgradnja kvalitetnog javnog zdravstva, praćenje stanja okoliša učinkovitim sustavom kontrole emisija i poduzimanje mjera za ublažavanje klimatskih promjena, odnosno prilagodba klimatskim promjenama te minimiziranje ljudskih utjecaja na njihovo nastajanje (Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske, 2009).

Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. g. (Vlada RH, 2014) ponajprije naglašava održivost kao glavni princip razvitka. U razradi operativnih mjera poglavito ističe izbjegavanje, smanjenje i ublažavanje utjecaja prometa na okoliš kroz smanjenje emisije stakleničkih plinova i atmosferskog zagađenja. Strategija se

izrijekom provodi prema europskim smjernicama. Izgradnjom zelenih teretnih koridora Strategija predviđa do 2030. g. preusmjeriti 30 %, a do 2050. g. više od 50 % cestovnog teretnog prijevoza na udaljenostima većim od 300 km prema željezničkom i pomorskom prijevozu te prijevozu unutrašnjim vodama. Slično se planira i za putnički promet te se naglašava opredjeljenje da RH mora biti dio TEN-T mreže (Ministarstvo mora RH, 2013).

U Strategiji se naglašava važnost razvoja hrvatskih luka te se ističe da je luka Rijeka dio osnovne TEN-T mreže i dio Mediteranskog koridora: Ljubljana/Rijeka – Zagreb – Budimpešta – ukrajinska granica, a da je luka Ploče dio sveobuhvatne TEN-T mreže. Intermodalni prijevoz ističe se kao modalitet prvog izbora, a s tim u vezi i potreba izgradnje novog željezničkog pravca od Rijeke do Mađarske kao najvažniji projekt za daljnji razvoj luke Rijeka i teretnog pomorskog prometa. Strategija jasno određuje i prihvaća načela da „plaća korisnik” i „plaća onečišćivač”.

Uzimajući u obzir navedene europske i svjetske trendove u sektoru prometa, dokumente i smjernice Europske komisije, Strategije održivog razvitka i prometnog razvitka RH može se i mora zaključiti:

- eksterni troškovi prometa postaju bitan čimbenik prometnog planiranja i odlučivanja, počevši od cijene, oblika i pravca prijevoza, preko segmenata u lancu transportnih logističkih usluga pa sve do strateškog odlučivanja na prometnim koridorima. Na taj način eksterni troškovi impliciraju sve veći utjecaj na intenzitet, dinamiku i strukturu robnih tokova.

Republika Hrvatska je 2007. g. ratificirala Protokol iz Kyota i time preuzela obvezu smanjenja emisije stakleničkih plinova iz antropogenih izvora za 5 % za razdoblje od 2008. do 2012. g. u odnosu na referentnu 1990. g. Ulaskom u EU preuzela je i obveze Unije koje su znatno zahtjevnije. Štoviše, vodeće zemlje Unije već su dostigle zacrtane kratkoročne ciljeve u ograničenju emisija te postavljaju još više ciljeve za isto vremensko razdoblje. Tako se već predviđa obveza smanjenja emisije stakleničkih plinova do 2030. za 40 %, a do 2050. za 80 % u odnosu na referentnu 1990. g. (Nacionalni portal, 2013).

Na tom tragu je i najnoviji Pariški sporazum iz 2015. g. kojim se ograničava dopušteno globalno zagrijavanje za 1,5 °C u odnosu na predindustrijsko doba (prije 2 °C) te još rigoroznije regulira dopuštenu emisiju stakleničkih plinova (Pariški sporazum, 2016).

Ovakvi trendovi ukazuju na nužnost internalizacije eksternih troškova i afirmaciju tih troškova kao čimbenika odlučivanja u svim poslovnim segmentima transportnog sektora. Pri



tome se ne može zaobići ni uloga eksternih troškova prilikom valorizacije i optimizacije prometnih pravaca kao segmenta odlučivanja unutar transportne mreže.

### **3.3. Zelena logistika kao imperativ održivog razvitka prometa**

Klimatske promjene dugo su vremena bile faktor u postupku donošenja odluka samo u nekim područjima života. Danas su postale tema s kojom se mora računati u svakodnevnom životu, postale su važan čimbenik razvoja i upravljanja rizicima. Odgovori na rizike uvjetovane klimom još uvijek su opterećeni neizvjesnostima u pogledu veličine i dinamike promjena koje utječu ili će utjecati na socioekonomsku stabilnost. Adaptacija na nove uvjete života i rada nužna je zbog zadržavanja standarda modernog života, a moguća je samo u okvirima principa održivosti. Zelena logistika u sektoru transporta predviđa poštovanje tih principa na svim razinama mreže transportnog lanca u čijem je svakom segmentu odlučivanja nazočan i ekološki element. Usporavanje globalnog zatopljenja u onim okvirima u kojima participira transportni sektor postalo je načelo bez kojeg se danas ne može zamisliti politika transporta (IPCC, 2014). Emisiju CO<sub>2</sub> nužno je smanjiti za 20 % u odnosu na 1990. g., a istovremeni rast transportnog sektora nužno povećava emisiju. Integralan pristup problemu na platformi zelene logistike nužan je da bi svi segmenti transportnog lanca radili na zeleni način. Menadžment i marketing transportnog sektora dužan je proizvesti zeleni proizvod, standard transportne usluge prepoznatljiv kao zeleni, *eco-friendly*, a istovremeno konkurentan na tržištu. Također, podizanjem društvene svijesti, ali i stimulativnom politikom (nameti i olakšice), kupci se potiču da koriste upravo zelene proizvode i usluge. Nastoji se stvoriti zeleni transportni brend označen zelenom naljepnicom (*green label*) kao oznakom održivosti transporta budućnosti (Eidhammer i Andersen, 2010).

Zelena logistika promovira održivost, mobilnost i pristupačnost (Poletan Jugović i Vukić, 2016). Paket mjera zelenog transporta (*The Greening Transport Package*) koji je donijela Europska komisija 2008. g. predstavlja daljnji pomak transporta prema održivosti. Ova strategija osobito naglašava politiku cijena transporta koja zahtijeva veću socijalnu osjetljivost na prouzročene ekološke štete i zagušenja, politiku naplate cestarina koja potiče zeleni transport i mjere za smanjenje buke u željezničkom prometu (EC, 2008). Zelena legislativa danas se uvodi širom svijeta pa čak i u humanitarni opskrbeni lanac rukovodeći se principom najmanje moguće štete za okoliš.

Pojam „trošak prijevoza“, koji je nekad podrazumijevao isključivo cijenu prijevoza, danas se prepoznaje i u značenju eksternih troškova logističkog opskrbenog lanca. Kako je

transportna mreža globalnog karaktera, tako i „zelena“ legislativa mora biti povezana, najprije u regionalnim i internacionalnim okvirima, a zatim kontinentalno i globalno. U tom smislu određeni su i standardi, primjerice, Sustavi upravljanja okolišem (*Environmental Management Systems – EMS*) i *monitoring* kojim se kontrolira kvaliteta, osobito u području prikupljanja odnosno odlaganja otpada kao i ispravnosti transportnih vozila, potrošnje goriva i optimizacije korisnog prostora (White, 2015).

Sustav tarifa u lukama također se prilagođava principima zelene logistike. Popustima se stimulira uplovljavanje brodova s odgovarajućim zelenim certifikatima, a nametima se potiče da se oni pribave. Uvode se i zabrane uplovljavanja za brodove s prekoračenjem emisija, čime se stimulira moderniziranje flote brodovima s ugrađenim zelenim tehnološkim rješenjima. Isto se odnosi i na kvalitetu usluge u lukama. Propisi koji obvezuju korištenje goriva s niskim udjelom sumpora prilikom uplovljavanja, sprječavanje emisija u lukama korištenjem tehnologije priključka električne struje na obali (*cold ironing*) te uporabom lučkih prekrcajnih i prijevoznih strojeva na električni pogon nastoji se i lukama pribaviti zeleni certifikati kojima će ostvariti pogodnosti u poslovanju i koji će se koristiti u promotivne svrhe.

### **3.4. Eksterni troškovi kao indikator održivosti i konkurentnosti prometnog pravca**

Prema Priručniku o eksternim troškovima prijevoza, izmijenjenog i dopunjenog 2014. g. (Korzhenevych i sur., 2014), bez političke intervencije i propisa eksterni troškovi neće se uračunati u troškove prilikom donošenja odluka u sektoru prijevoza.

Internalizacija eksternih troškova doslovno podrazumijeva da će eksterni troškovi biti važan čimbenik u postupku donošenja odluka svih dionika u sektoru prijevoza. To je u skladu s načelima i ciljevima Bijele knjige, ali i istraživačkih projekata i sukcesivne primjene propisa koje podržava i financira Europska komisija. Najbolji primjer takve politike jest i spomenuti priručnik koji na jednom mjestu donosi sve elemente i alate za objektivnu procjenu eksternih troškova u praksi.

Eksterni troškovi predstavljaju troškove transporta koji su nastali zbog negativnog utjecaja transporta na prirodu i društvo kao što su zagušenja u prometu, prometne nezgode, buka, zagađenje zraka, klimatske promjene, tehnološki procesi proizvodnje, distribucije i potrošnje nafte i naftnih derivata i drugih energenata (*upstream and downstream processes*) i infrastrukturni troškovi (*infrastructure, tear and wear or pavement cost*). Eksterni troškovi u cestovnom prometu su daleko najveći pa im se pridaje najveća važnost.

Sukladno navedenim činjenicama, Strategija održivog razvitka RH (2009) predviđa rast prometa uz smanjenje emisija, preusmjeravanje cestovnog prometa na željeznički promet i druge, energetske učinkovitije i za okoliš povoljnije oblike prijevoza. Činjenica je da eksterne troškove ne plaća ni proizvođač robe ni prodavatelj, ni prijevoznik ni kupac, a da veličina tih troškova doseže 20 % cijene prijevoza u cestovnom i 11 % u željezničkom prometu (Austin, 2015). Principi da korisnik plaća (*user pays*) i zagađivač plaća (*polluter pays*) znače da tržišno utemeljenim instrumentima navedeni troškovi ulaze u postupak donošenja odluka prijevoznika i dionika čitavog transportnog lanca (Van Essen i sur., 2012). U skladu s veličinom eksternih troškova na tržišnim principima će se odlučivati kojim putem i kojim oblikom prijevoza će se obaviti naručena usluga.

Projekt Marco Polo jedan je od mnogobrojnih projekata u sektoru prometa koje podržava i financira Europska unija. Cilj projekta je umanjiti cestovna zagušenja i zagađenja okoliša promocijom premještanja cestovnog prijevoza u zelenije oblike prijevoza kao što su željeznički, pomorski i prijevoz unutrašnjim vodama. Projekt zagovara principe održivosti da svaki postupak mora imati ekonomsko, socijalno i ekološko značenje i isplativost (Marco Polo, 2016).

Projekt *Motorways of the Sea (MoS)* također promovira zelene oblike prijevoza zalažući se za kratke pomorske (*Short Sea Shipping*) i pomorsko-riječne relacije te destinacije dobro povezane sa zaleđem i cjelokupnim transportnim lancem umjesto alternativnog kopnenog prijevoza. Intermodalnim prijevozom, utemeljenim poglavito na pomorskom transportnom lancu, transport se pokušava učiniti sigurnijim, čistijim i efikasnijim (Motorways of the Sea, 2016). To je posebna prilika za Republiku Hrvatsku jer krak predviđenih plovnih pravaca iz istočnog Mediterana ulazi u Jadransko more. Kroz projekt morskih autocesta Europska unija predviđa lučka čvorišta koja će biti sveobuhvatno povezana s europskim prometnim koridorima, rijekama i kanalima i koja će biti u potpunosti servisno, logistički, sigurnosno i administrativno opremljena uz infrastrukturu direktnog pristupa s kopna i mora (Poletan Jugović i Sušan, 2013).

Pitanje praktične provedbe principa održivosti teretnog prijevoza i prometnog sustava općenito predmet je neslaganja prijevoznika i zakonodavca. Skuplji održivi prijevoz za prijevoznika nema kratkoročnog tržišnog opravdanja, a zakonodavac donosi mjere imajući na umu dugoročne ciljeve. U takvim odnosima ne može se očekivati da će tržišne mjere prisiliti prijevoznike na održivi teretni transport. Samo političke mjere (propisi) destimulirat će prijevoznike. Zato Demker (2012) smatra da je potrebna kombinacija tržišnih i regulatornih mjera prije nego tržište preuzme kompletnu regulaciju poslovnih odnosa u novim uvjetima

održivog prijevoza. Zalaže se za princip da svatko plaća samo svoj udio u zagađenju. Podizanjem društvene svijesti i stimulacijom prijevoznika i logističkih operatora na održivi prijevoz dugoročno bi trebalo dovesti do pada i anuliranja jeftinog prijevoza koji zagađuje okoliš i ugrožava zdravlje.

### **3.4.1. Eksterni troškovi kao indikator valorizacije prometnog pravca**

S obzirom na dosadašnja istraživanja i saznanja o eksternim troškovima postoji jasna potreba za analizom tih troškova za svaki oblik prijevoza i za svaki prometni pravac. To je važno radi objektiviziranja potrebe korištenja alternativnih oblika prijevoza u kontekstu eksternih troškova koji značajno utječu na društvo i kvalitetu života. Eksterni troškovi su važan indikator prometnog i ekonomskog razvitka zemlje (Vukić i Poletan Jugović, 2016).

S obzirom na to da su paneuropski prometni koridori vitalno značajni za Republiku Hrvatsku, da se najveća hrvatska luka Rijeka i glavni grad Zagreb nalaze na Paneuropskom koridoru Vb, da se Strategijom prometnog razvoja Republike Hrvatske predviđa izgradnja novog željezničkog pravca na tom koridoru i da je Republika Hrvatska, prema vlastitoj Strategiji i prema potpisanim dokumentima Europske unije, obvezna poštovati principe održivosti i smanjenje emisija općenito, a prometnog sektora posebno, valorizacija i optimizacija tog pravca ne može se realizirati bez kalkulacije eksternih troškova. Upravo je valorizirani prometni pravac onaj kojim intenzivno cirkuliraju robni tokovi.

Slijedom toga, može se predvidjeti da se bez kalkulacije eksternih troškova na prometnom pravcu ne može niti procijeniti njegova konkurentnost na tržištu prometnih usluga.

Politika prometnog sektora dugoročno će stimulirati zeleni, sigurni i čisti transport. Stimulativnim i represivnim mjerama ta će politika potaknuti promjene pravaca robnih tokova usmjeravajući ih prema zelenim pravcima, a odmičući ih od prometnih čepova i emisija štetnih po zdravlje ljudi. Eksterni će troškovi postati kompetitivni faktor te će mnogi prometni pravci na kojima su robni tokovi danas adinamični i slabog intenziteta postati konkurentni. S obzirom na zaostajanje u industrijskom razvitku u odnosu na susjedne zemlje, Sloveniju, Italiju i Mađarsku, upravo su zelena logistika i adekvatni, kvalitetni prometni pravci i oblici prijevoza s minimalnim učešćem eksternih troškova prilika jačanja intenziteta robnih tokova na teritoriju Republike Hrvatske bez obzira na krajnju cijenu prometnih usluga.

Prometni pravci i oblici prijevoza koji po kvantitativnom (troškovi prijevoza) i kvalitativnom (kvaliteta prometne usluge) kriteriju nisu bili konkurentni prometnim pravcima

susjednih i drugih zemalja mogu postati konkurentni uvođenjem kriterija eksternih troškova. Prometna politika Europske unije i njeni sve zahtjevniji ciljevi ukazuju da će tzv. socioekološki kriterij, predstavljajući sve negativne utjecaje transporta na prirodu i društvo koji se monetiziraju i prikazuju kao eksterni troškovi, postajati sve snažniji indikator valorizacije robnih tokova na prometnim pravcima.

Kompeticija na principu održivosti razvitkom intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza osobito je važna za Republiku Hrvatsku radi mogućeg privlačenja robnih tokova s konkurentnih prometnih pravaca kao i radi mogućnosti zajedničkog nastupa različitih dionika na istom tržištu prometnih usluga. Istraživanje kompetitivnosti prometnih pravaca u odnosu na ekološke parametre moglo bi dati vrijedne podatke u vezi s daljnjim ulaganjem u razvitak hrvatskih luka i prometnog sustava, a eventualne kompetitivne prednosti mogle bi ohrabriti ulagače.

### **3.4.2. Eksterni troškovi kao čimbenici izbora vrste prijevoza**

S obzirom na to da su primjenom principa održivosti eksterni troškovi postali relevantnim čimbenikom u postupku izbora prometnog sredstva i optimalnog pravca prijevoza robe od polazišta do odredišta, onda je potpuno jasna potreba da eksterni troškovi u odabranom logističkom lancu prometnih usluga budu što je moguće manji. To u praksi znači izbjegavanje cestovnog prijevoza za koji su eksterni troškovi deset do dvadeset puta veći nego u pomorskom ili željezničkom prijevozu na električni pogon. U strukturi eksternih troškova u prometnom sektoru razlikujemo tri glavne i ostale vrste marginalnog značenja. Glavne vrste eksternih troškova predstavljaju:

- eksterni troškovi okoliša
- eksterni troškovi prometnih zagušenja
- eksterni troškovi prometnih nesreća

Analizom strukture eksternih troškova za pomorski i željeznički prijevoz moguće je utvrditi da unutar njih nedostaju dva od tri glavna strukturalna elementa, eksterni troškovi zagušenja i prometnih nesreća, koje zajedno čine 60 – 70 % svih eksternih troškova. To znači da se u pomorskom i željezničkom prijevozu nalazi i istražuje treći glavni strukturalni element, eksterni troškovi okoliša, te ostali eksterni troškovi (prema udjelu) marginalnog značenja. Emisije direktno (oko 1/3 udjela) te indirektno kroz klimatske utjecaje (oko 1/3 udjela) i *up*

*and down streaming* procese (oko 9 % udjela) te negativne utjecaje na bioraznolikost, agrarne kulture i urbane sredine, odgovorne su za više od 80 % eksternih troškova u pomorskom i željezničkom prometu. Ostali eksterni troškovi, poput buke i infrastrukturnih troškova, ne prelaze zajedno 10 % udjela ukupnih eksternih troškova (Maibach i sur., 2008; Korzhenevych i sur., 2014). S obzirom na to da su emisije produkt izgaranja pogonskih goriva te da se veličina emisija i potrošnja goriva lako i objektivno mjere, ova saznanja mogu biti presudna u postupku donošenja odluka logističkog operatora o tome koji oblik prijevoza izabrati i kojim putem prijevoz obaviti. Prema socioekološkom kriteriju, prijevoz prvog izbora je prijevoz najmanjeg štetnog utjecaja na okoliš i zdravlje pa je robni, intermodalni, pomorsko-željeznički prijevoz (željeznicom na električni pogon) optimalan oblik, a put prvog izbora je najkraći put.

U postupku donošenja odluka kod pružanja prometne usluge prevladavaju kvantitativni (ekonomski) i kvalitativni kriteriji, a eksterni troškovi su novi i do sada nisu bili odlučujući. Eksterni troškovi trebali bi mijenjati odnose na tržištu prometnih usluga, a nisu podložni tržišnim zakonitostima ponude i potražnje. Veća potražnja za prometnom uslugom povećava, a ne smanjuje cijenu u segmentu eksternih troškova. Plaćanje eksternih troškova po principu „onečišćivač plaća“ samo po sebi ne čini okoliš zdravijim. Potrebne su ozbiljne i sustavne mjere provođenja principa održivosti da bi se utjecalo na tradicionalno, konsolidirano poslovanje u prometnom sektoru. Iako bi prema sadašnjoj politici Europske unije o održivom razvitku prometa trebale postati obvezujuće, za punu primjenu potrebna je ponajprije promjena svjetonazora prema okolišu iz kojeg bi proizašle želja i motivi za donošenjem odluka te upornost i nadzor u njihovom provođenju.

Provođenje politike održivog razvitka prometa nije jednostavno i lako zbog političkih, ekonomskih, ali i praktičnih razloga. U okviru učinkovitog pružanja prometne usluge cestovna infrastruktura i prijevoz se, za sada, ni u kojem slučaju ne mogu izbjeći. Dosljednom politikom održivog razvitka prometa potrebno je taj segment smanjiti na najmanju moguću mjeru. Emisije s brodova lokalno su valorizirane (u luci), ali globalno podcijenjene (na otvorenom moru). U tom su dijelu potrebne značajne tehnološke inovacije. I u drugim segmentima transportnog opskrbnog lanca nalaze se crne točke koje se rješavaju sukcesivnom primjenom principa održivosti u razumnim rokovima i okviru mogućeg.

### **3.5. Internalizacija eksternih troškova kao smjernica održivog razvitka prometa**

Prethodno je istaknuto opredjeljenje Europske unije da internalizaciju eksternih troškova smatra glavnim alatom u provođenju politike održivog razvitka prometa (White Paper, 2011). To znači da bi se u sektoru prometa morale naplatiti sve one radnje koje dovode do narušavanja okoliša i ljudskog zdravlja, a nisu naplaćene kroz cijenu prometne usluge. Ovo je poglavito političko pitanje koje, zbog globalne i sveprisutne prometne aktivnosti, zadire u globalne, društveno-ekonomske odnose pa bi uvođenje ove mjere vjerojatno bilo postupno. Ne samo da se radi o ogromnim troškovima koji će neminovno dovesti do promjena u prometnoj infrastrukturi i suprastrukturi, već priroda ovih mjera nužno zahtijeva promjene u konsolidiranim, prometnim, logističkim lancima koji će svoje poslovanje morati prilagoditi novim uvjetima rada, posebno u segmentu donošenja odluka. Na taj način bi se i sve odluke o vrsti, načinu i smjeru prijevoza morale ticati ne samo troškova i kvalitete prijevoza, već i eksternih troškova koji bi se ponajprije morali smanjiti na najmanju moguću mjeru, a potom i naplatiti. Odluke o internalizaciji trebale bi biti kombinirane, političko-ekonomske, što znači da se ne bi trebale potpuno prepustiti tržištu. Ovakav stav sukobljava se s principima slobode kretanja kapitala i slobodne tržišne utakmice, smjernicama i stavovima koji su doveli do osnutka Europske unije i prema kojima funkcioniraju najrazvijenije zemlje svijeta.

Odbijanje potpisivanja Pariškog i protokola iz Kyota od strane vodećih ekonomskih sila dovoljno govori o doseg i snazi mjera održivog razvitka, a osobito njegovog najjačeg alata, internalizacije eksternih troškova. U praksi, internalizacija eksternih troškova označava sustav regulacijskih mjera, tehnološkog razvoja i naknada koje mogu biti samostalne ili djelomično ili potpuno inkorporirane u porezni sustav (Mellin i sur., 2013), koji kažnjava zagađivače, a stimulira ulaganje u nove, čiste ili ekološki prihvatljivije tehnologije. To se u prometnom sektoru odnosi i na logističku transportnu uslugu koja više ne može zanemariti duži put prijevoza u odnosu na kraći, duže vrijeme prijevoza u odnosu na kraće, veći potrošak goriva u odnosu na manji, tradicionalni, uhodani put prijevoza u odnosu na nove, ekološki prihvatljivije pravce. Internalizirani eksterni troškovi trebali bi postati značajna stavka troškova prijevoza čije bi zanemarivanje dovelo u pitanje isplativost takvog posla. Provedba internalizacije eksternih troškova, po prethodno istaknutim načelima, neminovno bi dovela do restrukturiranja na tržištu prometnih usluga. Optimizacijom robnih tokova u okviru politike održivog razvitka prometa profitirali bi oni pravci na kojima su eksterni troškovi manji, a izgubili bi oni gdje su veći. Uz uvjet podjednake kvalitete prometne usluge, došlo bi do

formiranja i konsolidacije robnih tokova na prometnim pravcima koji su ekološki najprihvatljiviji.

### 3.5.1. Granice dosega internalizacije eksternih troškova

Unatoč brojnim priručnicima o eksternim troškovima u prometu koje su objavili ugledni autori i institucije, u praksi su jedinične cijene zagađivača degradirane. Mjere internalizacije provode se skromno, a naknade su simbolične. U pravilu se internaliziraju ili troškovi štete ili preventivni troškovi, ali ne i zajedno, čime bi se zagađivač demotivirao. U troškovima prijevoza još uvijek postoji dovoljan prostor iz kojeg se mogu nadoknaditi eventualni, dodatni (eksterni) troškovi bez rizika za rentabilnost poslovanja. Na taj način se zagađivaču isplati platiti štetu i nastaviti raditi kao do tada. Upravo je jedan od motiva i ciljeva ove disertacije istražiti na koji bi način i u kojem obliku internalizacija eksternih troškova ispunila svoju primarnu ulogu i kako bi to utjecalo na robne tokove.

Internalizacija eksternih troškova u prometnom sektoru nije samo „naplata štete nastale obavljanjem transportne djelatnosti koja nije naplaćena od strane dionika tog posla“, već je to sustav mjera koji poglavito treba propisivati i stimulirati oblike ponašanja u prometu na principima održivosti, a sankcionirati ili zabraniti odustajanje od takvih principa. Ako se radi samo o naplati štete, onda ekosustav od toga nema koristi. Iako je šteta naplaćena, ekosustav je dodatno onečišćen. Motiv internalizacije ne može biti dodatno onečišćenje ekosustava.

Model ekotroškova (Hendriks i sur, 2011) predstavlja virtualne troškove osmišljene mjerenjem dosega koliki je kapacitet ekosustava da podnese štetu prilikom proizvodnje nekog proizvoda ili usluge, odnosno koliki je trošak mjera koje treba poduzeti da bi temeljna šteta prije proizvodnje proizvoda ili usluge ostala u propisanim granicama i nakon te proizvodnje. To su preventivni troškovi ili troškovi odvratanja koje bi zagađivač također morao nadoknaditi kao jamstvo da svojom djelatnošću neće dodatno narušiti ekosustav.

Mjere poticanja i zabrana također su instrumenti internalizacije. Primjerice, stimulacija skretanja tereta s ceste na željezničku prugu na relaciji Rijeka – Beograd u okviru inicijative *Go green – Go rail* rezultira s 30 % nižim troškovima u željezničkom prijevozu (HŽ Cargo, 2103). Tako se poduzetnike demotivira za korištenje cestovnog prijevoza u korist ekološki prihvatljivijih oblika prijevoza. Mjere zabrane nisu popularne, ali će se u određenoj mjeri morati uvesti ukoliko se želi učinkovito provoditi politika prijevoza najmanje moguće štete za okoliš i zdravlje. To se poglavito odnosi na princip kretanja najkraćim putem od



polazišta do odredišta koji se u pravilu ne poštuje, a razlike u dužini između najkraćeg i stvarno odrađenog puta često iznose nekoliko tisuća kilometara. Ne bi se, također, trebalo nasjesti na tezu da „korisnici usluga plaćaju svu štetu, a da korist uživa čitavo društvo“ (Jiang i sur., 2012). Upravo racionalna primjena kombiniranih mjera internalizacije eksternih troškova treba spriječiti prelijevanje eksternog troška na teret krajnjeg korisnika ističući i evidentirajući zagađivača i demotivirati ga u činjenju štete.

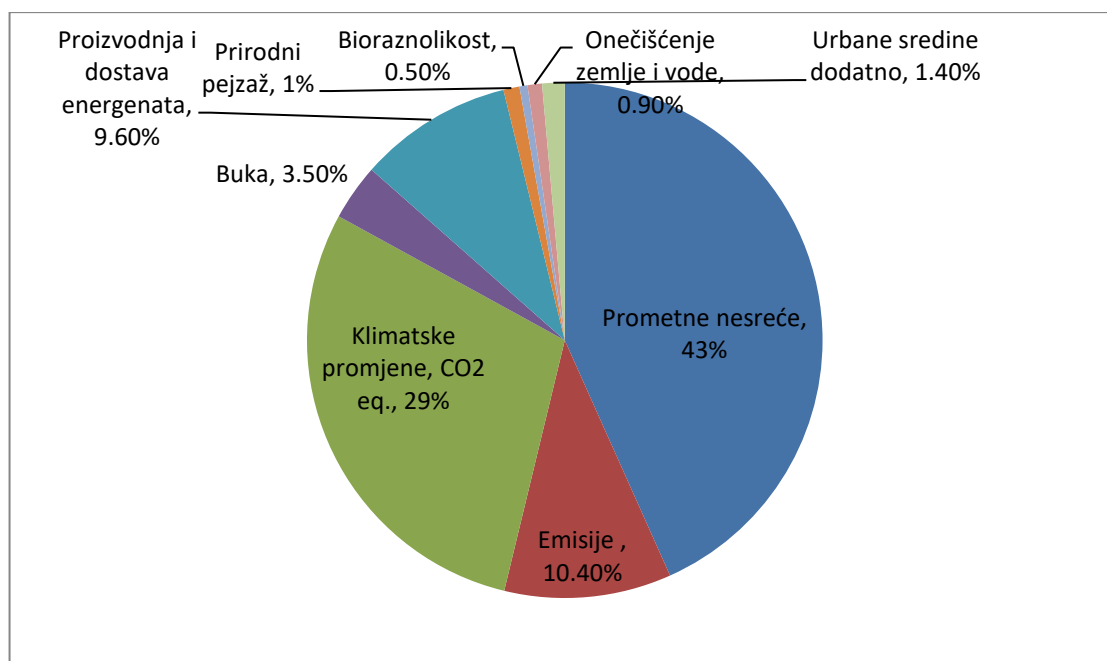
Iz navedenih podataka može se zaključiti da je internalizacija eksternih troškova moćan alat održivosti u prometnom sektoru čija bi sustavna primjena mogla značajno utjecati na konkurentnost prometnih pravaca i konsolidirane robne tokove. U nazočnosti socioekološkog kriterija moglo bi se očekivati formiranje robnih tokova na prometnim pravicima bitno različitim u odnosu na sadašnje stanje.

### **3.5.2. Socijalni troškovi emisija kao elementi internalizacije eksternih troškova**

Socijalni troškovi su realni troškovi štete za društvo koji nastaju obavljanjem neke djelatnosti, u ovom slučaju pružanjem usluga unutar prometnih djelatnosti. Šteta se općenito izražava kroz materijalnu štetu (gubitak radnih sati, penali zbog zakašnjenja, smanjenje profita, štete prometnih nesreća) te štetu po zdravlje (zbog toksičnog utjecaja emisija, klimatskih promjena, sniženja kvalitete života) i okoliš (acidifikacija, eutrofikacija, zagađenje pitke vode, klimatske promjene), a uglavnom se prožimaju sva tri elementa.

Promičući zelenu logistiku i održivost u prometu istovremeno se promiče pomorsko-željeznički prijevoz, a destimulira cestovni. Na taj način se isključuju eksterni troškovi koji nastaju zbog zagušenja i prometnih nesreća, a vezani su za cestovni prijevoz. U pomorsko-željezničkom prijevozu prevladavaju eksterni troškovi emisija pa su socijalni troškovi emisija, tj. jedinične cijene zagađivača, prema kojima bi se trebala provesti internalizacija eksternih troškova, od prvorazredne važnosti. U emisijama prevladava CO<sub>2</sub> kao kvantitativno, daleko najzastupljeniji produkt izgaranja fosilnih goriva. Bez obzira na to što je emisija nekih zagađivača direktno vezana za pojavu ozbiljnih bolesti, što rezultira odgovarajućim eksternim troškovima, dominacija emisija CO<sub>2</sub>, povezana s klimatskim promjenama, u ukupnim je eksternim troškovima toliko velika da predstavlja stratešku stavku u postupku internalizacije eksternih troškova emisija, a jedinična cijena CO<sub>2</sub> predstavlja stratešku cijenu. Iz tog razloga postoje brojni radovi i istraživanja na ovu temu, a isto tako i brojni prijevori i polemike oko utvrđivanja realnih socijalnih troškova CO<sub>2</sub>. Tako su jedinični troškovi CO<sub>2</sub> uvijek bili rezultat kompromisa između poduzetnika, onih koji bi štetu trebali platiti, i društva koje bi

iste troškove trebalo naplatiti. Akademska zajednica se do sada nije uspjela nametnuti kao stručni arbitar, a osobito u najrazvijenijim zemljama svijeta koje imaju najveće emisije CO<sub>2</sub> i najviše utječu na razvoj klimatskih promjena. U takvim slučajevima tipična je kalkulacija s raznim popustima na jediničnu cijenu CO<sub>2</sub> te isticanje benefita globalnog zagrijavanja (povećanje poljoprivredne proizvodnje, otvaranje novih prometnih koridora npr. Sjeverozapadni prolaz, nova naftna polja na Arktiku) koji se onda odbijaju od vrijednosti tzv. negativnih eksternalija. Rezultat toga su neprimjereno niske jedinične cijene CO<sub>2</sub> koje omogućavaju nastavak obavljanja štetne djelatnosti. Iako u obrazloženju modela koji se koristi u izradi socijalnih troškova ugljika obično stoji da u izračunu nisu uzeta u obzir sva područja štetnih djelovanja emisije CO<sub>2</sub> te da je utjecaj emisije CO<sub>2</sub> u okviru klimatskih promjena opterećen mnogobrojnim neizvjesnim čimbenicima i nesigurnim rezultatima, potrebno je jasno odrediti da benefiti klimatskih promjena načelno ne postoje, već se radi o prolaznim, poslovnim prilikama koje ne bi trebale utjecati na veličinu socijalnog troška CO<sub>2</sub> niti bi na bilo koji način smjele mijenjati smjer i brzinu provođenja principa održivog razvoja. Ukoliko je internalizacija eksternih troškova glavni alat provođenja politike održivog razvitka transporta u Europskoj uniji, onda je jedinična cijena CO<sub>2</sub> najvažnija stavka u tom postupku. Udio eksternih troškova CO<sub>2</sub> (unutar stavke klimatskih promjena) i ostalih vrsta eksternih troškova u ukupnim eksternim troškovima u prometnom sektoru prikazana je u Grafikonu 6.



**Grafikon 6.** Struktura i važnost pojedinih vrsta eksternih troškova (bez troškova prometnog zagušenja)

Izvor: Van Essen i sur, 2011

Iz podataka u prethodnom grafikonu vidljivo je da stavka eksternih troškova klimatskih promjena, koji se valoriziraju kao emisija ekvivalentna emisiji CO<sub>2</sub>, čini 29 % ukupnih eksternih troškova u prometu (bez troškova prometnog zagušenja). Osim toga, unutar stavke emisija, CO<sub>2</sub> ima daleko najveći udio.

## **4. GEOPROMETNA ANALIZA RELEVANTNIH INDIKATORA ROBNIH TOKOVA U SJEVERNOJADRANSKOM PODRUČJU**

Predmet interesa u ovom radu je uže sjevernojadransko područje i u tom kontekstu treba shvatiti sve navode ukoliko nije posebno istaknuto drugačije.

### **4.1. Analiza robnih tokova u sjevernojadranskim lukama**

Prema svojim geoprometnim karakteristikama sjevernojadransko područje nije homogeno i može se podijeliti u dva dijela, na uže i šire. Uže područje je istočni dio koji je najviše uvučen u europsko kopno. Tom dijelu pripadaju luke Rijeka, Kopar i Trst, koje se nalaze vrlo blizu jedna drugoj, a imaju zajedničko gravitacijsko područje. Luke Venecija i Ravenna pripadaju zapadnom, širem dijelu sjevernojadranskog područja, prostorno su udaljenije od navedene tri luke i imaju sasvim različito gravitacijsko područje.

S tim u vezi u ovom se dijelu analiziraju indikatori robnih tokova u užem sjevernojadranskom području. Indikatori pomorskih robnih tokova su intenzitet (izražen kao količina ili kao vrijednost), dinamika (izražena kao rast ili pad intenziteta robnih tokova u nekom vremenskom razdoblju), struktura (izražena kao ukrcaj ili iskrcaj, ili kao struktura vanjskotrgovinske razmjene, uvoz i izvoz, ili kao skupina roba ili vrsta robe u okviru prethodnih pojmova) i smjer (izražen u oba pravca npr. Europa – Azija ili Azija – Europa).

#### **4.1.1. Intenzitet, struktura i dinamika robnih tokova**

Sjevernojadransko područje nije homogeno niti prema svojim društveno-gospodarskim niti ostalim kriterijima pa se indikatori robnih tokova u pojedinim lukama bitno razlikuju. Intenzitet robnih tokova u 2017. g. u luci Rijeka je oko 5 puta manji u odnosu na luku Trst i oko 2 puta manji nego u luci Kopar (Tablica 2.). Oporavak nakon recesije 2008. g. je bio različit. Luke Trst i Kopar pokazuju stalni rast robnih tokova već od 2010. g. te promet ostvaren prije recesije dosežu već 2011. g. Luka Rijeka ima kontinuirani godišnji rast prometa od 2013. g., a intenzitet robnih tokova prije recesije još nije dostigla. Ukupan promet svih triju luka u 2017. g. od 97 937 430 tona predstavlja respektabilnu količinu tereta te bi s takvim intenzitetom robnih tokova, nastupajući zajedno na tržištu prometnih usluga kao jedna luka, predstavljali četvrtu najveću europsku luku. Nastupajući unutar Udruženja sjevernojadranskih

luka (engl. *North Adriatic Port Association – NAPA*), koje pored njih uključuje još i luku Venecija (25,1 mil. t) i luku Ravenna (25,9 mil. t), s ukupnim prometom od 148,9 mil. tona u 2017. g., spomenute su luke zajedno na trećoj poziciji vodećih europskih luka.

**Tablica 2.** Intenzitet i dinamika kretanja robnih tokova sjevernojadranskih luka Rijeka, Kopar i Trst od 2005. do 2017. godine (u tonama)

| God.  | LUKA RIJEKA | LUKA KOPAR | LUKA TRST  |
|-------|-------------|------------|------------|
| 2005. | 11 863 770  | 13 066 102 | 47 718 331 |
| 2006. | 10 887 048  | 14 030 732 | 48 167 718 |
| 2007. | 13 212 464  | 15 362 979 | 46 116 075 |
| 2008. | 12 391 591  | 16 050 449 | 48 279 107 |
| 2009. | 11 238 154  | 13 143 620 | 44 393 322 |
| 2010. | 10 183 304  | 15 372 043 | 47 634 188 |
| 2011. | 9 390 380   | 17 051 314 | 48 237 977 |
| 2012. | 8 554 001   | 17 880 697 | 49 206 870 |
| 2013. | 8 687 679   | 17 999 662 | 56 585 708 |
| 2014. | 9 022 776   | 18 965 351 | 57 153 931 |
| 2015. | 10 900 421  | 20 711 872 | 57 132 878 |
| 2016. | 11 159 161  | 22 010 652 | 59 237 193 |
| 2017. | 12 615 066  | 23 366 959 | 61 955 405 |

Izvor: Lučka uprava Rijeka, Promet po vrstama tereta, 2018; Port of Koper, Annual Report, 2018; Porto Trieste, Statistiche, 2018

Kontejnnerski promet sjevernojadranskih luka prikazan je u Tablici 3.

**Tablica 3.** Kontejnnerski promet sjevernojadranskih luka od 2015. do 2017. godine (TEU)

| SJEVERNOJADRANSKE LUKE | 2015.   | 2016.   | 2017.   |
|------------------------|---------|---------|---------|
| KOPAR                  | 790 736 | 844 778 | 911 528 |
| VENECIJA               | 560 301 | 605 875 | 611 383 |
| TRST                   | 501 268 | 486 499 | 616 156 |
| RAVENNA                | 244 813 | 234 511 | 223.369 |
| RIJEKA                 | 200 102 | 214 348 | 249 975 |

Izvor: Lučka uprava Rijeka, 2018; Porto Trieste, 2018; Port of Koper, 2018; Port of Venice, 2018; Porto di Ravenna, 2018

Iz Tablice 3. razvidno je da u kontejnerskom prometu triju sjevernojadranskih luka dominira luka Kopar s 1,5 puta većim prometom u odnosu na luku Trst i 3,6 puta većim prometom u odnosu na luku Rijeka. Iako nije uključena u istraživanje, treba istaknuti i respektabilni promet kontejnera u luci Venecija koji je gotovo jednak prometu tršćanske luke.

Ukupan promet kontejnera analiziranih sjevernojadranskih luka (Trst, Kopar, Rijeka)

u 2017. g. iznosio je 1,78 mil. TEU, što ih zajedno svrstava u 10 najvećih europskih kontejnerskih luka, a s 2,6 mil. TEU svih NAPA luka uvjerljivo su četvrti u Europi.

Dinamika i struktura robnih tokova luke Rijeka u tekućem desetljeću prikazana je u Tablici 4.

**Tablica 4.** Dinamika i struktura robnih tokova luke Rijeka prema vrsti tereta od 2003. do 2017. godine (u tonama)

| God.  | GENERALNI TERET (tone) | RASUTI TERET (tone) | DRVO (tone) | SUHI TERET UKUPNO (tone) | TEKUĆI TERET (tone) | SVEUKUPNO (tone) | KONTEJNERSKI PROMET (TEU) |
|-------|------------------------|---------------------|-------------|--------------------------|---------------------|------------------|---------------------------|
|       | 1                      | 2                   | 3           | 4 (1+2+3)                | 5                   | 4+5              |                           |
| 2003. | 1 061 748              | 2 327 629           | 167 829     | 3 557 206                | 6 259 000           | 9 816 206        | 28 298                    |
| 2004. | 1 392 089              | 3 080 723           | 181 886     | 4 654 698                | 6 916 963           | 11 571 661       | 60 864                    |
| 2005. | 1 435 225              | 3 186 176           | 219 580     | 4 840 981                | 7 022 789           | 11 863 770       | 76 258                    |
| 2006. | 1 572 997              | 3 199 707           | 236 438     | 5 009 142                | 5 877 906           | 10 887 048       | 94 390                    |
| 2007. | 2 155 506              | 3 142 518           | 325 551     | 5 623 575                | 7 588 889           | 13 212 464       | 145 024                   |
| 2008. | 2 373 810              | 3 377 560           | 276 057     | 6 027 427                | 6 364 164           | 12 391 591       | 168 761                   |
| 2009. | 2 112 870              | 2 873 487           | 220 975     | 5 207 332                | 6 030 822           | 11 238 154       | 130 740                   |
| 2010. | 2 305 019              | 2 000 384           | 254 474     | 4 559 877                | 5 623 427           | 10 183 304       | 137 048                   |
| 2011. | 2 233 453              | 2 023 996           | 245 182     | 4 502 631                | 4 887 749           | 9 390 380        | 150 677                   |
| 2012. | 2 267 942              | 1 902 506           | 340 782     | 4 511 230                | 4 042 771           | 8 554 001        | 171 945                   |
| 2013. | 2 354 867              | 948 057             | 299 296     | 3 602 220                | 5 085 459           | 8 687 679        | 169 943                   |
| 2014. | 2 158 577              | 1 610 630           | 370 874     | 4 120 081                | 4 882 695           | 9 022 776        | 192 004                   |
| 2015. | 2 150 391              | 1 772 503           | 381 990     | 4 304 884                | 6 595 537           | 10 900 421       | 200 102                   |
| 2016. | 2 363 753              | 1 148 314           | 321 921     | 3 833 988                | 7 325 173           | 11 159 161       | 214 348                   |
| 2017. | 2 707 628              | 1 547 797           | 361 805     | 4 617 230                | 7 997 836           | 12 615 066       | 249 975                   |

Izvor: Lučka uprava Rijeka, Promet po vrstama tereta, 2018

Temeljem podataka u prethodnoj tablici može se zaključiti da je promet generalnog tereta najstabilniji strukturni segment robnih tokova luke Rijeka bez značajnih oscilacija (ali niti rasta) čak i u vrijeme recesije. Prijevoz tekućeg tereta je najvrjedniji strukturni segment s obzirom na infrastrukturu Jadranskog naftovoda. Unatoč tome, tek je 2016. g. dostigao promet koji je imao prije recesije. Promet kontejnera pokazuje najveći rast i perspektivu. Promet rasutog tereta pokazuje stalnu dinamiku pada bez znakova oporavka.

Dinamika i struktura robnih tokova u luci Kopar prikazane su u Tablici 5.

**Tablica 5.** Dinamika i struktura robnih tokova luke Kopar prema vrsti tereta  
od 2005. do 2017. godine (u tonama)

| God.  | KONTEJNER-<br>SKI PROMET | SUHI<br>RASUTI | TEKUĆI TERET | GENERALNI<br>TERET | AUTO-<br>MOBILI | UKUPAN<br>PROMET |
|-------|--------------------------|----------------|--------------|--------------------|-----------------|------------------|
| 2005. | 1 765 569                | 7 702 234      | 2 030 570    | 1 087 303          | 483 426         | 13 066 102       |
| 2006. | 2 120 807                | 8 106 467      | 2 052 321    | 1 180 924          | 570 214         | 14 030 733       |
| 2007. | 2 637 910                | 8 132 961      | 2 240 441    | 1 607 057          | 744 610         | 15 362 979       |
| 2008. | 2 989 559                | 7 900 610      | 2 875 365    | 1 468 723          | 816 192         | 16 050 449       |
| 2009. | 3 038 175                | 5 575 403      | 2 667 298    | 1 418 124          | 444 621         | 13 143 621       |
| 2010. | 4 276 137                | 6 363 557      | 2 727 013    | 1 445 631          | 559 706         | 15 372 044       |
| 2011. | 5 309 346                | 6 769 845      | 2 922 891    | 1 383 354          | 665 878         | 17 051 314       |
| 2012. | 5 292 047                | 7 280 490      | 3 194 636    | 1 438 833          | 674 692         | 17 880 698       |
| 2013. | 5 849 694                | 6 987 806      | 2 840 588    | 1 659 405          | 662 169         | 17 999 662       |
| 2014. | 6 760 204                | 6 724 354      | 3 073 620    | 1 643 552          | 763 621         | 18 965 351       |
| 2015. | 7 741 976                | 7 295 426      | 3 297 225    | 1 475 076          | 902 168         | 20 711 871       |
| 2016. | 8 274 429                | 7 469 514      | 3 592 947    | 1 534 204          | 1 139 559       | 22 010 653       |
| 2017. | 9 071 413                | 7 917 542      | 3 876 535    | 1 377 702          | 1 123 779       | 23 366 959       |

Izvor: Port of Koper, Annual reports, 2018

Podaci iz Tablice 5. ukazuju na snažnu dinamiku rasta robnih tokova u tekućem desetljeću u luci Kopar, posebice u segmentima pretovara kontejnera i automobila čiji se intenzitet prometa udvostručio. Promet generalnih tereta je stabilan na razini od oko 1,5 mil. tona godišnje, a promet rasutog tereta stagnira. Robni tokovi tekućeg tereta pokazuju laganu dinamiku rasta, ali i skroman intenzitet.

Dinamika i struktura robnih tokova luke Trst prikazane su u Tablici 6.

**Tablica 6.** Dinamika i struktura robnih tokova luke Trst prema vrsti tereta od 2005. do 2017. godine (u tonama)

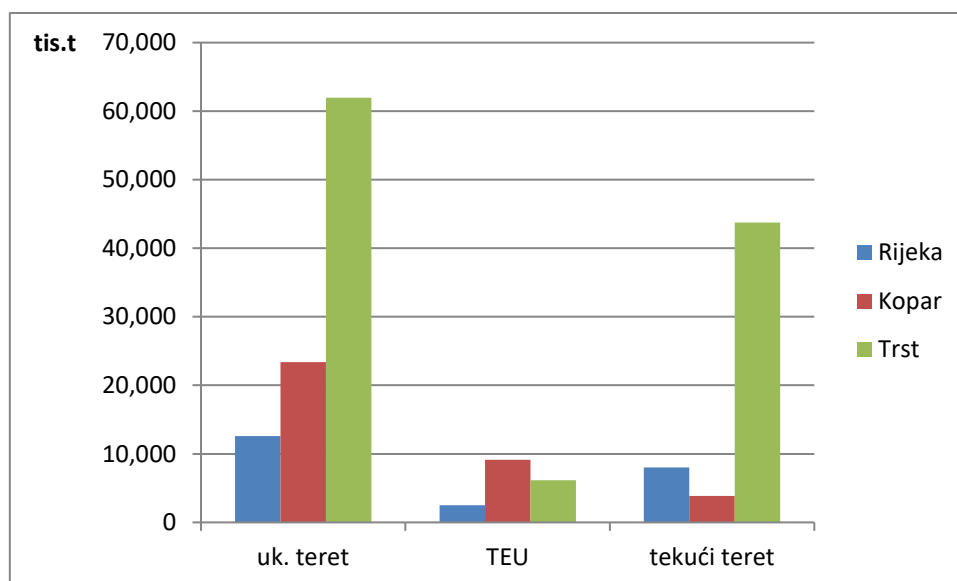
| GODINA | TEKUĆI TERET | SUHI RASUTI TERET | GENERALNI TERET | UKUPNO     |
|--------|--------------|-------------------|-----------------|------------|
| 2005.  | 37 970 313   | 1 962 944         | 7 785 074       | 47 718 331 |
| 2006.  | 37 765 398   | 1 977 314         | 8 425 006       | 48 167 718 |
| 2007.  | 34 766 830   | 2 114 609         | 9 234 636       | 46 116 075 |
| 2008.  | 37 268 454   | 1 805 533         | 9 205 120       | 48 279 107 |
| 2009.  | 35 025 452   | 1 541 324         | 7 826 546       | 44 393 322 |
| 2010.  | 36 208 303   | 1 634 998         | 9 790 887       | 47 237 977 |
| 2011.  | 35 229 638   | 1 720 095         | 11 288 244      | 48 237 977 |
| 2012.  | 35 967 976   | 1 778 471         | 11 460 423      | 49 206 870 |
| 2013.  | 41 992 066   | 986 614           | 13 607 028      | 56 585 708 |
| 2014.  | 42 400 894   | 790 057           | 13 962 980      | 57 153 931 |
| 2015.  | 41 286 761   | 1 607 232         | 14 238 885      | 57 132 878 |
| 2016.  | 42 756 341   | 1 967 984         | 14 512 868      | 59 237 193 |
| 2017.  | 43 750 555   | 1 639 595         | 16 565 255      | 61 955 405 |

Izvor: Porto Trieste, Statistiche, 2018

Zahvaljujući infrastrukturi Transalpskog naftovoda, u tršćanskoj luci prisutna je dominacija tekućeg tereta (70 % od ukupnog tereta), ali bez značajne dinamike rasta. Stagnira i promet rasutog tereta, dok je promet generalnog tereta vrlo snažan, raste te se u tekućem desetljeću udvostručio. U Tablici 3. može se uočiti i vrlo snažan i rastući promet kontejnera.

Komparacija osnovnih karakteristika prometa u tri sjevernojadranske luke prikazana je na Grafikonu 7.





**Grafikon 7.** Komparacija osnovnih karakteristika prometa luka Rijeka, Koper i Trst

Izvor: Lučka uprava Rijeka, 2018; Port of Koper, 2018; Porto Trieste, 2018; modificirano

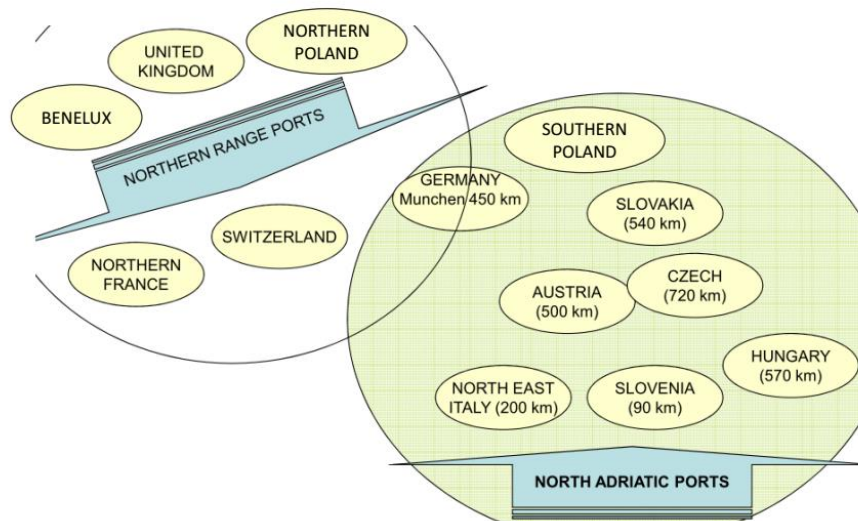
Uočljivo je da u luci Koper dominira promet suhim teretom od kojeg polovica čini promet kontejnera i automobila. U lukama Trst i Rijeka dominira promet tekućim teretom s tim da preostali dio prometa luke Trst gotovo doseže ukupnu veličinu prometa luke Koper.

#### 4.1.2. Gravitacijsko područje i interesno tržište sjevernojadranskih luka

Zaleđe morskih luka je ono iz kojeg dolazi potražnja za robom, glavnog pokretača robnih tokova (Landamore i Dinwoodie, 2013). Veličina potražnje ovisi o gospodarskoj snazi tog područja, ali i o udaljenosti morskih luka, prometnoj povezanosti i ekonomskoj opravdanosti prijevoza određenim prometnim pravcem. Neposredna zaleđa morskih luka obično su i njihova sigurna tržišta prometnih usluga, dok su udaljenija i rubna područja mjesta kompeticije s interesima drugih, udaljenijih, ali na tržištu prometnih usluga uglednijih, snažnijih i utjecajnijih pomorskih čvorišta. Geoprometna analiza gravitacijskog područja ima načelno, okvirno značenje, dok u praksi nailazimo na znatna odstupanja. Tako se analizom veličine interesnih sfera ponekad može uočiti duboko preklapanje gravitacijskih područja i doslovno zadiranje dionika tržišta prometnih usluga u prostor koji im prema geoprometnoj analizi nipošto ne pripada. To je rezultat tradicionalnih, konsolidiranih robnih tokova koje danas europske, tranzicijske države žele promijeniti.

Unutar 500 km gravitacijskog područja sjevernojadranskih luka živi 71 milijun stanovnika (Božičnik, 2017). Tu se nalazi 5 glavnih gradova država srednje Europe koji su

obično i najveća gospodarska, trgovinska i financijska središta tih država i šire regije (Zagreb, Ljubljana, Beč, Budimpešta, Bratislava) te München kao najjače od spomenutih gospodarskih središta (Slika 2.).



Northern range ports – luke sjevernog dometa, North Adriatic ports – sjevernojadranske luke

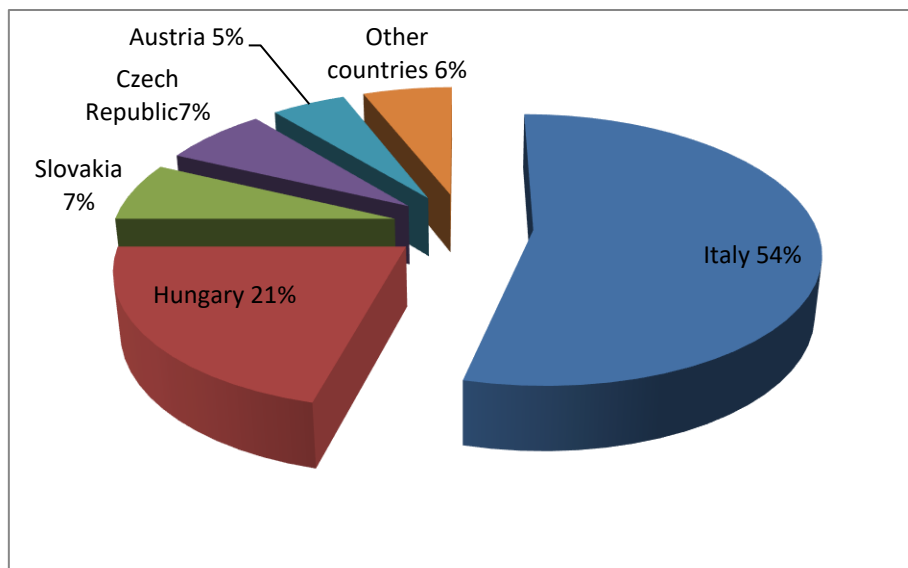
**Slika 2.** Geoprometna analiza zaleđa sjevernoeuropskih i sjevernojadranskih luka

Izvor: Božičnik, 2017

Radi se o zemljama koje, najčešće, nemaju vlastiti izlaz na more ili je on udaljen (Twrđy i Batista, 2014). Istaknuti gradovi nemaju alternativni, bliži prometni pravac do morske luke. Sva su ova središta pozicionirana, između ostalih, na Mediteranskom ili Baltičko-jadranskom koridoru u okviru TEN-T mreže ili na Paneuropskim koridorima V i X.

Gravitacijsko područje sjevernojadranskih luka, definirano geoprometnom analizom, služi poglavito radi projekcije perspektive razvoja da bi se uvidjelo dokle seže tržište određene luke te prema kojim područjima treba usmjeriti svoj interes. U praksi je gravitacijsko područje realnije procjenjivati indirektno, kroz analizu odredišta (polazišta) tranzitnog prometa, ako su takvi podaci dostupni, ili prema odredištu (polazištu) i frekvenciji željezničkih linija iz morskih luka koje se analiziraju, što je češće dostupno, ukoliko je udio željezničkog teretnog prijevoza u/iz luke visok kao što je to primjer u luci Kopar. Iz ovih podataka možemo procijeniti interes i važnost određenih tranzitnih tržišta za usluge određene luke.

Struktura tranzitnog prometa luke Rijeka u 2007. g. prikazana je na Grafikonu 8.

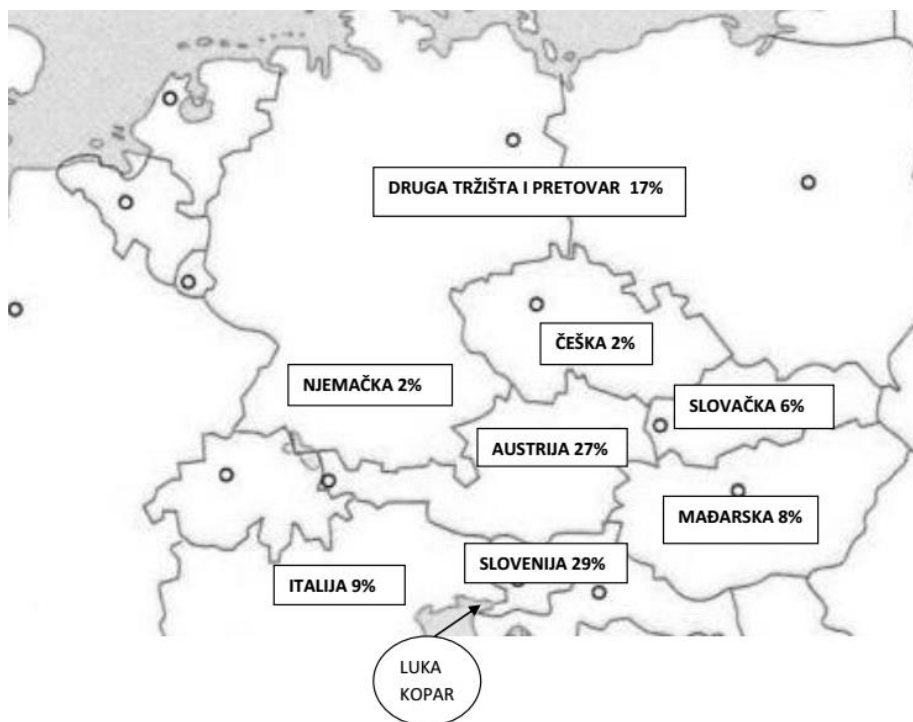


**Grafikon 8.** Struktura tranzitnog prometa luke Rijeka u 2007. g.

Izvor: Jugović i sur., 2011; modificirano

Temeljem podataka u prethodnom grafikonu može se zaključiti da u ukupnoj strukturi tranzitnog prometa u luci Rijeka u 2007. g. dominira trgovina s Italijom (54 %) kao najvažnijim tranzitnim partnerom. S udjelom od 21 % u tranzitnom prometu značajna je i tranzitna trgovina s Mađarskom. Ostale zemlje participiraju simbolički. Ovakva struktura tranzitnog prometa bila je karakteristična prije recesije i s odmakom od ratnih zbivanja od samo 10 godina. Može se reći da ovakva slika strukture tranzitnog tereta odgovara geoprometnoj analizi zaleđa riječke luke. Deset godina kasnije, prema Statističkom izvješću br. 1587/2016 (DZS RH, 2016) najveći željeznički tranzit tereta iz pripadajućeg zaleđa u riječkoj luci i dalje ima Italija, slijedi domaća destinacija, grad Zagreb, a zatim u značajnoj količini Srbija te u znatno manjoj mjeri Bosna i Hercegovina i Mađarska.

Struktura tranzitnog prometa luke Kopar u 2012. g. prikazana je na Zemljovidu 3.



**Zemljovid 3.** Zaleđe luke Koper s obzirom na udio pojedinih tržišta u 2012. g.

Izvor: Port of Koper, 2013; modificirano

Osim prema domaćem tržištu, zaleđe koparske luke je prema podacima iz 2012. g. značajno osnažilo prema Austriji te ju je vratilo u okrilje prirodnog, gravitacijskog područja sjevernog Jadrana (Hlača i sur., 2014). Prema podacima iz 2017. g. luka Koper je bila najveća austrijska uvozno-izvozna luka s 33 % udjela na austrijskom tržištu prometnih usluga (7 mil. tona). Luka Rijeka je bila na osmom mjestu s prometom od 0,5 mil. tona. Unatoč dobrim rezultatima još uvijek se 57 % austrijske robe prevozi preko sjevernoeuropskih luka, a u preostalih 43 % participiraju luke Koper, Trst, Constanca i Rijeka (PortNews, 2018). Rezultat toga je snažan rast prijevoza kontejnera iako luka Hamburg još uvijek drži primat u tom segmentu austrijskog tržišta. Razvojem Ro-Ro prometa luka Koper je privukla i velike njemačke automobilske industrije pa se i taj rezultat jasno iščitava u strukturi tranzitnog tereta u cjelokupnom gravitacijskom prostoru. Mali udio Mađarske u tranzitnom prometu 2012. g. kao i u primjeru riječke luke treba biti dodatni motiv i predmet marketinške obrade.

Željeznička povezanost luke Koper u međunarodnom prometu 2015. g. prikazana je u Tablici 7.

**Tablica 7.** Međunarodni polasci željezničkih linija u teretnom prometu iz luke Koper

| Država          | Trasa   | Frekvencija               |
|-----------------|---|---------------------------|
| Austrija        | Koper – Salzburg (Adria Kombi)  | 2 x tjedno                |
|                 | Koper – Graz (Adria Transport)  | 6 x tjedno                |
|                 | Koper – Villach – antenna to Vienna, Linz, Salzburg, wolfurt (RCO/Adria Kombi)    | 5 vlakova tjedno          |
|                 | Koper – Enns (Schenker dedicated)   | 1-2 x tjedno              |
|                 | Koper – Enns (Metrans)  | dnevno                    |
|                 | Koper – Ybbs (Metrans)  | 2x tjedno                 |
|                 | Koper – Krems (Metrans)   | 1x tjedno                 |
| Mađarska        | Koper – Budapest (BILK) (Adria Kombi)   | 7 vlakova tjedno          |
|                 | Koper – Budapest Mahart (Metrans)   | više od 14 vlakova tjedno |
|                 | Koper – Budapest (Integrail)  | 3 vlaka tjedno            |
| Slovačka        | Koper – Debrecen (via Budapest – (Saigo Logistics))                               | 2 x tjedno                |
|                 | Koper – Bratislava (Adria Kombi)  | 4 vlaka tjedno            |
| Češka Republika | Koper – Dunajska Streda –various destinations (Metrans)                           | više od 14 vlakova tjedno |
|                 | Koper – Žilina (Metrans (KIA))  | više od 7 vlakova tjedno  |
| Poljska         | Koper – Dobra u Fridku Mystku (Adria Kombi dedicated)                             | 4 vlaka tjedno            |
|                 | Koper – Ostrava (Metrans)   | 2 x tjedno                |
|                 | Koper – Paskov (AWT dedicated)  | 1 x tjedno                |
|                 | Koper – Dunajska Streda – Zlin – Prague (Metrans – via Dunajska Streda (Metrans)) | dnevno                    |
| Njemačka        | Koper – Wrocław (Siechnice) – Ostrava – Koper (Baltic Rail)                       | 2 vlaka tjedno            |
|                 | Koper – Ljubljana – Munchen (Adria Kombi)   | 5 vlakova tjedno          |
| Slovenija       | Koper – Ljubljana – Celje – Maribor (Adria Kombi)                                 | 2 vlaka dnevno            |
|                 | Koper – Ljubljana – Celje – Maribor (Adria Kombi)                                 | spot train                |
| Bugarska        | Koper – Sofia (Adria Kombi)   | spot train                |
|                 | Koper – Arad (Adria Transport)  | 1 vlak tjedno             |
| Italija         | Koper – Padova (Adria Kombi dedicated)  | 1 vlak tjedno             |
|                 | Koper – Padova (Adria Kombi dedicated)  | 1 vlak tjedno             |
| Srbija          | Koper – Novi Sad (via Budapest) (Adria Kombi – Transagent d,o,o,)                 | tjedna usluga             |
|                 | Koper – Ljubljana – Beograd (Adria Kombi)   | 2 x tjedno                |
| Hrvatska        | Koper – Ljubljana – Zagreb (Adria Kombi)  | 2 x tjedno                |
|                 | Koper – Ljubljana – Zagreb (Adria Kombi)  | 2 x tjedno                |

Izvor: Port of Koper, 2016; modificirano

Temeljem podataka u prethodnoj tablici može se zaključiti da su 2015. g. najfrekventniji polasci za Mađarsku (26 puta tjedno), Slovačku (25 puta), Austriju (25 puta) i Češku (10 puta) što mijenja percepciju strukture tranzitnog prometa iz 2012. g. i ukazuje na konsolidaciju robnih tokova prema novim trgovinskim partnerima.

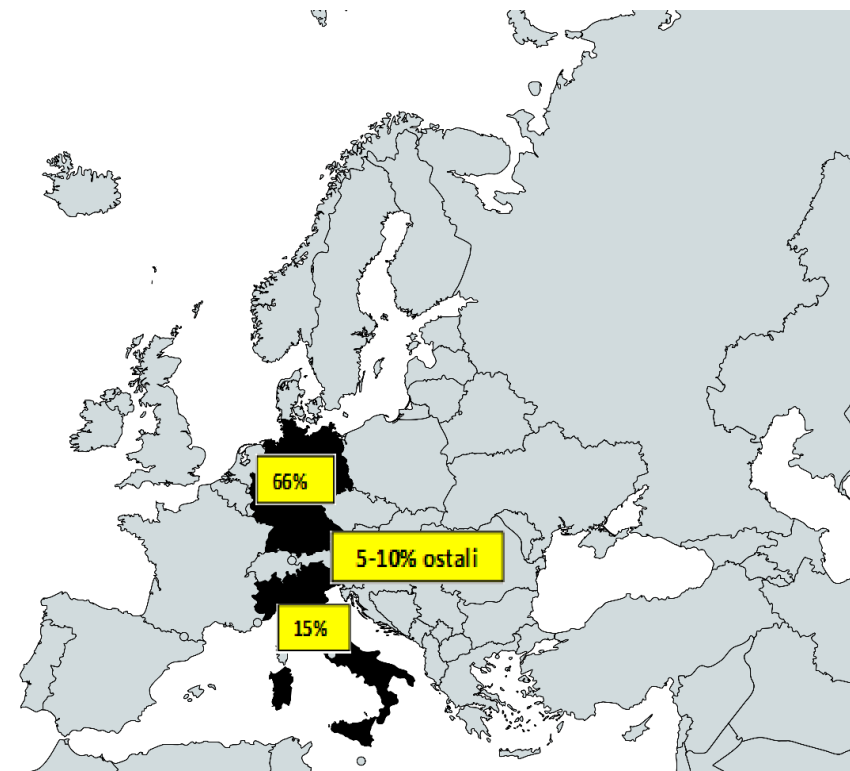
Struktura tranzitnog prometa luke Trst prema destinacijama na temelju frekvencije željezničkih linija prikazana je u Tablici 8.

**Tablica 8.** Frekvencija polazaka (dolazaka) željezničkih linija u teretnom prometu iz Trsta prema inozemnim i tuzemnim destinacijama

| Zemljopisno područje odredišta |              | Parovi vlakova mjesečno |     |                         |
|--------------------------------|--------------|-------------------------|-----|-------------------------|
| Njemačka                       |              | 94                      |     |                         |
| Italija                        |              | 24                      |     |                         |
| Austrija                       |              | 16                      |     |                         |
| Luksemburg                     |              | 14                      |     |                         |
| Češka Republika                |              | 8                       |     |                         |
| Vrsta tereta                   | Odredište    | Država                  | No. | Vlakova mjesečno        |
| Kontejneri                     | Padua        | I                       | 40  | 20 dolazaka 20 odlazaka |
| Kontejneri                     | Milan        | I                       | 8   | 4 dolaska 4 odlaska     |
| Kontejneri                     | Villach      | A                       | 32  | 16 dolazaka 16 odlazaka |
| Kontejneri                     | Regensburg   | D                       | 20  | 10 dolazaka 10 odlazaka |
| Kontejneri                     | Munich       | D                       | 40  | 20 dolazaka 20 odlazaka |
| Kontejneri                     | Gingen       | D                       | 8   | 4 dolaska 4 odlaska     |
| Kontejnerske prikolice         | Bettembourg  | L                       | 28  | 14 dolazaka 14 odlazaka |
| Kontejnerske prikolice         | Ludwigshafen | D                       | 56  | 28 dolazaka 28 odlazaka |
| Kontejnerske prikolice         | Cologne      | D                       | 64  | 32 dolazaka 32 odlazaka |
| Kontejnerske prikolice         | Ostrawa      | CZ                      | 16  | 8 dolazaka 8 odlazaka   |
| Ukupno                         |              |                         | 164 |                         |

Izvor: The Port of Trieste, 2015; modificirano

Prema dostupnim podacima o frekventnosti željezničkih linija može se ocijeniti da se 2/3 tranzitnog prijevoza iz luke Trst odnosi na njemačka odredišta, slijedi znatno slabiji promet prema talijanskim (15 %) te ostalim odredištima (5 – 10 %) (Zemljovid 4.).



**Zemljovid 4.** Zaleđe luke Trst s obzirom na destinacije u željezničkom teretnom prometu u 2015. g.

Izvor: The Port of Trieste, 2015; Mapchart.net, 2018; modificirano

Iako se samo 40 % prijevoza kontejnera u luku/iz luke Trst odnosi na željeznički prijevoz (Pastori, 2015), očito je da su robni tokovi prema Njemačkoj konsolidirani paralelno s tranzitom tekućeg tereta Transalpskim naftovodom, koji čini 2/3 ukupnog prometa tršćanske luke. U tranzitnom prometu luke Trst također se, kao i u slučaju luke Rijeka, može uočiti relativna nezastupljenost „prirodnog“ mađarskog tržišta.

#### **4.1.3. Konkurentno okruženje sjevernojadranskih luka**

Konkurentno okruženje sjevernojadranskih luka čine sve luke sjevernog Mediterana i Crnog mora. U procesu globalizacije i digitalizacije svima su u logističkom lancu dostupni svi segmenti tržišta prometnih usluga u kojem se nastoje pozicionirati i participirati pružajući najbolju logističku i tehničku podršku. Europski prostor je relativno malen pa se najčešće, modernim prometnim sredstvima, ciljana odredišta mogu doseći u roku od 24 sata bez obzira na luku polazišta. Poštujući neke zakonitosti gravitacijskog područja, da će uže područje uvijek biti „sigurno“ područje najbližih luka, a šire područje mjesto kompeticije, može se isto

tako zaključiti da će u toj tržišnoj utakmici najveći uspjeh imati najjači poslovni subjekti, a to su, zapravo, najveće europske luke. Ovaj zaključak potvrđuju podaci da roba koja iz Dalekog istoka kroz Sueski kanal dolazi u Mediteran, a namijenjena je širem gravitacijskom području luka sjevernog Mediterana i Crnog mora, najčešće (75 %) nastavlja put kroz Gibraltar u sjevernoeuropske luke (Karmelić, 2014), a zatim se kopnenim pravcima transportira prema ciljanim destinacijama. Ukupni pretovar tereta u najvećim europskim i sjevernojadranskim lukama u 2017. g. prikazan je u Tablici 9.

**Tablica 9.** Usporedba ukupnog pretovara najvećih europskih i sjevernojadranskih luka u 2017. g. (mil. t)

| <b>Luka</b>         | <b>Promet</b> |
|---------------------|---------------|
| Rotterdam           | 467,4         |
| Antwerp             | 223,6         |
| NAPA                | 148,9         |
| Hamburg             | 136,5         |
| Trst, Kopar, Rijeka | 97,9          |

Izvor: About NAPA, 2018; modificirano

Unatoč iznesenim činjenicama, mediteranske luke još uvijek participiraju u značajnoj količini tereta, a udružene u udruženje NAPA predstavljaju značajan čimbenik na tržištu.

Pregled prometa kontejnera u najvećim europskim i sjevernojadranskim lukama u 2017. g. prikazan je u Tablici 10.



**Tablica 10.** Usporedba kontejnerskog prometa u najvećim europskim i sjevernojadranskim lukama 2017. g. (mil. TEU)

| Luka                   | Promet |
|------------------------|--------|
| Rotterdam              | 13,7   |
| Antwerp                | 10,5   |
| Hamburg                | 8,8    |
| NAPA                   | 2,6    |
| Trst, Kopar,<br>Rijeka | 1,8    |

Izvor: About NAPA, 2018; modificirano

Iako znatan udio ukupnog europskog kontejnerskog prometa prolazi kroz Mediteran, roba namijenjena srednjoeuropskom tržištu ipak pretežno završava u lukama sjeverne Europe tako da mediteranske luke još manje participiraju u kontejnerskom, nego u prometu drugih vrsta tereta. Unatoč svemu, promet u mediteranskim lukama raste, kako u ukupnom pretovaru tako i u kontejnerskom segmentu poslovanja, a to se odnosi i na sve sjevernojadranske luke. Makroekonomski pokazatelji idu u prilog mediteranskim lukama, a osobito lukama istočnog Mediterana i Crnog mora. Indeksi rasta gospodarskih aktivnosti u zadnjih 20 godina na primjeru prekomorskog uvoza i izvoza govore u prilog jačanju gospodarske snage europskih tranzicijskih zemalja, a to su istočnoeuropske države i države istočnog Mediterana. Podaci govore za više od 10 puta snažnijem rastu u promatranom periodu što ne znači da se radi o većoj kapitalnoj vrijednosti uvozno-izvoznih aktivnosti, ali ukazuje na trend makroekonomskih aktivnosti i smanjenje razlika gospodarske razvijenosti europskih zemalja. Ovakav trend približava snažne ekonomske subjekte užem gravitacijskom području sjevernojadranskih luka na temelju čega one grade svoje perspektive razvoja. Prognozu tržišnog udjela NAPA luka u kontejnerskom prometu država u zaleđu sjevernojadranskih luka prikazuje Tablica 11.

**Tablica 11.** Scenarij potencijalnog razvoja kontejnerskog prometa NAPA luka i konkurentnih luka do 2030. g. (u mil. TEU)

| Luke             | Promet u 2012. g. | NAPA razvojna predviđanja 2012 – 2030. g. | Rast (%) |
|------------------|-------------------|---|----------|
| NAPA             | 1,8               | 5,9                                       | +227 %   |
| Sjevernoeuropske | 20,3              | 28,9                                      | +42 %    |
| Tirenske         | 3,6               | 6,5                                       | +81 %    |
| Crnomorske       | 0,3               | 0,6                                       | +100 %   |
| Ostale           | 5,6               | 10,5                                      | +88 %    |
| Ukupno           | 31,6              | 52,4                                      | +66 %    |

Izvor: Božičnik, 2017

Temeljem podataka iz Tablice 11. predviđa se da će rast kontejnerskog prometa u NAPA lukama biti 227 % u odnosu na rast od 42 % u sjevernoeuropskim lukama u promatranom periodu. Prema ovom scenariju, tržišni udio NAPA luka porastao bi s 5,5 na 11,3 % (Božičnik, 2017). Direktni linijski servisi u sjevernojadranskim lukama kao i kvalitetna željeznička prometna usluga glavni su preduvjeti ovakvog scenarija (Dejan i sur., 2015). Snažan rast kontejnerskog prometa u luci Kopar u skladu je s ovakvim scenarijem (s rastom lučkog prometa raste frekvencija izbora predmetne luke kao prve luke uplova (Aronietis i sur., 2010)). Prema ovom scenariju, sjevernoeuropske luke izgubile bi pri tome oko 7,7 % tržišnog udjela (Stojanović i Poletan Jugović, 2013). Ukupan promet kontejnera u NAPA lukama od 2,6 mil. TEU u 2017. g. predstavlja rast po stopi od 8,9 % te je nešto niži nego što je predviđen ovim scenarijem (12,8 %), ali je još uvijek jako značajan.

Snažno konkurentsko okruženje velikih europskih luka s konsolidiranim robnim tokovima rezultira skromnom participacijom luka sjevernojadranskog područja u mediteranskim robnim tokovima. Mogućnost zajedničkog nastupa na tržištu kroz udruženje NAPA kao i pokazatelji veće stope rasta prometa u odnosu na konkurentne luke otvaraju priliku snažnijeg razvoja i boljeg tržišnog pozicioniranja sjevernojadranskih luka.

## 4.2. Analiza robnih tokova kopnenim pravcima u sjevernojadranskom području

S obzirom na geografski položaj i oblik, sjevernojadransko područje ima vrlo povoljan geoprometni položaj i gravitacijsko područje koje se proteže prema gospodarskim i financijskim centrima srednje i istočne Europe. Ulaskom u Europsku uniju spomenuti prometni koridori postaju još važniji za Republiku Hrvatsku unatoč konkurenciji i predominaciji luka Trst i Kopar. Zbog značajno bolje infrastrukturne opremljenosti kao i boljeg korištenja postojećih kapaciteta ovih luka, hrvatske luke do sada nisu ozbiljnije ugrožavale njihove robne tokove (Dundović i Hess, 2005). Nedostatna ulaganja, zastarjela željeznička infrastruktura i smanjena gospodarska aktivnost Republike Hrvatske doveli su do značajnog pada prometa na koridoru Vb i u luci Rijeka (Steiner, 2007). Jadranski naftovod ima stratešku važnost za Republiku Hrvatsku, a važan je prometni resurs za čitavo sjevernojadransko područje i njegovo zaleđe. Za razliku od željezničkog prometa riječke luke s oko 30-40 polazaka tjedno nosivosti < 1000 t koji stagnira (HŽ, 2017), bilježe se rastuće frekvencije željezničkih linija nosivosti 1200 t iz luke Kopar s oko 120, a iz luke Trst oko 160 polazaka tjedno pa se ova luka smatra najvažnijim južnoeuropskim lučkim željezničkim kolodvorom (The Port of Trieste, 2016). Zajedno s prometom vlakova u oba smjera, polazaka više kompozicija na istoj liniji, izvanrednim polascima i putničkim prometom, frekvencija vlakova na koparskom pravcu dostiže maksimalne vrijednosti kapaciteta pruge od 72 vlaka dnevno (Vukić i sur, 2017) dok je ukupno opterećenje riječke pruge 10-15 vlakova dnevno. Iz luke Kopar željeznicom se odvozi (dovozi) 60 % kontejnera što je jedan od najboljih rezultata politike održivog razvitka transporta u Europi (Port of Koper, 2017), a iz luke Trst 40 %. Prema podacima tvrtke AGCT Rijeka (Adriatic Gate Container Terminal, 2018) iz riječke luke se 2014. i 2015. g. željeznicom otpremalo 23 % kontejnera, ali svega 10 % ukupne količine tereta (Pastori, 2015). Ako se, međutim, iz kalkulacije isključi tekući teret koji je pretežno usmjeren prema Jadranskom naftovodu, tada udio željezničkog prijevoza u ukupnom tranzitnom prometu raste, a frekvencija polazaka željezničkih linija iz riječke luke postaje relevantna u procjeni dinamike i intenziteta robnih tokova u pripadajućem gravitacijskom prostoru.

Analizirajući makroekonomske pokazatelje Republike Hrvatske može se utvrditi znatan rast vanjskotrgovinske razmjene u 2016. g. u odnosu na prethodnu godinu. Ciljajući na gravitacijsko područje sjevernojadranskih luka i kopnene pravce koji ih povezuju od posebne važnosti je rast vanjskotrgovinske razmjene s Austrijom (okvirno za više od 100 %), Češkom (više od 100 %), Mađarskom (300 %), te Slovačkom i Njemačkom (100 %). Ovakav snažan

rast vezan za robne tokove Mediteranskog i Baltičko-jadranskog koridora te Paneuropskih koridora V i X, strateških pravaca koji prometno povezuju ova područja, ukazuje na nužnost daljnjeg ulaganja u infrastrukturu i suprastrukturu radi pružanja što kvalitetnije prometne usluge. Dinamika jačanja intenziteta robnih tokova Republike Hrvatske s Poljskom (za 300 %) i Ukrajinom (75 %) pokazuje da se europsko tržište širom otvara sjevernojadranskom području očekujući da će visoke stope rasta s vremenom dovesti i do značajnije kapitalne vrijednosti vanjskotrgovinske razmjene (DSZ, 2017). Njemačka je najznačajniji vanjskotrgovinski partner za sve tri zemlje koje participiraju u sjevernojadranskom području uz Sloveniju i Italiju za izvoznu komponentu trgovinske razmjene Republike Hrvatske (OEC, 2016). S obzirom na to da su sjevernojadranske luke prometno najbliže Münchenu kao gospodarskom središtu Bavarske, ovaj prometni pravac je od strateške važnosti za sve tri zemlje.

Struktura robnih tokova na kopnenim pravcima prema gospodarskim središtima u zaleđu sjevernojadranskog područja je uglavnom ista za sve tri zemlje. Prema kapitalnoj vrijednosti dominira trgovina automobilima i dijelovima za prometna vozila, lijekovima, plinom te naftom i naftnim derivatima. S obzirom na geoprometni položaj Budimpešte trgovinska razmjena Mađarske sa zemljama sjevernojadranskog područja je mala, a u pogledu Republike Hrvatske osobito slaba u segmentu izvoza (DZS, 2017). Visoka stopa rasta pretovara tereta u luci Kopar dovodi u pitanje zadovoljavajuću protočnost u željezničkom prometu te se očekuje zagušenje koje se kratkoročno ne može riješiti na zadovoljavajući način (Vukić i sur., 2017). U tom smislu očekuje se prelijevanje tereta na luke Trst i Rijeka čime će dobiti na važnosti i pozornosti njihovi prilazni prometni pravci. Izgradnja nizinske pruge Rijeka – Zagreb kao i rekonstrukcija slovenskog dijela željezničke pruge Rijeka – Pivka neophodne su za adekvatan pristup luke Rijeka Baltičko-jadranskom i Mediteranskom koridoru, ali i za osiguranje protočnosti koridora. Zagušenost Mediteranskog koridora u sjevernojadranskom području ne korespondira s ukupnim prometom na koridoru. Smatra se da je 2017. g. iskorišteno samo 27 % kapaciteta Mediteranskog koridora, ali je godišnja stopa u usponu (The Mediterranean Corridor, 2018). Činjenica zagušenja u sjevernojadranskom području govori djelomično o infrastrukturnoj zapuštenosti, ali i o snažnom rastu potražnje za prometnom uslugom u ovom području. Činjenica da se ovakva zagušenja na Baltičko-jadranskom koridoru pojavljuju učestalo u svim zemljama kroz koje prolazi ukazuje na znatno veći intenzitet robnih tokova na tom koridoru kao i o još većem potencijalu za sjevernojadransko područje (Baltic Adriatic, 2018).

Konkurentni kopneni prometni pravci sjevernojadranskim lukama predstavljaju i najveći izazov u kompeticiji za prometnim uslugama u uvjetima rastuće potražnje. Ne radi se samo o infrastrukturno i suprastrukturno kvalitetnijoj ponudi prometne usluge, već ujedno i o konsolidiranim robnim tokovima na prometnim pravcima koji povezuju snažna gospodarska središta sjeverne Europe i Mediterana. To su koridori koji uključuju cestovni i željeznički prometni pravac, a u jednom dijelu i prometni pravac unutrašnjim vodama (The Corridors, 2018).

Koridor Bliski istok – istočni Mediteran povezuje velike sjeverne njemačke luke, Hamburg, Bremenhaven i Rostock, s lukama istočnog Mediterana, Solunom, Atenom te završava nadomak Istanbula. Povezuje velike gospodarske centre, Bremen, Hannover, Leipzig, Prag, Bratislavu, Beč, Budimpeštu, Sofiju i Plovdiv s lukama četiri mora, Sjevernog, Baltičkog, Crnog i Sredozemnog. Koridor je konsolidiran u svom sjevernom segmentu dok u jugoistočnom zahtijeva ulaganje zbog rješavanja uskih grla i poveznica koje nedostaju.

Rajnsko-alpski koridor povezuje nizozemske i belgijske sjevernomorske luke (među kojima su i najveće europske luke, Rotterdam i Antwerpen, s lukom Genoa u Ligurskom moru. Prolazeći Rurskom oblasti rijekom Rajnom i Majnom povezuje Rotterdam s Frankfurtom i Baselom u Švicarskoj prometnim pravcima unutrašnjim vodama te cestom i željeznicom. Od Basela prema jugu protežu se samo cestovni i željeznički pravac preko Züricha i Milana. Koridor je izvrsno infrastrukturno opremljen, a na mnogim segmentima je osposobljen za željeznice velikih brzina. Zbog rastućeg prometa koridor ima uska grla na mjestima koja povezuju nizozemske i belgijske s njemačkim željeznicama te probleme protočnosti švicarskih alpskih tunela.

Skandinavsko-mediteranski koridor povezuje Stockholm, Göteborg i Kopenhagen, te Hamburg i Rostock na Sjevernom i Baltičkom moru s talijanskim tirenskim i jadranskim lukama sve do Sicilije. Pri tome prolazi jednim krakom kroz Hannover, a drugim kroz Berlin i Leipzig, pa preko Nürnberga, Münchena i Verone do Apeninskog poluotoka. Prijevoj Brenner u Alpama najveće je usko grlo ovog koridora koje će se riješiti izgradnjom novog, 18 km dugog alpskog tunela do 2028. g.

Rajnsko-dunavski koridor kanalom Rajna – Majna – Dunav povezuje Rotterdam na Sjevernom i Constantu na Crnom moru. Obuhvaća velike gospodarske centre rurske oblasti, Frankfurt na Majni, Nürnberg, ali i velike dijelove Češke i Slovačke, a zatim Beč, Bratislavu, Budimpeštu, Beograd i Bukurešt. Hrvatska je uključena u koridor preko luke Vukovar. U koridor je uključen i željeznički pravac, a djelomično i cestovni, posebno u segmentima koji nemaju poveznice unutrašnjim vodama. Za ovaj su pravac karakteristična brojna uska grla na

poveznicama njemačke s francuskom, švicarskom, austrijskom i slovačkom željezničkom mrežom. Također, brojni su izostanci poveznica istočno i jugoistočno od Budimpešte. Rijeka Rajna nudi visoke standarde prijevoza za razliku od rijeke Dunav koja nije dovoljno infrastrukturno uređena. Kapacitet kanala koji povezuje ove dvije rijeke je ograničen, ali pruža visoke standarde prometne usluge.

### **4.3. Analiza pročelja sjevernojadranskih luka**

Pročelje sjevernojadranskih luka predstavlja ukupan pomorski promet u kojem ove luke participiraju u svom poslovanju, a evidentira se intenzitetom, pravcima i frekvencijom pomorskih linija koje se tiču sjevernojadranske luke. Sukladno tome, u ovom se dijelu analiziraju karakteristike pročelja luka u sjevernojadranskom području te luka u širem prometnom okruženju.

#### **4.3.1. Intenzitet, pravci i frekventnost pomorskih linija**

U pročelju riječke luke usluge pruža 13 operatera unutar čega su 2 direktna, tjedna servisa za Daleki istok i to 2M servis (zajednički servis CMA CGM i Maersk) s brodovima kapaciteta 9650 – 11300 TEU i *Ocean Alliance* servis (zajednički servis HANJIN/HMM/YML/UASC) s brodovima kapaciteta do 6500 TEU, te 4 tjedna *feeder* servisa kojim je povezana s Pirejom, Damiettom, Algecirasom i Gioia Taurom. *Adrimed Express* servis s brodovima kapaciteta do 3500 TEU povezuje je jedanput tjedno s Egiptom i Maltom gdje je *transhipmentom* povezana sa svjetskim lukama (AGCT, 2018).

U luci Kopar posluje 50-ak operatera s dva direktna, tjedna servisa s Dalekim istokom, 4 tjedna *feeder* servisa koji je povezuju s Pirejom, Damiettom, Maltom i Gioia Taurom te desetak tjednih servisa za Grčku, Tursku, Libanon, Izrael, Cipar, Egipat i Albaniju (Port of Koper Sailing list, 2018). Izvanrednim servisom luka je povezana i s destinacijama u Sjevernoj i Južnoj Americi.

U luci Trst djeluje više od 50 operatera. Povezana je s Dalekim istokom s 4 direktna tjedna linijska servisa od kojih 2 uključuju i zapadnu obalu SAD-a. Ima 14 tjednih servisnih i *feeder* linija koji je povezuju sa svim zemljama Mediterana. Luka Trst ima osobito razvijen promet Ro-Ro brodovima s turskim lukama Pendik, Ambarall/Kumport (obje u Istanbulu), Cesme i Mersin s kojima je povezana dnevnim i tjednim linijama (Updoc site, 2013).

#### 4.3.2. Analiza pomorskih linija u širem prometnom okruženju

Prema rezultatima metaanalize o kriterijima za izbor prve luke uplova, najveći broj istraživača ističe povezivost (*connectivity*), tj. frekvenciju prometnih linija u pojedinim lukama kao najvažniji kriterij izbora. Slijede troškovi, kvaliteta usluge (osobito modalna povezanost), udaljenost (vrijeme putovanja) i dostupnost informacija (Aronietis i sur., 2010). Upravo su frekvencija prometnih linija i modalna povezanost najvažnije komparativne prednosti konkurentskih luka u prometnom okruženju sjevernojadranskih luka.

Važno je istaknuti da udaljenost i troškovi, iako važni, očito nisu dovoljno jaki čimbenici koji bitno utječu na konsolidirane robne tokove kao posljedicu gospodarskog razvoja, povijesnih zbivanja i političkih okolnosti. U odnosu na 2-4 direktna, prekomorska linijska servisa u sjevernojadranskim lukama, sjevernoeuropske luke Hamburg, Bremenhaven i Rotterdam povezuje pojedinačno više od 100 takvih servisa. Luku Hamburg povezuje i 155 *feeder* linija u odnosu na desetak linija u sjevernojadranskom području (Notteboom, 2012; Green port, 2018 ).

Sjevernojadranske luke nemaju nijednu direktnu servisnu liniju za istočnu obalu SAD-a dok sjevernoeuropske luke kao što su Antwerpen, Rotterdam, britanske i francuske luke imaju svaka 10 – 30 takvih servisa. Posebno je važno uočiti da sličnu frekvenciju direktnih linija na ovoj dionici imaju i luke zapadnog Mediterana (talijanske, francuske i španjolske luke), tako da je tržište SAD-a lukama sjevernojadranskog područja najteže dostupno (CMA CGM, 2018). Direktni linijski servisi s Dalekim istokom također su frekventniji prema sjevernoeuropskim nego prema mediteranskim lukama. Tako su sjevernoeuropske luke povezane 8 puta tjedno, a mediteranske 5 puta od čega sjevernojadranske luke samo jedanput (Karmelić, 2014). Osim toga, sjevernoeuropske luke imaju mogućnost ugovaranja stvarnih izravnih linija s prihvatom kompletnog tereta dok linije prema mediteranskim lukama najčešće uključuju višestruka pristajanja što smanjuje takvu mogućnost (Brnjac, 2014).

Komparacija pomorskih linija sjevernojadranskih, sjevernoeuropskih i mediteranskih luka prikazana je u Tablici 12.

**Tablica 12.** Komparacija pomorskih linija u sjevernojadranskom području i širem prometnom okruženju u razdoblju 2012. – 2017. g.

| Pomorske linije                             | Sjevernojadranske luke | Sjevernoeuropske luke | Mediteranske luke |
|---|------------------------|-----------------------|-------------------|
| Direktni linijski servisi s Dalekim istokom | 2 - 4                  | > 100                 |                   |
| - tjedno                                    | 1                      | 8                     | 5                 |
| Feeder servisi                              | 5 – 14                 | > 150                 |                   |
| Direktna linijska povezanost sa SAD-om      | 0 – 2                  | 10-30                 | 10-15             |

Izvor: AGCT, 2018; Port of Koper Sailing list, 2018; Updoc site, 2013; Notteboom, 2012; Green port, 2018; CMA CGM, 2018; Karmelić, 2014; modificirano

Sukladno nerazmjerno većim prometom tereta u sjevernoeuropskim lukama, broj željezničkih linija je također nerazmjerno veći kao što je i cestovna mreža nerazmjerno bolje razvijena. Mogućnost prijevoza unutar njim vodama doprinosi većim modalnim, transportnim, komparativnim mogućnostima sjevernoeuropskih luka. Prema podacima UNCTAD-a (2017), Indeks linijske povezanosti – LSCI (*Liner Shipping Connectivity Index*) u pomorskom prijevozu za Nizozemsku iznosi 86,4, Njemačku 85,9, Italiju 62,5, Sloveniju 37,4 i Hrvatsku 35,9. Na čelu je Kina s indeksom od 158,8. Ovaj pokazatelj govori o pozicioniranosti Republike Hrvatske i Slovenije na tržištu prometnih usluga, ali i o velikim mogućnostima napredovanja poboljšanjem kvalitete prometnih usluga i korištenjem komparativnih prednosti prostora i politike u prometnom sektoru.

#### **4.4. Komparativna analiza robnih tokova sjevernojadranskih i sjevernoeuropskih luka**

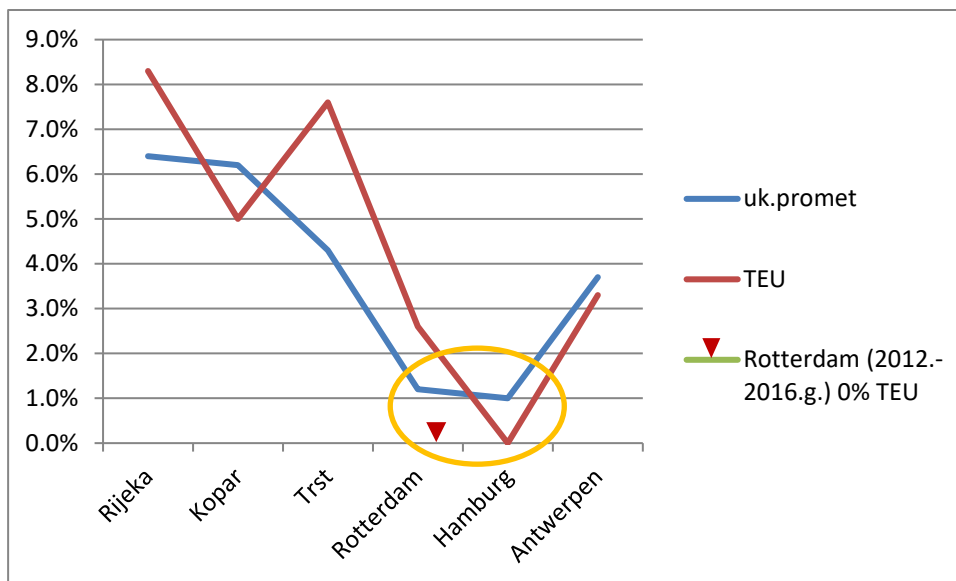
Robni tokovi sjevernoeuropskih luka konsolidirani su snagom gospodarskog rasta sjevera Europe i učvršćeni politikom Europske unije, osnovane izvorno kao EEZ (Europska ekonomska zajednica) od strane istih država u kojima se nalaze. Geoprometni položaj koji je povijesno bio važan radi trgovine s Velikom Britanijom i SAD-om te međusobne trgovinske razmjene, prestao je biti odlučujući otvaranjem dalekoistočnog tržišta u 20. i 21. stoljeću, najprije japanskog, a onda i kineskog. Konsolidirani robní tokovi sjevernoeuropskih luka i danas su najintenzivniji u Europi pa je tako luka Rotterdam deveta najveća luka na svijetu (2017. g.), a ispred nje su samo kineske luke i luka Singapur (Port of Rotterdam, 2017). Bez obzira na geoprometne i društveno-političke čimbenike, sjevernoeuropske luke su dominantne europske luke po svim kvantitativnim i kvalitativnim pokazateljima. Tri sjevernoeuropske



luke, Rotterdam, Antwerpen i Hamburg, imaju godišnji promet TEU veći od svih ostalih europskih luka zajedno raspolažući s 13 kontejnerskih terminala u Rotterdamu, 7 u Antwerpenu i 4 u Hamburgu. Ove su luke vodeće i po kapacitetima lučke infrastrukture i suprastrukture, po broju i frekvenciji direktnih prekomorskih i lokalnih linijskih servisa kao i po broju i frekvenciji *feeder* servisa. Odlikuju se izvrsno razvijenom prometnom mrežom svih modaliteta uključujući i prijevoz unutrašnjim vodama (Port of Rotterdam, 2017; Port of Antwerp, 2017; Port of Hamburg, 2017). Atraktivnost sjevernoeuropskih luka danas je njihov najveći marketinški adut.

Sjevernojadranske luke su male luke i tek udružene predstavljaju čimbenik koji bi mogao konkurirati sjevernoeuropskim lukama. Zasićenost tržišta sjevernoeuropskih luka kao i zagušenost u kopnenom prometu prilika je za sjevernojadranske luke. Potrebna su znatna ulaganja kako bi se dostigla kvaliteta usluge sjevernoeuropskih luka i sjevernojadranske luke učinila atraktivnim.

Poslovni interes vodeći je pokretač promjena. Dinamika rasta europskih robnih tokova ne ide u prilog sjevernoeuropskim lukama. Dinamika rasta BDP-a znatno je manja u razvijenim, nego u tranzicijskim i zemljama u razvoju. Otvaranje kineskog tržišta krajem 20. stoljeća u trenu je rezultiralo premještanjem pomorskih središta na Daleki istok. Kineski gospodarski rast u početku s 10 % godišnje, a danas oko 7 %, nekoliko je puta veći od gospodarskog rasta najrazvijenijih europskih zemalja. Prema podacima Eurostata (Eurostat Appso, 2017), BDP Europske unije u razdoblju od 2010. do 2016. g. rastao je po prosječnoj stopi od 1,46 %. U pravilu, više je rastao u tranzicijskim, nego u razvijenim zemljama. Kako su BDP, industrijska proizvodnja, trgovinska razmjena i veličina pomorskog prometa komplementarni makroekonomski pokazatelji, tako i potražnja za prometnom uslugom, pomorski promet i druge vrste prometa rastu po većoj godišnjoj stopi u europskim tranzicijskim, nego u europskim razvijenim zemljama. Slični pokazatelji su već prezentirani podaci vanjskotrgovinske razmjene u europskom prostoru, posebno uvoza i izvoza. Rezultat ovih makroekonomskih zbivanja je pomicanje poslovnog interesa, pa i tržišta prometne usluge, prema istoku Europe, bliže gravitacijskom području sjevernojadranskih luka. Istovremeno, to su područja s kojima su sjevernojadranske luke tradicionalno imale jake trgovačke veze, odonda kad su dijelile pripadnost istoj državi ili kad su ostvarivale promet u okviru suradnje na klirinškom tržištu zemalja Istočnog bloka. Statistički podaci pokazuju da je stopa rasta prometa u sjevernojadranskim lukama gotovo dvostruko veća, nego u sjevernoeuropskim lukama (Grafikon 9.). To se osobito odnosi na zadnjih 5 godina (2012. – 2017. g.).



**Grafikon 9.** Stope rasta ukupnog i kontejnerskog prometa sjevernoeuropskih i sjevernojadranskih luka u razdoblju 2012. – 2017. g.

Izvor: Port of Rijeka Authority, 2018; Port of Koper, 2018; Port of Trieste Authority, 2018; Port of Rotterdam, 2017; Port of Hamburg, 2017; Port of Antwerp, 2017; modificirano

Luka Kopar bilježi rast ukupnog prometa po stopi od 6,2 % u zadnjih 5 godina, luka Rijeka 6,4 %, a luka Trst 4,3 %. Istovremeno, promet u luci Rotterdam raste po stopi od 1,2 % u istom razdoblju, a u luci Hamburg 1 %. Dapače, u obje luke bilježi se stagnacija (označeno žuto). Luka Antwerpen pokazuje najstabilnije poslovanje sa stopom rasta od 3,7 % od 2010. g., ali opet sa znatno nižom dinamikom rasta u odnosu na sjevernojadranske luke.

Slične pokazatelje rasta pokazuje i promet kontejnera. U luci Kopar promet kontejnera raste po stopi od 5 % u zadnje 3 godine, u luci Trst 7,6 %, a u luci Rijeka 8,3 %. U luci Hamburg bilježi se stagnacija od 2010. g. kao i u luci Rotterdam (označeno crvenim trokutom) s izuzetkom 2017. g. kada je zabilježen rast kontejnerskog prometa od 10,9 % u odnosu na prethodnu godinu pa se zbog toga prosječna stopa rasta u posljednjih 5 godina podigla na 2,6 %. Luka Antwerpen u kontejnerskom prometu također pokazuje stabilan rast prometa od 2010. g. po stopi od 3,3 % (Port of Rotterdam, 2017; Port of Antwerp, 2017; Port of Hamburg, 2017). Prognoza gospodarskih zbivanja govori u prilog kontinuiteta navedenih procesa koji bi, u uvjetima trenutne politike Europske unije u prometnom sektoru kao i izdašna ulaganja u prometnu infrastrukturu, mogla znatno ojačati robne tokove u sjevernojadranskom području. Prepoznavanje ovih komparativnih pokazatelja i opredijeljenost prema zajedničkom poslovnom interesu, bitni su argumenti za zajednički nastup NAPA luka na tržištu prometnih usluga.

#### **4.5. Pitanje održivosti razvitka prometnog sustava i robnih tokova u sjevernojadranskom području**

Održivost u ekonomskoj, ekološkoj i socijalnoj dimenziji kao i kontinuirano poboljšanje sigurnosti u pomorskom prometu glavni su ciljevi projekta Europske komisije Horizon 2020 (2016) za razdoblje 2016. – 2017. g. U skladu s direktivom 2012/33/EU, direktivom 2014/94/EU i MARPOL Annex VI Komisija se zalaže za elektrifikaciju brodskih i lučkih postrojenja uključujući i hibridne pogonske (pomoćne) strojeve. Zalaže se za uporabu alternativnih goriva kao što su LNG (prirodni ukapljeni plin), CNG (komprimirani metan), LPG (propan-butan), vodik, metanol, dietiler i biološka goriva (biodizel). Također se zalaže za bolju energetske iskoristivost (do 15 %), redukciju emisije zagađivača (do 80 %) i stakleničkih plinova (do 50 %). Propisuje obavezan monitoring emisija, obuku i ponašanje zaposlenika, podršku kod donošenja odluka te simulacije i optimizacije prometnih rješenja. Smanjena količina utrošene energije i smanjenje njenog utjecaja na okoliš trebali bi dovesti do smanjenih operativnih troškova pomorskog prijevoza. Tu su i preporuke za poboljšanje konstrukcijskih rješenja trupa radi smanjenja otpora, preporuke za unificirane konstrukcije trajekata i brodova za kraće relacije, za automatizaciju u postupcima prekrcanja tereta kao i multimodalnog transporta. Potiče se transport brodovima uključujući kratke brodske relacije, prijevoz unutrašnjim vodama i kanalima te premještanja tereta s cesta na željezničke pruge. Modernizacija i elektrifikacija lučkih postrojenja, smanjenje štetnih emisija, premještanje određenih djelatnosti na ekološki bolje lokacije, dobra željeznička povezanost sa zaleđem, automatizacija procesa rada, kvalitetna i brza koordinacija s lučkom kapetanijom, logističkim operatorima, brodarima, civilnim vlastima, carinom i organima reda ciljevi su i vizija luke budućnosti. Favoriziraju se, općenito, one vrste prijevoza koji „ostvaruju najveći transportni učinak uz najmanje infrastrukturne i eksterne troškove“ (Poletan Jugović, 2017).

Intermodalnost i kontejnerizacija bitne su odrednice održivog razvitka prijevoza robe. Dinamika kontejnerskog prijevoza dobar je pokazatelj kretanja robnih tokova prema principima održivosti. Prema istraživanju Marchal i sur. (2003), intermodalni kontejnerski teretni prijevoz na relaciji Belgija – Bugarska kombinacijom dva oblika prijevoza, cestom (Belgija – njemačka granica) i željeznicom (njemačka granica – Bugarska) donosi uštede prijevoza od 65 %.

Nova Strategija Europske unije za Jadransku i Jonsku regiju (EUSAIR) koja je usvojena 2014. g. stavlja naglasak na rast i stvaranje radnih mjesta kroz promicanje održivog gospodarskog i društvenog prosperiteta (EUSAIR, 2017). Strategija predviđa inovativni

pomorski rast, bolje povezivanje, očuvanje i zaštitu okoliša i povećanje atraktivnosti regije, a za provođenje principa održivosti u turizmu zadužene su Republika Hrvatska i Albanija.

Prema Strategiji prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. (Ministarstvo pomorstva, 2014) osim radnji i koordinacija u okviru EUSAIR-a, posebno se predviđa razvoj intermodalnih poveznica hrvatskih luka s unutrašnjošću kao i uštedu te korištenje ekološki prihvatljivijih oblika energije. U cilju povećanja udjela pomorsko-željezničkog prometa, predviđa se izgradnja mreže intermodalnih platformi u lukama i glavnim potrošačkim središtima. Na taj način bi hrvatske luke bile konkurentnije u tržišnoj utakmici za privlačenje roba i robnih tokova iz glavnih europskih polazišta i destinacija opskrbnih lanaca.

U Studiji strateškog utjecaja na okoliš Strategije prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. također se ističe intermodalnost kao prioritetni oblik prijevoza, ali i prednost svih oblika prijevoza u odnosu na cestovni prijevoz (Ministry of Maritime Affairs, 2014).

Novi pravci razvoja pomorskog prometa i prometa općenito kao i pravno-formalna regulativa Svjetske pomorske organizacije (IMO) i Europske unije afirmiraju princip održivosti što zahtijeva reviziju i adaptaciju postojećih robnih tokova novim uvjetima poslovanja. To je nova prilika i važan objektivni i aktualni čimbenik konkurentnosti sjevernojadranskih luka.

## 5. MODEL VREDNOVANJA EKSTERNIH TROŠKOVA U FUNKCIJI FORMIRANJA I PLANIRANJA ROBNIH TOKOVA U SJEVERNOJADRANSKOM PODRUČJU

U cilju ispitivanja konkurentnosti prometnih pravaca iz sjevernojadranskih luka prema srednjoeuropskim odredištima, uzimajući u obzir eksterne troškove kao novi, socioekološki kriterij valorizacije prometnog pravca, kreiran je model vrednovanja kojim je analiziran potencijalni utjecaj zajedničkog djelovanja kvantitativnih, kvalitativnih i ekoloških čimbenika na formiranje, optimizaciju i konsolidaciju robnih tokova.

### 5.1. Metodologija istraživanja

U istraživanju se ispituje konkurentnost intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza na prometnim pravcima od luke Shenzhen u Kini do srednjoeuropskih destinacija: Budimpešte, Beča, Praga i Münchena. Odabrani prometni pravci uključuju osam različitih intermodalnih čvorišta (luka): Trst, Kopar i Rijeka u sjevernojadranskom području, Genoa i Solun u Mediteranu, Constanta u Crnom moru te sjevernoeuropske luke Rotterdam i Hamburg. Na taj je način za svaku srednjoeuropsku destinaciju formirano osam prometnih pravaca s temeljnim ciljem da se odrede optimalni prometni pravci simultanim djelovanjem kvantitativnog (troškovi prijevoza), socioekološkog (eksterni troškovi) i kvalitativnog (vrijeme prijevoza) kriterija.

Konkurentnost prometnog pravca analizira se na temelju ulaznih parametara i to:

- eksternih troškova (ET)
- troškova prijevoza (TP)
- vremena prijevoza (t)
- dužine puta ( $s_1, s_2$ ).

Emisije, utjecaj *up and down streaming* procesa i utjecaj na klimatske promjene intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza na odabranim prometnim pravcima izračunani su uz pomoć računalnog programa *EcoTransIT* kao i vrijeme prijevoza (t) te dužina puta prijevoza kojom program kalkulira ( $s_1$ ). Vrijednosti emisija koje uključuju izračunane količine oksida dušika ( $\text{NO}_x$ ), oksida sumpora ( $\text{SO}_x$ ), nemetanskih, hlapljivih

ugljikohidrata (NMHC), suspendiranih čestica (PM<sub>10</sub>), ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>), stakleničkih plinova (GHG) i oslobođene energije (E) u proizvodnji i izgaranju utrošene količine goriva (*well to wheel* – WTW) valorizirane su prema objavljenim tablicama. Na taj su način dobivene vrijednosti eksternih troškova u pomorskom (PET) i željezničkom (ŽET) prijevozu.

Eksterni troškovi intermodalnog čvorišta (IMČET) preuzeti su iz literature kao konstanta.

Troškovi pomorskog prijevoza (TPP) na odabranim prometnim pravcima izračunani su uz pomoć računalnog programa *World Freight Rates* kao i vrijeme prijevoza (t) te dužina puta prijevoza kojom program kalkulira (s<sub>2</sub>).

Troškovi željezničkog prijevoza (TŽP) na odabranim prometnim pravcima izračunani su uz pomoć računalnog programa *Sea Rates* kao i vrijeme prijevoza (t) te dužina puta prijevoza kojom program kalkulira (s<sub>2</sub>).

Troškovi intermodalnog čvorišta (TIMČ) izračunani su na temelju službenih tarifa terminala i podataka od strane agenata u ciljanim lukama.

Vrijeme prijevoza na pojedinim prometnim pravcima je prema svim računalnim programima bilo isto (t).

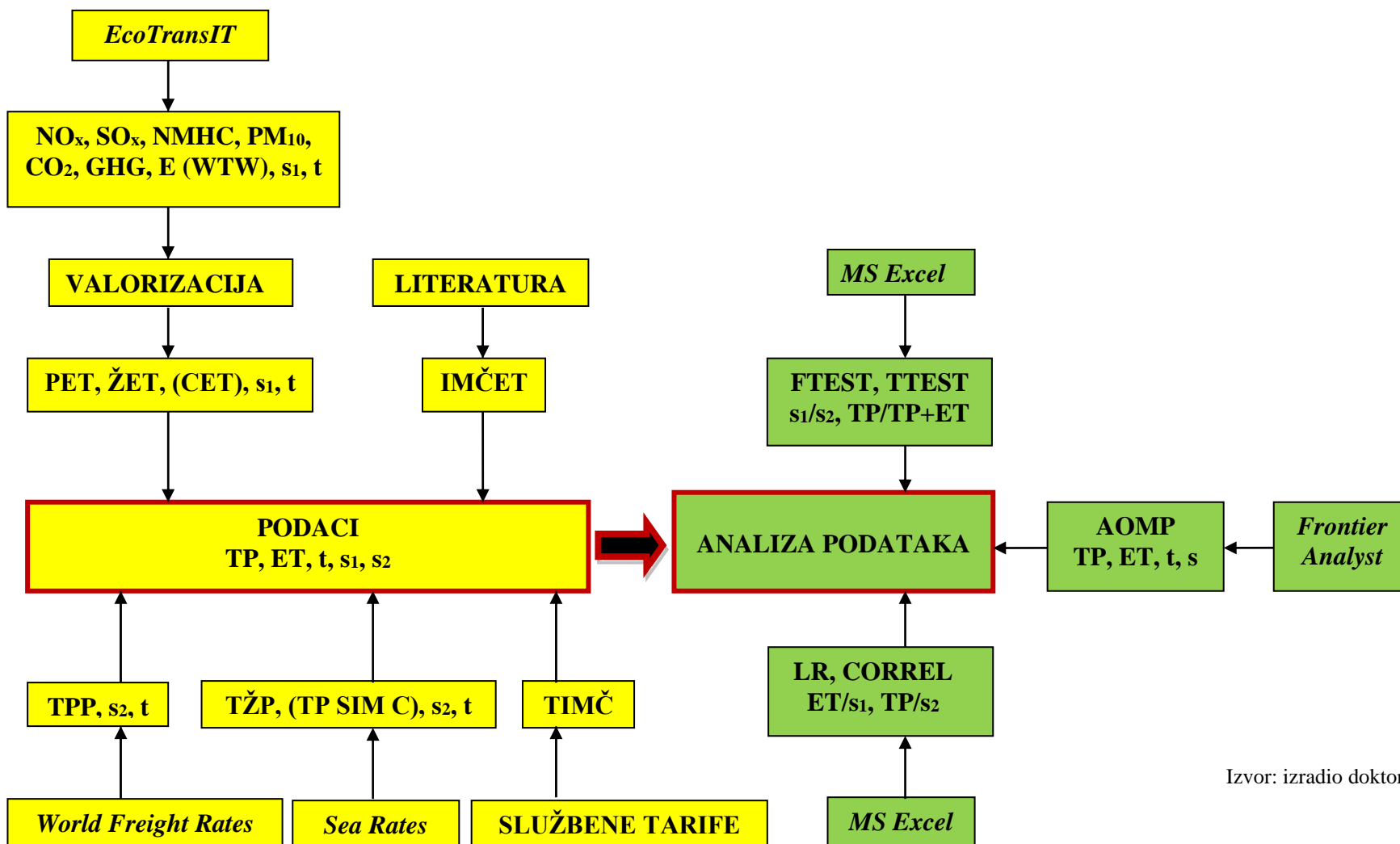
Obrada podataka započinje u računalnom programu *MS Excel* (2007) korištenjem F i t-testa kojima se ispituje statistička značajnost razlika dužina puta prijevoza (s<sub>1</sub> i s<sub>2</sub>) na prometnim pravcima kojima su kalkulirali računalni programi kod izračuna troškova prijevoza i emisija. Istim testovima ispituje se statistička značajnost razlika troškova prijevoza (TP) i troškova prijevoza s pridodanim eksternim troškovima (TP+ET).

Korištenjem metode linearne regresije (LR) i testa korelacije (CORREL) računalnim programom *MS Excel* ispituje se zavisnost eksternih troškova i troškova prijevoza s dužinom puta prijevoza.

Računalnim programom *Frontier Analyst* obrađuju se podaci korištenjem metode analize omeđivanja podataka (AOMP). Metoda se koristi podacima troškova prijevoza (TP), eksternih troškova (ET) i vremena prijevoza (t) kao *input* te zadanom dužinom puta prijevoza (s) kao *output*. Vrijednosti zadane udaljenosti (s) predstavljaju najkraće prometne pravce od luke Shenzhen do četiri srednjoeuropske destinacije. Metodom AOMP rangiraju se ispitivani prometni pravci po kriteriju relativne efikasnosti.

Ovako obrađeni podaci temelj su analize efekata internalizacije eksternih troškova na formiranje i konsolidaciju robnih tokova u srednjoeuropskom području.

Dijagram toka istraživanja prikazan je na Slici 3.

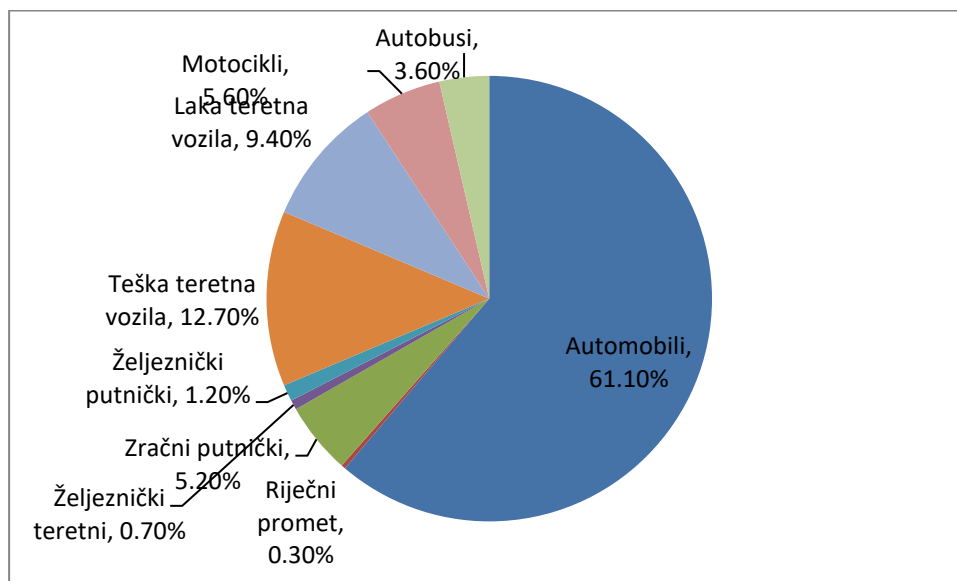


Izvor: izradio doktorand

Slika 3. Dijagram toka istraživanja

## 5.2. Ulazne vrijednosti izračuna eksternih troškova

Eksterni troškovi u prometnoj djelatnosti proizlaze pretežno iz prometnih zagušenja, nesreća u prometu i utjecaja prometa na okoliš. Zagušenja i nesreće čine 60 – 70 % ukupnih eksternih troškova (Maibach i sur., 2008), ali su gotovo ekskluzivno vezane za cestovni prijevoz. Cestovni prijevoz je izvor najvećih eksternih troškova u prometu (Grafikon 10.).



**Grafikon 10.** Udio različitih oblika prijevoza u ukupnim eksternim troškovima u prometu (bez troškova prometnog zagušenja)

Izvor: Van Essen i sur., 2011

Iz podataka u prethodnom grafikonu može se uočiti da različita cestovna vozila participiraju u više od 90 % ukupnih eksternih troškova u prometu i to bez troškova prometnog zagušenja. U podacima nema eksternih troškova pomorskog prijevoza čiji je udio obično niži od udjela željezničkog prijevoza i ne može utjecati na iznesene zaključke.

Ostali oblici prijevoza produciraju pretežno okolišne eksterne troškove. Emisije, koje direktno i indirektno (kroz utjecaj na klimatske promjene i druge oblike štete) čine 70 – 85 % (Maibach i sur., 2008; Van Essen i sur., 2012; Jugović i sur., 2018) ukupnih eksternih troškova u pomorsko-željezničkom prijevozu, predstavljaju zato reprezentativni uzorak.

Eksterni troškovi u ovom se istraživanju odnose na emisije uz saznanje da su ukupni eksterni troškovi za 15 – 30 % viši. Vodeći se znanstvenim principom kalkulacije s mjerljivim i komparabilnim vrijednostima te nemogućnosti izračuna točnog udjela ostalih vrsta eksternih



troškova koji su različiti za svaki pojedinačni prometni pravac, dobivene rezultate istraživanja treba interpretirati kao najmanje moguće eksterne troškove.

Parametri koji utječu na veličinu emisija u prometu su vrsta i potrošnja fosilnih goriva, vrsta prometnog sredstva, nosivost i stupanj opterećenja prometnog vozila LF (*load factor*) te duljina prometnog pravca.

Za izračun eksternih troškova u pomorskom prijevozu korišteni su emisijski faktori za HFO (*heavy fuel oil*) kod plovidbe na otvorenom moru te za MDO (*marine diesel oil*, 0,1 % S) kod plovidbe u lukama i drugim područjima kontrole emisija (ECA-*emission control area*). U parametar potrošnje goriva uključena je i emisija koja nastaje u procesu proizvodnje, prerade i prijevoza fosilnih goriva i derivata kao i ona koja nastaje korištenjem fosilnih goriva za proizvodnju drugih oblika energije npr. električne (*up and down streaming procesi*). Brzina broda, koja se očituje u vremenu prijevoza, iznosi otprilike 31-33 % maksimalno uz LF 70 % prema proračunu računalnog programa.

U ulazne vrijednosti nisu uključeni rezultati tehnoloških inovacija pogonskih strojeva i goriva koji smanjuju razine emisija kada to nije uređeno propisom (kao npr. za MDO), osim kod simulacije u cestovnom prometu (EURO V). Visina ili količina emisija valorizira se za potrebe modela množenjem s jediničnim cijenama pojedinih zagađivača objavljenim u priručnicima od strane uglednih sveučilišta i instituta koji se bave ovom problematikom (Karlsruhe, Heidelberg, Hannover, Bern, Zurich, Delft). Svakih 4-5 godina jedinične cijene se korigiraju, a u pravilu rastu. Doktorand ne problematizira metodologiju izračuna vrijednosti emisija i jediničnih cijena zagađivača. S obzirom na znanstveni ugled autora i institucija, vrijednosti izračunanih eksternih troškova drže se relevantnim i pogodnim za analizu koja se provodi unutar istraživanja. Apsolutna visina vrijednosti eksternih troškova za ovo istraživanje nije od presudne važnosti kao što su važne razlike u različitim modalitetima prijevoza i na prometnim pravcima prema istim destinacijama. U tom smislu, znanstveni model je u funkciji dokazivanja znanstvene hipoteze te procjene mogućnosti efekata principa održivosti na prometni sektor i robne tokove.

### **5.3. Neizvjesnosti u postavljenom modelu i izračunu eksternih troškova**

Onečišćenje zraka je onaj dio utjecaja prometa na okoliš koji se najlakše može izmjeriti te znanstveno obraditi i valorizirati. Iako postoje prijepori koliki je udio prometne djelatnosti u ukupnom onečišćenju zraka, mjerenjem emisija direktno na prometnim vozilima mogu se dobiti točni podaci (Jugović i sur., 2018). Svi ostali utjecaji na okoliš kao što su

zagađenje voda i mora, erozija obale, štetni utjecaj na bioraznolikost, šume i poljoprivredne kulture, štete zbog tekućeg i čvrstog otpada, a osobito klimatske promjene koje se dovode u vezu s emisijama, nije moguće točno izmjeriti (Merk, 2014). Buka se točno mjeri, osobito na mjestu gdje nastaje, ali značenje njenog štetnog utjecaja, a pogotovo u onom dijelu koji nastaje u prometnom sektoru, nije sasvim jasno. U odnosu na emisije i klimatske promjene, svi ostali štetni utjecaji prometa na okoliš (npr. infrastrukturni troškovi) razmjerno su zastupljeni malim udjelima.

Emisije štetnih produkata izgaranja fosilnih goriva lako se i točno mjere, ali se njihov štetan utjecaj na zdravlje i okoliš ne mjeri, već procjenjuje. Stupanj izloženosti emisijama je promjenjiv i nesiguran kao i veličina i struktura izložene populacije. To je najveća slabost i najveći argument protivnika koncepcije eksternih troškova emisija i njihove internalizacije. U kojem su opsegu pojedini zagađivači štetni za zdravlje, tko će i kada oboljeti, zbog čega neki ljudi koji su bili izloženiji emisijama ne obole i suprotno – obole oni koji su bili manje izloženi, koliko buka utječe na kvalitetu života objektivno, a koliko je to individualna osobitost, sve su to neizvjesnosti opterećene multifaktorijalnom kazuistikom i kompleksnošću prirode ljudskog zdravlja. Utjecaj na okoliš je, možda, još neizvjesniji. Koliko su emisije utjecale na prirodu, životinjski i biljni svijet, na agrarne kulture i poljoprivredu, na šume, šumarstvo i drvnu industriju, na more, riblji fond i ribarstvo, a sve to skupa na promjene mikroklimе i konačno na značajne klimatske promjene u smislu efekta staklenika i globalnog zagrijavanja, učestalosti ekstremnih klimatskih pojava i njihovog utjecaja na gospodarstvo, a koliko je u svemu utjecala emisija baš iz transportnog sektora, to su pitanja na koja nema konkretnog i točnog odgovora osim načelnog da postoji negativan učinak emisija na okoliš i da sigurno pridonosi klimatskim promjenama.

S obzirom na to da se govori o prometu kao jednoj od strateških gospodarskih djelatnosti i njegovom negativnom utjecaju na okoliš i zdravlje te se pripremaju ili već provode mjere kojima bi se takvi negativni utjecaji smanjili i/ili spriječili, a takve bi mjere dovele do bitnih promjena u društveno-ekonomskim odnosima, neobično važno bi bilo točno utvrditi pojedinačni udio svakog zagađivača. Zbog ovih se razloga ponekad rezultati istraživanja različitih istraživača u bitnome razlikuju ovisno o tome koliko su čimbenika ispitali i koliko su pojedinim čimbenicima dali na važnosti.

Znanstvenim pristupom razvijaju se modeli istraživanja bez varijabli opterećenih neizvjesnostima te manipuliraju samo mjerljivim parametrima komparabilnim s rezultatima sličnih istraživanja. Kao i u modelu predloženom u ovoj disertaciji, apsolutna visina eksternih troškova ne se može točno izmjeriti, ali se zato sa sigurnošću može znanstveno odrediti

najmanja moguća vrijednost. Po potrebi, može se korigirati prema udjelima pojedinih utjecajnih čimbenika koji nisu bili reprezentirani u odabranom uzorku.

Postupak internalizacije, novčane valorizacije i naplate eksternih troškova također je podložan neznanstvenim procjenama jer je *a priori* teško odrediti vrijednost života, zdravlja i okoliša. Tako se npr. materijalna šteta gubitka života u prometu može procjenjivati gubitkom radnih sati koje bi, da je poživio, smrtno stradali ostvario do kraja svog radnog vijeka. U takvoj procjeni ostaje upitno bi li takva osoba doživjela kraj svog radnog vijeka odnosno bi li uopće radila na istim poslovima. Stvarna potreba za internalizacijom zahtijeva točan i pošten izračun. Suprotno neizvjesnostima u pogledu izvora onečišćenja i izloženosti onečišćenju, navedene okolnosti ne bi trebale značajnije utjecati na odlučnost u primjeni internalizacije eksternih troškova.

#### **5.4. Definirani uvjeti i granice istraživanja**

U modelu se istražuje zajedničko djelovanje poglavito kvantitativnih i socioekoloških, a djelomično i kvalitativnih čimbenika na formiranje i konsolidaciju robnih tokova u određenom području. U tom su okviru definirani uvjeti kojima ponuđeni model može polučiti tražene rezultate:

- Kompletna internalizacija eksternih troškova najvažniji je uvjet funkcioniranja ovako zamišljenog modela. Internalizacija eksternih troškova u prometnom sektoru nije samo plaćanje štete od strane zagađivača, već je to restriktivna politika prema zagađivaču koji plaćanjem štete ne smije nastaviti činiti štetu. U skladu s tim je i provođenje politike realnih jediničnih cijena štetnih emisija koje ne bi smjele biti predmet uplitanja državnih i drugih utjecajnih institucija u cilju zaštite svojih ekonomskih interesa.
- Podjednaka kvaliteta prometnih usluga drugi je preduvjet primjenjivosti ovog modela. Iluzorno je očekivati da bi dionici logističkog transportnog lanca u postupku odlučivanja izabrali prometni pravac koji nudi bitno nižu kvalitetu usluge. Ulaganje u prometnu infrastrukturu i suprastrukturu te unaprjeđenje organizacije rada u cilju pružanja visokokvalitetne prometne usluge u interesu je luka, lokalnih zajednica i regija u gravitacijskom području koji u politici održivog razvitka prometa vide svoju kompetitivnu prednost i priliku. Takvom

politikom mogu se ostvariti komparativne prednosti samo u uvjetima podjednake kvalitete usluga.

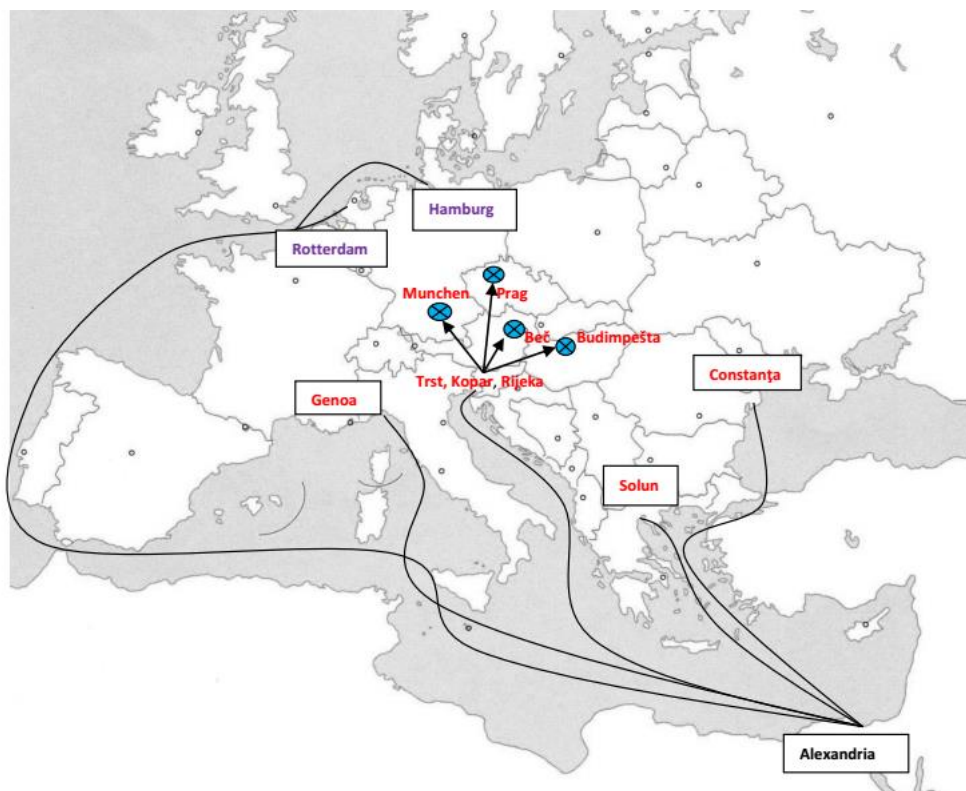
### **5.5. Ciljani prometni pravci i prometno okruženje**

U svrhu postavljenog cilja selektirani su prometni pravci na kojima će se provesti planirano istraživanje. Određena su polazišta, intermodalna čvorišta i odredišta.

Kao polazište je određena kineska luka Shenzhen, jedna od najvećih kineskih izvoznih luka. Kao intermodalna čvorišta određene su tri sjevernojadranske luke, Trst, Kopar i Rijeka te dvije alternativne luke u Sredozemnom moru, Genoa i Solun te jedna u Crnom moru, Constanta. Kao odredišta određene su srednjoeuropske metropole, Budimpešta, Beč, Prag i München, koje predstavljaju geoprometno, gravitacijsko područje navedenih intermodalnih čvorišta (luka). Bratislava je isključena zbog neposredne blizine Beča pa se očekuju podjednaki rezultati.

Određena su i dva alternativna intermodalna čvorišta, Rotterdam i Hamburg, kojima navedene srednjoeuropske metropole nisu primarno gravitacijsko područje, ali još uvijek drže primat na tom tržištu. Na taj način formirana su ukupno 32 prometna pravca koja su predmetom analize u postavljenom modelu.

Tip prijevoza je intermodalni, pomorsko-željeznički. Pomorski put prijevoza je najkraći mogući pomorski put iz Kine, Južnim kineskim morem, Indijskim oceanom, Crvenim morem, Sueskim kanalom do Sredozemnog mora i luke Aleksandrija u Egiptu, a dalje različito prema različitim destinacijama (Zemljovid 5.).



**Zemljovid 5.** Intermodalna čvorišta i destinacije na ciljanim prometnim pravcima

Izvor: izradio doktorand

Iz intermodalnih čvorišta određen je transport željeznicom na električni pogon najkraćim putem do srednjoeuropskih odredišta. Fakultativno, tamo gdje je to moguće (Constanta, Rotterdam) analiziraju se i prometni pravci unutrašnjim vodama prema mogućim destinacijama (Budimpešta, Beč) radi usporedbe s eksternim troškovima prijevoza željeznicom na električni pogon. Ovakav odabir prometnih pravaca polazi od pretpostavke da je upravo željeznički tip prijevoza opterećen najmanjim mogućim eksternim troškovima.

Cestovni prijevoz iz intermodalnih čvorišta nije posebno analiziran jer je poznato da taj tip prijevoza rezultira najvišim eksternim troškovima, osim kod simulacija različitih varijanti prijevoza i to samo na pravcu prema Budimpešti koji je odabran s ciljem da se pokažu razmjeri razlika u troškovima. Efekti internalizacije eksternih troškova na modalitete transporta osobito su važni zbog činjenice da se cestovni prijevoz ni u kojem slučaju ne može izbjeći, već je uvijek zastupljen makar u minimalnom segmentu. Put i tip prijevoza su ključni elementi transportne djelatnosti u kontekstu ispitivanja veličina eksternih troškova. Načelo najmanjih mogućih eksternih troškova koristi se u svim segmentima istraživanja, osobito tamo gdje postoji dvojba ili mogućnost izbora različitih vrijednosti parametara koji ulaze u postupak kalkulacije. Ciljani prometni pravci prikazani su u Tablici 13.

**Tablica 13. Ciljani prometni pravci\***

| Prometni pravac |              | Prometni pravac |              |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| Pomorski        | Željeznički  | Pomorski        | Željeznički  |
| she-ax-co ship  | co-bu rail   | she-ax-ko ship  | ko-bu rail   |
|                 | co-be rail   |                 | ko-be rail   |
|                 | co-pra rail  |                 | ko-pra rail  |
|                 | co-mi rail   |                 | ko-mi rail   |
| she-ax-so ship  | so-bu rail   | she-ax-tri ship | tri-bu rail  |
|                 | so-be rail   |                 | tri-be rail  |
|                 | so-pra rail  |                 | tri-pra rail |
|                 | so-mi rail   |                 | tri-mi rail  |
| she-ax-ge ship  | ge-bu rail   | she-ax-rot ship | rot-bu rail  |
|                 | ge-be rail   |                 | rot-be rail  |
|                 | ge-pra- rail |                 | rot-pra rail |
|                 | ge-mi rail   |                 | rot-mi rail  |
| she-ax-ri ship  | ri-bu rail   | she-ax-ham ship | ham-bu rail  |
|                 | ri-be rail   |                 | ham-be rail  |
|                 | ri-pra rail  |                 | ham-pra rail |
|                 | ri-mi rail   |                 | ham-mi rail  |

\*she – Shenzhen, ax – Alexandria, co – Constanta, bu – Budimpešta, be – Beč, pra – Prag, mi – Munchen, so – Solun, ge – Genoa, ri – Rijeka, ko – Kopar, tri – Trst, rot – Rotterdam, ham – Hamburg

Teret čiji se prijevoz istražuje zamišljen je kao standardni kontejner od 20 stopa (TEU) u kojem se prevozi elektronička roba težine 10 t. Dimenzije i težina prilagođene su softveru *EcoTransIT* koji obrađuje podatke. Vrijednost tereta procijenjena je na 100 000 \$.

## **5.6. Izračun troškova prijevoza i eksternih troškova na ciljanim prometnim pravcima**

Troškovi prijevoza izračunani su računalnim programima tvrtki *World Freight Rates* i *SeaRates*. Navedeni troškovi ne uključuju popuste koji ovise o individualnoj poslovnoj suradnji i sposobnosti ugovaranja poslovnog menadžmenta. Izračun emisija na prometnim pravcima dobiven je uz pomoć znanstvenog, računalnog programa *EcoTransIT*.

### 5.6.1. Troškovi prijevoza

Troškovi prijevoza su za potrebe ovog istraživanja definirani kao ugovoreni jedinični troškovi koje podmiruje korisnik s pružateljem prometne usluge, a vezani su za prometni pravac za koji se ugovara prijevoz. Visina troškova prijevoza rezultat je tržišnih odnosa ponude i potražnje (tj. posljedica konsolidiranih robnih tokova). Ne moraju ovisiti o duljini prometnog pravca. U ove troškove ne ulaze troškovi osiguranja jer su vezani za vrijednost tereta, a ne za prometni pravac. Pripremljeni podaci u funkciji izabranog prometnog pravca služe radi analize ponašanja troškova i promjena ponašanja kod promjene prometnog pravca. Ove su promjene komparabilne s promjenama ponašanja eksternih troškova koji su upravo proporcionalni duljini prometnog pravca.

Troškovi prijevoza na pomorskim prometnim pravcima za potrebe ovog istraživanja izračunani su pomoću računalnog programa *World Freight Rates* u veljači 2018. g. (World Freight Rates, 2018). Navedeni se računalni program oslanja na baze podataka najpoznatijih svjetskih ekonomskih i trgovačkih institucija kao što su Eurostat, MMF, Svjetska banka, WTO kao i logističkih operatera najvećih svjetskih luka (Shanghai, Hamburg) te mnogobrojnih portala koji obrađuju svjetski, pomorski promet. Kalkulacija troškova pomorskog prijevoza provedena je u veljači 2018. g., a za potrebe ovog istraživanja korištene su srednje vrijednosti. Datum kalkulacije važan je zbog mogućih promjena cijena prijevoza. Vrijednosti izražene u \$ preračunane su u € množenjem s koeficijentom 0,813983 na dan 20. 3. 2018. (Xe.com, 2018). Vrijednosti dobivene računalnim programima prikazane su i korištene za daljnje kalkulacije u originalnom obliku dok su konačne vrijednosti ručnih kalkulacija zaokružene na 2 decimale po pravilu  $< 5$  na nižu, a ostalo na višu vrijednost.

Kalkulacija troškova željezničkog prijevoza obavljena je pomoću računalnog programa tvrtke *SeaRates* u veljači 2018. godine (SeaRates, 2018). Osnovana 2005. g. u Edinburghu navedena je tvrtka danas jedna od najvećih i najpoznatijih, globalnih špediterskih tvrtki. U računalni program uneseni su svi cestovni i željeznički prometni pravci s javno objavljenim cijenama usluga. Isto nije u potpunosti zastupljeno u pomorskom prijevozu pa se u tom dijelu ne koristi. Očite kalkulasijske pogreške softvera ispravljene su u nekoliko slučajeva dodavanjem jedinice na mjestu tisućica ili nule na mjestu jedinica, a dobivene vrijednosti nakon intervencije odgovaraju tipičnim tarifnim stopama (primjerice, 1,84 \$/km; 2,13 \$/km). Konverzija valuta učinjena je u istim uvjetima kao i za slučaj troškova u pomorskom prijevozu. S obzirom na to da računalni program automatski bira put prijevoza koji nije uvijek najkraći put do izabranog odredišta, neka su polazišta zamijenjena najbližim

susjednim lukama iz kojih računalni program izabire znatno kraći put i tako troškove prijevoza čini realnijim. Osim toga, računalni program za izračun emisija, u pravilu, ciljano izabire najkraći put pa je komparacija i ostala obrada troškova prijevoza i eksternih troškova točnija i vjerodostojnija. Udaljenost susjednih od stvarnih polazišta je zanemariva u pogledu utjecaja na rezultate troškova prijevoza. Samo u jednom slučaju (Genoa – La Spezia) ta je udaljenost značajnija pa su zato troškovi prijevoza na toj dionici pridodani troškovima prijevoza na prometnom pravcu koji se ispituje (Genoa – Budimpešta).

Kalkulacija troška intermodalnog čvorišta koji podrazumijeva iskrcaj tereta s broda na terminal i ukrcaj s lučkog terminala na vlak učinjena je na temelju podataka iz službenih tarifa ili osobnih kontakata s agentom.

### **5.6.2. Eksterni troškovi**

Na temelju znanstvenih istraživanja, međunarodni instituti visoke znanstvene reputacije razvili su računalni program *EcoTransIT World* (2016) kojim se olakšava izračun emisija na zadanim dionicama u cestovnom, željezničkom, pomorskom, zračnom i kombiniranom prijevozu. Podlogu ovom računalnom programu čine „TREMOM-model emisija u transportu“ (ifeu, 2016), „HBEFA-priručnik čimbenika emisije u cestovnom prometu“ (INFRAS, 2016) i metodološka podrška izračuna udaljenosti na prometnim pravcima (IVE, 2016). Podaci o emisijama uključuju i stavke koje utječu na klimatske promjene (emisija stakleničkih plinova) kao i one koje su rezultat *up and down streaming* procesa. Tako su primjerice u troškove emisija željezničkog prijevoza uračunani troškovi emisija koje su produkt procesa proizvodnje električne energije potrebne za pogon željeznice (termoelektrane, plinske elektrane) kao i troškovi emisija u proizvodnji energije iz fosilnih goriva (vađenje, prerada i prijevoz nafte i naftnih derivata). Program je visoko sofisticiran pa su izračuni eksternih troškova posebno prilagođeni za svaku državu uključujući i stanje njene prometne infrastrukture i suprastrukture. Tako se unutar kalkulacije uzimaju u obzir svojevrsne posebnosti za svaku državu kao što su npr. način proizvodnje električne energije ili stupanj elektrifikacije dionice željezničke pruge na prometnom pravcu koji se ispituje. Posljedica je toga da rezultati emisija mogu biti različiti na različitim prometnim pravcima s istim modalitetima prijevoza i istim udaljenostima. Ovaj računalni program korišten je kao glavni alat izračuna emisija na prometnim pravcima u ovom istraživanju. Plan istraživanja u manjoj je mjeri prilagođen ograničenjima računalnog programa u dijelu koji se odnosi na set ulaznih podataka neophodnih za rad programa kao i dijelu redefiniranih dionica prometnih



pravaca zbog nastojanja da se segment cestovnog prijevoza smanji na najmanju moguću mjeru (Methodology and Data Update, 2016).

Korištenje računalnih programa zahtijevalo je, također, određenu prilagodbu u odnosu na plan i željene rezultate istraživanja. Tako je kao polazište odabrana nazivom manje poznata luka Shekou u Kini koja je ustvari jedna od luka Shenzhena. Ovim postupkom smanjio se udio cestovnog prijevoza tereta u Shenzhenu na minimum (8,89 km), u odnosu na duljinu cestovnog prijevoza koju računalni program uobičajeno određuje za ovaj grad, a koja bi visinom eksternih troškova mogla dominantno utjecati na vrijednosti krajnjih rezultata ukupnih eksternih troškova. Dužine prometnih pravaca s kojima kalkuliraju navedeni računalni programi (*SeaRates*, *World Freight Rates* i *EcoTransIT*) međusobno se razlikuju pa će se u svrhu objektivne komparacije rezultata ispitati značajnost tih razlika. Za razliku od kalkulacije troškova prijevoza, u kalkulaciji eksternih troškova je lokacija utovara u polazištu i pretovara u intermodalnom čvorištu jako važna jer se ispravnim lociranjem smanjuje udio cestovnog ili željezničkog dizelskog prijevoza do ukrcajnog ili pretovarnog terminala. Naime, računalni programi imaju svoje automatizirane postupke kojima se kalkulira dolazak robe na pomorski ili željeznički terminal radi utovara ili pretovara. Na ove mehanizme ne može se utjecati osim na način promjene lokacije utovara/pretovara. Tako se u modelu istraživanja mogu dobiti realnije (niže) vrijednosti eksternih troškova jer ih prethodno spomenuti oblici prijevoza i na kraćim dionicama mogu značajno povisiti. Lokaciju odredišta program bira sam (u pravilu željeznički kolodvor), za svako odredište isto, što je dovoljna garancija komparabilnosti rezultata jer, za potrebe modela istraživanja, prijevoz završava na mjestu istovara.

Iz programskih razloga, programom *EcoTransIT* nije moguće izračunati najniže eksterne troškove pomorskog prijevoza direktno iz polazišta u Kini do svih odabranih intermodalnih čvorišta u Europi. Ispitivanjem računalnog programa definirana je najbolja varijanta istraživanja koja predviđa izračun eksternih troškova na ovim prometnim pravcima tako da se podijele na dvije dionice.

Prva dionica je put od Shenzhen – Shekou u Kini do Aleksandrije u Egiptu. Eksterni troškovi odnose se na tip broda CC Transatlantic trade kapaciteta 2-4,7 kTEU. Ovaj tip broda srednjeg kapaciteta izabran je budući da producira srednje visoke vrijednosti eksternih troškova u odnosu na ostale ponuđene tipove brodova. Brodovi najvećeg kapaciteta koji proizvode najmanje eksterne troškove (prema ovom programu) ne mogu uploviti u luku Aleksandrija te zbog toga nije odabran tip broda koji proizvodi najniže eksterne troškove. Osim toga, prekrcaj tereta u *feeder* brodove na Mediteranu je uobičajen pa su zato rezultati

nešto viših eksternih troškova na pomorskim pravcima prema sjevernojadranskim lukama realniji, nego što su to eksterni troškovi manje zastupljenih direktnih linijskih servisa koje održavaju brodovi velikih kapaciteta.

S obzirom na to da prva dionica prometnih pravaca prolazi kroz Sueski kanal, idealno odredište bilo bi luka Suez ili Port Said, ali program ne omogućava odabir ovih odredišta. Luka Aleksandrija je svojevrsno skretanje s puta koje iznosi, ovisno o odredištu, oko 150 km dulje u odnosu na originalni pravac, što je zanemarivo (oko 1 %) u odnosu na 14 000 km dug put od Kine do Europe. Iako je povećanje duljine puta podjednako za sve planirane prometne pravce, po potrebi se mogu izvršiti korekcije.

Druga dionica je od Aleksandrije u Egiptu do intermodalnog čvorišta u Europi. Ovdje se eksterni troškovi odnose na tip broda CC Intra-continental non EU kapaciteta 0,5 – 3,5 kTEU. Odabir je izvršen na temelju programskih rješenja po kojima ovaj tip broda opterećuju najmanji eksterni troškovi od ponuđenih, za koji postoji programska kalkulacija za svaku odabranu luku u istraživanju. Kalkulacija eksternih troškova na prometnim pravcima prema sjevernoeuropskim lukama izvršit će se na isti način. Eksterni troškovi u željezničkom prijevozu željeznicom na električni pogon izračunat će se za kontejnerski vlak nosivosti 1000 t uz LF 49,8 % i ETF 20 % (*empty trip factor*) prema sugestiji računalnog programa.

Eksterni će se troškovi načelno i programski odrediti na temelju proračuna emisija, klimatskih promjena i *up and down streaming* procesa koji u pomorskom i željezničkom prijevozu željeznicom na električni pogon dominiraju u odnosu na druge vrste eksternih troškova. U ovim oblicima prijevoza troškovi zagađenja i nesreća su zanemarivi, a udjeli buke, infrastrukturnih troškova, solidnog i tekućeg otpada i drugih vrsta eksternih troškova čine zajedno manje od 10 % ukupnih eksternih troškova. Rezultati se po potrebi mogu korigirati prema poznatim udjelima.

Jedinične vrijednosti eksternih troškova preuzete su iz priručnika (Korzhenevych i sur., 2014) u cijelosti iz nekoliko razloga: metoda izračuna za sve zagađivače je jednaka, podaci su relativno svježiji, a reputacija autora i izdavača visoka. Podaci Sveučilišta Delft su aktualniji (2017), ali nedostaju integralni podaci za NO<sub>x</sub> i NMVOC (*non-methan volatile organic compounds*), već su podijeljeni na pojedinačne stavke koje nije moguće integrirati na način da bi bili relevantni. Pojedini podaci spomenutog autora koristit će se za komparaciju niskog i visokog scenarija valorizacije emisija s obzirom na cijenu CO<sub>2</sub> koju u znanstvenim krugovima diktira baš ovo Sveučilište.

Jedinična cijena suspendiranih čestica PM<sub>10</sub> (*particulate matter*) koja se u novijim statistikama više ne ističe, ali ga program *EcoTransIT* mjeri, prikazana je kao 16 % jedinične vrijednosti finih čestica PM<sub>2,5</sub> prema koeficijentu objavljenom na Sveučilištu Delft (2017).

Jedinične vrijednosti emisija za pomorski promet (Korzhenyevych i sur., 2014) na pojedinim morskim područjima ograničene su na europska mora. Istaknute vrijednosti emisija za pomorski promet u Mediteranu su najniže. S ciljem pojednostavljenja postupka izračuna te odabira varijante s najnižim vrijednostima emisija, one su upotrijebljene i za izračun u Crnom moru, Sjevernom moru i Atlantiku gdje su vrijednosti emisija nešto više, te u Crvenom moru, Indijskom oceanu i Južnom kineskom moru gdje su nešto niže.

Jedinične vrijednosti pojedinih zagađivača na pojedinim pomorskim, prometnim pravcima kontrolirane su jediničnim vrijednostima eksternih troškova goriva (utrošene energije) prema podacima *EcoTransIT-a*, koje u većoj ili manjoj mjeri predstavljaju zbroj jediničnih vrijednosti eksternih troškova pojedinih zagađivača. Kontrola eksternih troškova emisija uz pomoć izračuna eksternih troškova utroška energije moguća je samo u pomorskom prometu jer su parametri emisija goriva isti. Koriste se WTW (ukupno utrošena energija koja uključuje proizvodnju goriva i utrošak goriva, *well to wheel*) vrijednosti jer su WTT (energija utrošena radi proizvodnje goriva, *well to tank*) vrijednosti zanemarivi u odnosu na TTW (energija utroška goriva, *tank to wheel*) koji ovisi o veličini prijeđenog puta prijevoza. U željezničkom prometu na električni pogon je obrnuto, WTT vrijednosti za proizvodnju električne energije su značajno veće u odnosu na TTW, ne ovise o veličini prijeđenog puta, a izvori električne energije koju željeznica koristi u različitim su zemljama različiti (od fosilnih do obnovljivih) pa su različiti i koeficijenti obračuna. Koeficijent pretvorbe ove WTT energije u emisiju ovisi o navedenim čimbenicima u svakoj zemlji kroz koju vlak prolazi i to s onolikim udjelom u kilometraži koliko svaka od tih zemalja participira na ispitivanom prometnom pravcu (*EcoTransIT World*, 2016).

Bez obzira na moguća odstupanja u državama kroz koje prolaze ispitivani prometni pravci, jedinične vrijednosti CO<sub>2</sub> (koje su kroz znanstvena istraživanja dobivene kao empirijske, a ne trgovačke ili propisane) su globalne, s obzirom na globalni klimatski utjecaj. Iako se za klimatske promjene smatra odgovornim emisija stakleničkih plinova (GHG, *greenhouse gases*) ona se u znanstvenim krugovima izražava kao emisija ekvivalentna emisiji CO<sub>2</sub> zbog malog i beznačajnog udjela svih ostalih stakleničkih plinova (osim vodene pare).

Eksterni troškovi intermodalnog čvorišta (luka) preuzeti su iz Kotowska (2017) kao konstanta za tipizirani brod prema modelu istraživanja, bez obzira na to o kojoj se luci radi, a predstavljaju zbroj eksternih troškova broda u luci i eksternih troškova prekrcanja tereta s

broda na željeznicu. Razlog ovom pristupu je složenost izračuna eksternih troškova brodova u luci koji bi, u konačnici, rezultirao minimalnim razlikama troškova u intermodalnim čvorištima, a učešće ovih troškova u ukupnim eksternim troškovima je samo po sebi minimalno (1,91 – 2,53 %). Zato ovakav postupak neće bitno utjecati na konačne rezultate.

Jedinične vrijednosti emisija za razdoblje 2010. – 2017. g. korigirane su u skladu s rastom BDP-a u EU prema Eurostatu s koeficijentom od 1,46 % godišnje (Eurostat, 2017).

Osim proračuna troškova prijevoza, eksternih troškova i duljine puta prijevoza uz pomoć navedenih računalnih programa izračunano je i vrijeme prijevoza na svim ispitivanim prometnim pravcima.

Na ispitivanim prometnim pravcima posebno se analizira udio eksternih troškova željezničkog prijevoza na odabranim prometnim pravcima kako bi se, s obzirom na strukturu eksternih troškova, istaknula održivost željezničkog prijevoza.

### **5.6.3. Simulacije troškova**

Efekti internalizacije eksternih troškova na prometnom pravcu i utjecaj na formiranje robnih tokova testirat će se i simulacijama osnovnog modela istraživanja u tri varijante:

- simulacija s uključenim cestovnim prijevozom
- simulacija s revaloriziranom jediničnom cijenom CO<sub>2</sub>
- simulacija istodobno s obje prethodno navedene varijante.

U svrhu postavljanja modela u realne okvire uz pomoć navedenih računalnih programa računaju se i troškovi prijevoza (TP SIM C) i eksterni troškovi u cestovnom prijevozu (CET) na ciljanim prometnim pravcima (Slika 3.), budući da se cestovni prijevoz ne može izbjeći te u većoj ili manjoj mjeri participira u svakoj varijanti intermodalnog prijevoza na svakom prometnom pravcu. Simulacijom intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza istom metodom i na istim prometnim pravcima dobit će se podaci usporedivi s podacima analiziranog, pomorsko-željezničkog prijevoza iz modela istraživanja u cilju realnijih procjena veličina eksternih i ukupnih troškova te njihovih potencijalnih utjecaja na robne tokove. Odabrano prijevozno sredstvo u cestovnom prijevozu je teško teretno vozilo nosivosti 40 t, energetske klase EURO V, s faktorom opterećenjem (*load factor – LF*) od 95,77 % i faktorom praznog hoda (*empty trip factor – ETF*) od 20 % prema odabiru računalnog programa *EcoTransIT*.

Simulacijom revalorizirane jedinične cijene CO<sub>2</sub> u svim oblicima prijevoza kao najvažnijeg alata politike internalizacije eksternih troškova u svrhu održivog razvitka transporta ispituje se u kojoj mjeri ovaj postupak utječe na visine eksternih i ukupnih troškova. Usporedbom podataka temeljnog modela istraživanja i simulacija procjenjuje se njihov potencijalni utjecaj na robne tokove. Komparativne metode uključujući AOMP analiziraju se samo na prometnim pravcima prema Budimpešti budući da predmet interesa nisu ukupni troškovi u apsolutnom smislu, već razmjeri razlika ukupnih troškova pomorsko-željezničkog i pomorsko-cestovnog prijevoza.

### **5.7. Izračun značajnosti razlika i ponašanja troškova na prometnim pravcima**

Studentov t-test je statistička metoda kojom se ispituje statistička značajnost razlika između dvije ili više grupa podataka koje međusobno mogu biti zavisne ili nezavisne. Radi se o analizi aritmetičkih sredina ispitivanih grupa. Postavlja se tzv. nul-hipoteza te određuje  $t_0$  iz tablica, obično na razini značajnosti od 5 %. S obzirom na to da se u takvom slučaju radi o 2,5 % podataka na svakom kraju Gaussove krivulje koji ulaze u domenu značajnosti, razlikuju se jednosmjerni test, koji obuhvaća samo jednu stranu krivulje, i dvosmjerni, koji je osjetljiviji, obuhvaćajući oba kraja. Proračunom se određuje vrijednost  $t$ . Ukoliko je  $t < t_0$ , potvrđuje se nul-hipoteza da nema statistički značajne razlike između dvije grupe podataka. Ukoliko je  $t > t_0$ , odbacuje se nul-hipoteza, razlika je statistički značajna (Dizdar, 2006).

Prije poduzimanja t-testa potrebno je ispitati statističku značajnost varijanci podataka u ispitivanim grupama. Ta se značajnost ispituje F-testom. Ukoliko varijance nisu statistički značajne, onda se poduzima standardni t-test. Ukoliko su varijance statistički značajne, govori se da podaci ne pripadaju istoj populaciji pa se koristi varijanta t-testa za grupe podataka nejednakih varijanci.

F-testom i t-testom ispitat će se značajnost razlika troškova prijevoza na ciljanim prometnim pravcima s eksternim troškovima i bez njih. Prethodno će se ispitati statistička značajnost razlika duljine puta ukalkuliranih u vrijednosti troškova prijevoza i eksternih troškova. Istim testovima ispitat će se značajnost razlika eksternih troškova emisija i eksternih troškova utrošene energije (goriva) u pomorskom segmentu prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima.

Regresijska analiza je statistička metoda koja analizira korelaciju, međusobni odnos zavisnosti, između zavisnih i nezavisnih varijabli. Kod jednostavne regresije postoje jedna zavisna i jedna nezavisna varijabla. Ukoliko postoji više nezavisnih varijabli i jedna zavisna

radi se o višestrukoj regresiji (Kujundžić Tiljak i Ivanković, 2016). Određivanje odnosa nezavisne i zavisne varijable rezultira definiranom točkom u koordinatnom sustavu, a prema skupu takvih točaka određuje se smjer, oblik i jakost korelacije. Ukoliko većina točaka leži na pravcu, radi se o linearnoj, a u suprotnom o nelinearnoj regresiji (eksponencijalna, logaritamska, recipročna, multiplikativna itd.). Regresijska analiza naziva se i metoda najmanjih kvadrata, a najvažnija vrijednost je koeficijent determinacije ili reprezentativnosti ( $r^2$ ) koji govori o jakosti korelacije. Ukoliko je vrijednost  $r^2=1$ , govori se o potpunoj, funkcionalnoj ili determinističkoj korelaciji. Ukoliko je  $r^2 < 1$ , tada se govori o nekom stupnju statističke ili stohastičke korelacije. Ostali parametri reprezentativnosti modela su varijanca, standardna devijacija i koeficijent varijacije, a odnosi se na rasap podataka izvan regresijskog pravca odnosno krivulje (Račić, 2018). Regresijska analiza je standardna metoda analize troškova, osobito tzv. ponašanja troškova. Ukoliko se ukupni troškovi definiraju kao zbroj fiksnih i varijabilnih troškova, tada regresijskom analizom promatramo ponašanje varijabilnih troškova u skladu s promjenama nezavisne varijable (analiza ponašanja troškova). Svaka točka u koordinatnom sustavu jednostavne, linearne, regresijske analize određena je jednadžbom  $f(x) = y = bx + a$  gdje je  $y$  zavisna, a  $x$  nezavisna varijabla. Vrijednost  $b$  je ona koja utječe na nezavisnu varijablu i mijenja je, a naziva se regresijski koeficijent. Izraz  $bx$  označava varijabilni dio koji se mijenja u skladu s regresijskim koeficijentom. Vrijednost  $a$  označava fiksni dio.

Analiza ponašanja kao i korelacija eksternih troškova u zavisnosti od duljine puta na ciljanim prometnim pravcima ispituje se regresijskom analizom i to posebno pomorskog i željezničkog segmenta kao i kompletnog intermodalnog prijevoza. Na isti će se način ispitati troškovi prijevoza.

Test korelacije je standardna statistička metoda koja također ispituje međusobne odnose zavisnosti između varijabli, a upotrebljava se, načelno, za međusobnu analizu zavisnih uzoraka. Rezultat je u konačnici koeficijent korelacije čija se statistička značajnost testira  $t$ -testom. Upotrijebit će se iznimno, kao pomoćna statistička metoda, u onim slučajevima kad se ne bude mogla upotrijebiti metoda linearne regresije, odnosno kad je korelacija polinomna i rezultira neizvjesnim brojem jednadžbi (Dizdar, 2006).

Sve statističke analize obaviti će se uz pomoć računalnog programa *MS Excel 2007*.

## 5.8. Analiza omeđivanja podataka u funkciji definiranja optimalnog prometnog pravca

Analiza omeđivanja podataka – AOMP (*Data Envelopment Analysis – DEA*) je deterministička, neparametrijska metoda kojom se određuje relativna efikasnost donositelja odluke (DO) u proizvodnom ili neproizvodnom sektoru (Šporčić i sur., 2008). Donositelj odluke je odgovorna osoba koja ima pravo i dužnost upravljati poslovanjem. Neparametrijske karakteristike metode koje uključuju uzorke različitih kvaliteta i snage i često ne pokazuju normalne oblike distribucije i varijancu, varijable iz svakodnevnih poslovnih procesa koji kvalitativno nisu pogodni za statističku analizu ili više varijabli nisu međusobno komparabilne (Asić, 2011), imaju svoje statističke slabosti, ali čvrsto determiniraju učinkovitost poslovanja. Zbog toga je AOMP suverena, afirmirana i jedna od najčešće primjenjivanih višekriterijskih ekonomskih metoda koje se primjenjuju onda kad se iscrpe mogućnosti statističkih metoda.

Efikasnost je princip koji se mjeri i ocjenjuje u procesu rada i poslovanja, a predstavlja uspješnost pretvorbe uloženi resursa i rada u rezultate poslovanja. Efikasnost raste kad su rezultati rada veći, a ulaganja manja. U prometnoj djelatnosti u užem smislu efikasnost je veća kad su npr. troškovi manji, a vrijeme prijevoza kraće za isti prijeđeni put ili kad se za isti trošak i za isto vrijeme prijeđe dulji put. Princip efikasnosti izražava se odnosom rezultata poslovanja (*output*) i ulaganja (*input*) poduzetih u cilju ostvarenja rezultata poslovanja. Relativna efikasnost predstavlja stupanj ostvarenja virtualne, maksimalne efikasnosti određene metodom AOMP-a.

Relativna efikasnost je glavni rezultat AOMP-a i načelno predstavlja kvocijent između izlaznih i ulaznih podataka. Ulazni podaci su oni koji ulaze u proces poslovanja (*input*, resursi), a izlazni su rezultat poslovanja (*output*, proizvod, profit). Logika poslovanja pretpostavlja ciljeve koji mogu biti dvojaki: s istim ulazima ostvariti što veći izlaz (izlazno orijentirana varijanta, omeđivanje izlaza odozgo) ili sa što manjim ulazima ostvariti isti izlaz (ulazno orijentirana varijanta, omeđivanje ulaza odozdo). To su i dva osnovna modela AOMP-a. Za razliku od regresijskih analiza koje u suštini određuju prosječni niz zavisnih varijabli te uspoređuje sva odstupanja s prosječnim trendom ponašanja čitavog niza općenito, AOMP određuje ekstremnu, virtualnu točku maksimalne efikasnosti, referentnu vrijednost (*benchmarking*) za sve ostale varijable koje pojedinačno uspoređuje s tom virtualnom točkom određujući njihovu proporcionalnu ili postotnu veličinu odstupanja. Geometrijski se određuje pravac ili konveksna krivulja koje predstavljaju granicu efikasnosti (*DEA frontier*) te sve točke ( $t$ ) koje se na njima nalaze imaju relativnu efikasnost  $t = 1$ , a one koje se ne nalaze

imaju vrijednost  $1 > t > 0$ . Kao efikasan smatra se rezultat onog DO koji nijedan drugi DO u istoj analizi, parametrima ulaza i izlaza, ne može nadmašiti. Za svakog drugog DO-a određuje se koliko odstupa od najboljeg DO-a i u kojim elementima.

Metoda koju koristi AOMP je tzv. linearno programiranje, a sastoji se u pridodavanju svim varijablama ulaza i izlaza određenih, nenegativnih, težinskih jedinica. Vrijednosti težinskih jedinica su optimalne, tj. upravo onolike koliko je potrebno za dosegnuti virtualni izlaz i ulaz čiji kvocijent rezultira virtualnim koeficijentom maksimalne relativne efikasnosti. Zato se AOMP smatra i metodom optimizacije poslovanja.

Osim koeficijenta relativne efikasnosti rezultat AOMP-a je rang-ljestvica ispitivanih uzoraka (DO) prema kojoj se efikasnost poslovnih procesa različitih ulaza i izlaza mogu uspoređivati. U svakom uzorku (nizu podataka koji ispituje) AOMP analizira svaku varijablu ulaza i izlaza pojedinačno i za svaku daje podatke koliko odstupa od rezultata maksimalne relativne efikasnosti odnosno koliko se svakoj varijabli treba dodati ili oduzeti da bi se postigao maksimalni rezultat. AOMP određuje i vrijednost lambda, tzv. referentni niz ili vektor intenziteta, koji označava koliko se proporcionalno treba utjecati na ulaz i izlaz da bi se postigla efikasnost uzorka maksimalne relativne efikasnosti. AOMP ne može odrediti apsolutnu efikasnost koja se eventualno nalazi izvan domene ispitivanja. Efikasnost ili učinkovitost treba razlikovati od efektivnosti ili svrsishodnosti koju AOMP ne može mjeriti (Sherman i Zhu, 2006).

Ukoliko se prinosi ulaza i izlaza ponašaju linearno, na pravcu, npr. dvostruko veći ulaz rezultira dvostruko većim izlazom, onda govorimo o CCR (*Charnes-Cooper-Rhodes*) varijanti AOMP-a koja je osnovna, najčešće primjenjivana i restriktivnija varijanta. Efikasnost u CCR modelu predstavlja zbroj tehničke efikasnosti i efikasnosti na temelju povećanja obujma poslovanja. Ako se prinosi ulaza i izlaza ponašaju nelinearno, na krivulji, npr. dvostruko veći ulaz rezultira manje od dvostruko većeg izlaza, govorimo o BCC (*Banker-Charnes-Cooper*) varijanti AOMP-a. Efikasnost BCC modela predstavlja čistu tehničku efikasnost. To su druga dva osnovna modela AOMP-a koji se mogu kombinirati s već spomenutim osnovnim modelima. Na ovim osnovama AOMP ispituje vezu između varijabli ulaza i izlaza različitih mjernih jedinica bez obzira na to postoji li između njih prirodna veza koja je neophodna za analizu statističkim metodama. To je jedna od najvećih prednosti AOMP kao metode ispitivanja efikasnosti poslovanja. Sklonost pretjerivanju u određivanju ekstremnih točki kod multiplih ulaza i izlaza te zanemarivanje slučajnih pogrešaka neke su od nedostataka ove metode.



Izbor ulaznih i izlaznih varijabli i izbor modela jedine su subjektivnosti metode. Izbor navedenih stavki diktira cilj istraživanja, osobito izbor modela i izlazne komponente, dok se ulazni parametri (obično troškovi) lakše određuju. Izboru navedenih parametara u ovom istraživanju posvetit će se posebna pozornost.

AOMP je metoda kojom se može odrediti najbolji donositelj odluke DO između različitih DO na istom ili sličnom poslovnom zadatku s više ulaznih i izlaznih parametara. Sukladno principima i mogućnostima metode AOMP, u ovom se istraživanju ispituje relativna efikasnost DO-a na prometnom pravcu prema određenoj destinaciji određujući konkretno, koji od ispitivanih prometnih pravaca prema istoj destinaciji pokazuje najvišu efikasnost te, prema ovom kriteriju, predstavlja prometni pravac izbora. Kao ulazne vrijednosti u varijanti minimalnih ulaza za isti izlaz AOMP-a uvrštavaju se obligatno troškovi prijevoza, eksterni troškovi i vrijeme prijevoza, a fakultativno troškovi pojedinih segmenata intermodalnog prijevoza (troškovi prijevoza i eksterni troškovi). Dakle, riječ je o ulazno usmjerenom modelu.

S obzirom na to da se radi o istraživanju u transportnom sektoru, izlaznu vrijednost predstavlja put prijevoza kao ciljna usluga sektora. Prema Cooperu et al. (2000), broj ispitivanih DO-a (ovdje 8) mora biti nekoliko puta veći od zbroja ulaznih i izlaznih varijabli (ovdje 3-6), a što je veći, rezultati su vjerodostojniji. Tome se pridaje posebna pozornost u analizi rezultata istraživanja.

Potrebno je posebno pojasniti značajke AOMP-a u odnosu na iznimke koje proizlaze iz karakteristike same prometne djelatnosti. Unatoč tome što za AOMP nije važan oblik veze između ulaznih i izlaznih varijabli, potrebno je zadovoljiti uvjet izotoniciteta, tj. da pozitivna promjena ulaza rezultira pozitivnom promjenom izlaza (Bogović, 2014). Uočava se kontradikcija, ali ne i pogreška, da povećanje troškova prijevoza, eksternih troškova i vremena prijevoza rezultira povećanjem puta prijevoza. Radi se samo o zamjeni zavisnih i nezavisnih varijabli koja u statističkoj analizi nije moguća, ali u neparametrijskoj analizi kao što je AOMP jest. Troškovi prijevoza, eksterni troškovi i vrijeme predstavljaju ulaganje u cilju prijevoza prometnim pravcem prema željenoj destinaciji. U ovom ulazno usmjerenom modelu nastoji se ostvariti cilj sa što manjim ulaganjem. U transportnoj djelatnosti put prijevoza predstavlja proizvod, dok je npr. u trgovačkoj djelatnosti sredstvo, dakle resurs. Put prijevoza je zato u transportnoj djelatnosti *output* dok je u nekim drugim djelatnostima *input* npr. trošak. Kao izlazna komponenta put prijevoza se u transportnoj djelatnosti može izraziti i kao utrošak energije (Sherman i Zhu, 2006), koji je rezultat i posljedica prijevoza, negativno utječe na efikasnost i nastoji se minimizirati. U ovom modelu put prijevoza je fiksna. Odnos

zavisnosti između ulaznih i izlaznih komponenti ostaje isti. Put prijevoza može se prikazati i kao funkcija prodajne vrijednosti robe u *outputu* te uvrštavanjem proizvodne vrijednosti robe u *input*. Tada duži put, s većim troškovima, eksternim troškovima i dužim vremenom putovanja, rezultira manjim prihodom. Testiranjem AOMP-a može se uočiti da su pod takvim uvjetima rezultati efikasnosti na predloženim prometnim pravcima isti, a da razlike u efikasnostima ovise o duljini puta prijevoza. Stoga se rezultati mogu dobiti jednostavnim modelom koji je predložen i osnovni je doprinos ovog istraživanja.

Ne postoje čvrsti zadani okviri na koji način odabrati varijable ulaza i izlaza, a obično se formiraju u suradnji ekonomskih i matematičkih stručnjaka u skladu s ciljem istraživanja (Rabar, 2009). U skladu s ciljem ovog istraživanja zadana udaljenost je ključna vrijednost za AOMP te predstavlja varijablu najmanjeg utroška energije.

Prilikom određivanja konačne izlazne vrijednosti odlučujuću ulogu ima cilj istraživanja prema kojem put prijevoza mora biti put najmanjih eksternih troškova. S obzirom na to da rezultati regresijske analize *a priori* pokazuju funkcionalnu povezanost eksternih troškova s duljinom puta prijevoza, nameće se zaključak da je najkraći put onaj koji opterećuju najmanji eksterni troškovi. Naime, cilj istraživanja nije izolirana, relativna efikasnost na pojedinom prometnom pravcu, već usporedba efikasnosti na različitim prometnim pravcima u odnosu na istu destinaciju. S obzirom na temu ove doktorske disertacije, osnovno načelo o najmanjem mogućem utrošku energije na putu prijevoza prema određenoj destinaciji zadovoljava zahtjev najmanjeg mogućeg utjecaja prometa na okoliš i zdravlje ljudi. Tako su sve izlazne vrijednosti jednake u formi najkraće udaljenosti u km pa se umjesto realne vrijednosti teoretski može koristiti i konstanta koja je pozitivna ( $> 0$ ), npr. 1. S obzirom na to da je konstanta i da je jedini izlazni parametar, ne može utjecati na pravilo izotoniciteta. Kao izlazna vrijednost u AOMP uvrštena je udaljenost, dužina prevaljenog puta kao zadatka koji treba izvršiti transportna djelatnost na prometnom pravcu. U metodi koja ispituje efikasnost, optimalnu udaljenost (virtualni *output*) predstavlja najkraći mogući put između polazišta i odredišta preko ciljanih intermodalnih čvorišta (luka) u zadanom intermodalnom lancu, a naziva se zadana udaljenost.

U kontekstu eksternih troškova najkraći mogući put je zadana vrijednost najmanjeg utroška energije potrebne za izvršenje zadatka. Zato je zadana udaljenost fiksna vrijednost *outputa* kao krajnji cilj ostvariv različitim vrijednostima i varijantama *inputa* kako bi se utvrdili optimalni prometni pravci prema određenoj destinaciji na kojima su *inputi* (troškovi prijevoza, eksterni troškovi i vrijeme prijevoza) minimalni. Izračunom je utvrđeno da je najkraći put na prometnim pravcima prema Budimpešti i Beču preko Soluna, prema Pragu

preko Trsta, a prema Münchenu preko Rijeke. U modelu se ispituje kojim pravcima možemo prevesti teret na zadanu udaljenost s najmanjim troškovima prijevoza, najmanjim eksternim troškovima i u najkraćem vremenu ocjenjujući i rangirajući na taj način stupanj efikasnosti 0 – 100 %. Treba imati na umu da se radi o ekonomskom, a ne matematičkom modelu i da najkraći put prijevoza ne mora biti nužno i najefikasniji. Naprotiv, tržišni i netržišni čimbenici značajno utječu na robne tokove umanjujući pritom značenje najkraćeg puta. Iz istog je razloga pojednostavljen prikaz rezultata.

AOMP se primjenjuje pomoću *Frontier Analyst Banxia Software, version 4.3.0.* (Banxia, 2018). Iako metoda zahtijeva normalizirane ulazne i izlazne vrijednosti (kvocijent testirane i najviše vrijednosti), testiranjem metode utvrđeni su isti rezultati pa se, zbog lakšeg razumijevanja, u modelu prikazuju realne vrijednosti. Uključivanjem i isključivanjem pojedinih ulaznih vrijednosti analizirat će se utjecaj pojedinih ulaznih parametara na krajnji rezultat u CCR varijanti. Testiranjem je također utvrđeno 99 % istih rezultata u BCC varijanti tako da se ova neće posebno prikazivati.

Rasprava o kontroliranim (diskrecijskim) i nekontroliranim (nediskrecijskim) ulaznim vrijednostima potrebna je radi izbora među opcijama koje nudi računalni program. Navedena se rasprava može podijeliti u dva dijela: raspravu o suštini pojmova i raspravu o mogućnosti utjecaja donositelja odluke. Suštinski, ulazne su vrijednosti neminovne jer nema prijevoza bez troškova, eksternih troškova ni vremena prijevoza. U tom smislu nema izbora, ne može se utjecati na to hoće li ovih ulaznih vrijednosti biti ili ne. Troškovi prijevoza predstavljaju kvantitativni, eksterni troškovi socioekološki, a vrijeme prijevoza predstavlja kvalitativni indikator efikasnosti. Donositelj odluke ipak može diskrecijski utjecati na veličine ulaznih vrijednosti. O njegovom izboru prijevoznika, vještini pregovaranja, informiranosti i ugledu na tržištu prometnih usluga ovisit će krajnja cijena troškova prijevoza pa je ta ulazna vrijednost barem u jednom dijelu kontrolirana. Iako se naizgled na veličinu eksternih troškova prijevoza ne može utjecati (u prometnom, ne u tehnološkom smislu) jer nastaju kao rezultat izvođenja same prometne usluge, indirektno, izborom kraćeg puta i odgovarajućeg modaliteta prijevoza, donositelj odluke smanjuje veličinu eksternih troškova pa je i ova ulazna vrijednost u jednom dijelu kontrolirana. Vrijeme prijevoza direktno ovisi o tipu i putu prijevoza i suštinski je njihova izvedenica, ali donositelj odluke u prometnom sektoru indirektno utječe na vrijeme prijevoza izborom navedenih premisa. Ipak, kao što izborom određenog oblika prijevoza i određenog prometnog pravca donositelj odluke može, više ili manje, kontrolirati veličine troškova i duljinu puta, događajima na putu za vrijeme prijevoza ne može diskrecijski upravljati, već samo okvirno. Zbog ovih razloga gdje donositelj odluke može utjecati na

veličine ulaznih vrijednosti, a kao obligatne ne može ih eliminirati, sve su ulazne vrijednosti, osim vremena prijevoza, kategorizirane kao kontrolirane. Nekomolirane ulazne vrijednosti bile bi one na koje se na bilo koji način pa niti djelomično ili indirektno ne može utjecati (npr. vrijednost tereta za koji se traži prijevoz) ili one veličine koje s jedne strane jesu dio poslovnog odnosno ugovornog odnosa, ali garancija ispunjenja uvjeta ne ovisi u potpunosti o namjeri pružatelja usluge (npr. vrijeme prijevoza). Posljedica je ovakve odluke da vrijeme prijevoza kao nekontrolirana varijabla *inputa* u okviru AOMP-a ima manji utjecaj na krajnju efikasnost ispitivanog prometnog pravca, nego ostale, kontrolirane varijable *inputa*. S obzirom na povezanost eksternih troškova i vremena prijevoza, ova će činjenica oslabiti i značenje varijable eksternih troškova što je u skladu s načelom ovog istraživanja o minimiziranju eksternih troškova u svim etapama istraživanja da bi se tako obrađene, u najmanjoj mogućoj mjeri, dovele u odnos s postavljenom hipotezom.

Krajnji rezultat je rangiranje prometnih pravaca prema istim destinacijama po kriteriju relativne efikasnosti određene zajedničkim djelovanjem troškova prijevoza, eksternih troškova i vremena prijevoza. Detaljnijom analizom rezultata AOMP-a detektira se u kojem segmentu i u kojem opsegu su moguća poboljšanja efikasnosti poslovanja. To je ujedno i usmjerenje DO na koji način može korigirati poslovanje (Bogović, 2014). U kontekstu eksternih troškova, koeficijenti efikasnosti i veličine mogućih poboljšanja pokazuju koliki je utjecaj internalizacije eksternih troškova na efikasnost poslovanja na prometnim pravcima danas. U kontekstu troškova prijevoza aktualizira se i ispituje ponašanje jediničnih cijena u odnosu na intenzitet robnih tokova prema određenim destinacijama s namjerom da se povežu s rezultatima koeficijenata i mogućnostima poboljšanja efikasnosti. Tako će se AOMP u predloženom modelu (dijelom) koristiti i za projekciju potencijalnih efekata eksternih troškova u kontekstu predviđanja promjena intenziteta i pravaca robnih tokova u sjevernojadranskom području.

## 6. EFEKTI MODELA VREDNOVANJA EKSTERNIH TROŠKOVA NA KONSOLIDACIJU ROBNIH TOKOVA U SJEVERNOJADRANSKOM PODRUČJU

Efekti internalizacije eksternih troškova na ispitivanom se modelu prikazuju, analiziraju, procjenjuju i dokazuju na temelju rezultata istraživanja.

### 6.1. Prikaz i analiza ulaznih podataka

Udaljenosti izražene u kilometrima koje se koriste za obračun eksternih troškova pomorskog prijevoza na dionicama od Shenzhena (CHN) do Aleksandrije (EGY) te od Aleksandrije (EGY) do europskih intermodalnih čvorišta (IMČ) prikazane su u Tablici 14.

**Tablica 14.** Vrijednosti udaljenosti korištenih u obračunu eksternih troškova (ET) pomorskog prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima

| Prometni pravac | Udaljenost po dionicama (km) | Ukupna udaljenost do IMČ (km) |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------|
| she-ax ship*    | 12247,99                     |                               |
| ax-co ship      | 1808,306                     | 14056,296                     |
| ax-so ship      | 1307,821                     | 13555,811                     |
| ax-ri ship      | 2178,718                     | 14426,708                     |
| ax-ko ship      | 2255,465                     | 14503,455                     |
| ax-tri ship     | 2259,681                     | 14507,671                     |
| ax-ge ship      | 2476,577                     | 14724,567                     |
| ax-rot ship     | 5886,078                     | 18134,068                     |
| ax-ham ship     | 6376,83                      | 18624,82                      |

\*ship-brod

Izvor: izradio doktorand

Ukupna udaljenost do IMČ predstavlja zbroj dionica she-ax i ax-IMČ. Na taj način su podaci korišteni u računalnom obračunu eksternih troškova pomorskog prometa pripremljeni za daljnju analizu.

Udaljenosti izražene u kilometrima na ispitivanim prometnim pravcima koje se koriste za obračun troškova prijevoza (*World Freight Rates, SeaRates*) i eksternih troškova (*EcoTransIT*) te jedinstveno vrijeme prijevoza u danima prikazani su u Tablici 15.

**Tablica 15.** Vrijednosti udaljenosti korištenih u obračunu eksternih troškova (ET) i troškova prijevoza (TP) te vrijeme prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima

| <b>Prometni pravac</b> | <b>Udaljenost za obračun ET (km)</b> | <b>Udaljenost za obračun TP (km)</b> | <b>Vrijeme prijevoza (dani)</b> |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| co-bu rail             | 1052,901                             | 1081,71                              | 2                               |
| co-be rail             | 1306,478                             | 1330,43                              | 2                               |
| co-pra rail            | 1638,643                             | 1586,43                              | 3                               |
| co-mi rail             | 1764,325                             | 1788,54                              | 3                               |
| co-bu barge            | 1391,056                             | 1391,00                              |                                 |
| co-be barge            | 1666,190                             | 1666,00                              |                                 |
| so-bu rail             | 1006,643                             | 897,64                               | 2                               |
| so-be rail             | 1253,61                              | 1112,64                              | 2                               |
| so-pra rail            | 1585,773                             | 1408,59                              | 3                               |
| so-mi rail             | 1638,262                             | 1575,56                              | 3                               |
| ge-bu rail             | 1134,833                             | 1202,52                              | 2                               |
| ge-be rail             | 977,787                              | 1157,41                              | 2                               |
| ge-pra- rail           | 1153,055                             | 929,28                               | 2                               |
| ge-mi rail             | 701,385                              | 623,52                               | 1                               |
| ri-bu rail             | 562,46                               | 493,21                               | 1                               |
| ri-be rail             | 569,781                              | 578,36                               | 1                               |
| ri-pra rail            | 828,719                              | 829,46                               | 2                               |
| ri-mi rail             | 562,03                               | 527,32                               | 1                               |
| ko-bu rail             | 649,919                              | 567,48                               | 1                               |
| ko-be rail             | 586,534                              | 573,30                               | 1                               |
| ko-pra rail            | 845,554                              | 797,14                               | 1                               |
| ko-mi rail             | 578,864                              | 547,28                               | 1                               |
| tri-bu rail            | 633,559                              | 564,58                               | 1                               |
| tri-be rail            | 562,47                               | 567,54                               | 1                               |
| tri-pra rail           | 792,221                              | 768,47                               | 1                               |
| tri-mi rail            | 525,531                              | 522,95                               | 1                               |
| rot-bu rail            | 1426,26                              | 1689,53                              | 3                               |
| rot-be rail            | 1176,031                             | 1436,44                              | 3                               |

|                 |          |          |    |
|-----------------|----------|----------|----|
| rot-pra rail    | 984,019  | 983,74   | 2  |
| rot-mi rail     | 837,759  | 972,29   | 2  |
| rot-be barge    | 1506,892 | 1506,00  |    |
| rot-bu barge    | 1782,137 | 1782,00  |    |
| ham-bu rail     | 1210,16  | 1190,05  | 2  |
| ham-be rail     | 1015,423 | 956,37   | 2  |
| ham-pra rail    | 655,685  | 628,35   | 1  |
| ham-mi rail     | 778,995  | 938,83   | 2  |
| she-ax-co ship  | 14056,30 | 13772,40 | 24 |
| she-ax-so ship  | 13555,81 | 13300,44 | 23 |
| she-ax-ge ship  | 14724,57 | 14613,93 | 25 |
| she-ax-ri ship  | 14426,71 | 14292,49 | 25 |
| she-ax-ko ship  | 14503,46 | 14347,12 | 25 |
| she-ax-tri ship | 14507,67 | 14352,30 | 25 |
| she-ax-rot ship | 18134,07 | 18008,94 | 30 |
| she-ax-ham ship | 18624,82 | 18474,30 | 30 |

\*rail – željeznica, barge – teglenica

Izvor: izradio doktorand

Statistička značajnost razlika dvije grupe podataka o udaljenostima na prometnim pravicima testirana je Studentovim t-testom. F-testom analizirane su varijance podataka udaljenosti kod obračuna eksternih troškova i troškova prijevoza na istim prometnim pravicima te je utvrđeno da nema značajne razlike između tih dvaju parametara.

Zatim je t-testom ispitana statistička značajnost razlika udaljenosti korištenih u obračunu istih parametara na ispitivanim prometnim pravicima te je također utvrđeno da nema statistički značajne razlike.

$$F=1,6607$$

$$F_0=1,0222$$

$$t=1,6627$$

$$t_0=0,02931$$

$$P=0,97668$$

(1)

F-TEST, TTEST, MS Excel, 2007

Računalnim programom *EcoTransIT* izračunana je emisija u prijevozu tereta na ispitivanim prometnim pravicima (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NMHC i PM<sub>10</sub>), klimatski utjecaj (GHG koji uključuje emisiju CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O izraženi u obliku ekvivalentne emisije CO<sub>2</sub>) i

energetsku potrošnju u WTW obliku tako da svi rezultati uključuju i *up and down streaming* procese (Tablica 16.).

**Tablica 16.** Vrijednosti udaljenosti (s), energetske potrošnje (E), emisija i klimatskih utjecaja (GHG) na ispitivanim prometnim pravcima

| Prometni pravac | s (km)   | E (MJ)   | GHG (t) | CO <sub>2</sub> (t) | SO <sub>x</sub> (kg) | NO <sub>x</sub> (kg) | NMHC (kg) | PM <sub>10</sub> (kg) |
|-----------------|----------|----------|---------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------------------|
| co-bu rail      | 1052,901 | 5597,181 | 0,222   | 0,215               | 0,668                | 0,272                | 0,017     | 0,053                 |
| co-be rail      | 1306,478 | 6953,114 | 0,261   | 0,252               | 0,745                | 0,325                | 0,019     | 0,061                 |
| co-pra rail     | 1638,643 | 8928,243 | 0,351   | 0,339               | 1,006                | 0,432                | 0,022     | 0,085                 |
| co-mi rail      | 1764,325 | 8648,773 | 0,322   | 0,308               | 0,807                | 0,411                | 0,024     | 0,073                 |
| co-bu barge     | 1391,056 | 5961,373 | 0,429   | 0,413               | 0,372                | 6,728                | 0,407     | 0,185                 |
| co-be barge     | 1666,190 | 7140,458 | 0,513   | 0,494               | 0,446                | 8,058                | 0,487     | 0,221                 |
| so-bu rail      | 1006,643 | 5515,049 | 0,351   | 0,343               | 1,157                | 0,313                | 0,011     | 0,078                 |
| so-be rail      | 1253,61  | 6830,376 | 0,389   | 0,379               | 1,231                | 0,364                | 0,014     | 0,086                 |
| so-pra rail     | 1585,773 | 8805,496 | 0,478   | 0,465               | 1,492                | 0,471                | 0,017     | 0,110                 |
| so-mi rail      | 1638,262 | 7685,378 | 0,416   | 0,404               | 1,245                | 0,480                | 0,017     | 0,093                 |
| ge-bu rail      | 1134,833 | 5394,701 | 0,205   | 0,196               | 0,394                | 0,385                | 0,019     | 0,045                 |
| ge-be rail      | 977,787  | 3745,242 | 0,148   | 0,138               | 0,173                | 0,322                | 0,019     | 0,031                 |
| ge-pra- rail    | 1153,055 | 4945,364 | 0,218   | 0,206               | 0,36                 | 0,383                | 0,02      | 0,046                 |
| ge-mi rail      | 701,385  | 2907,912 | 0,137   | 0,129               | 0,171                | 0,283                | 0,016     | 0,026                 |
| ri-bu rail      | 562,46   | 2814,334 | 0,089   | 0,085               | 0,229                | 0,184                | 0,006     | 0,023                 |
| ri-be rail      | 569,781  | 2353,165 | 0,069   | 0,066               | 0,155                | 0,085                | 0,004     | 0,016                 |
| ri-pra rail     | 828,719  | 3602,405 | 0,129   | 0,123               | 0,295                | 0,161                | 0,007     | 0,031                 |
| ri-mi rail      | 562,03   | 2339,534 | 0,084   | 0,081               | 0,148                | 0,11                 | 0,005     | 0,017                 |
| ko-bu rail      | 649,919  | 3402,484 | 0,107   | 0,104               | 0,278                | 0,15                 | 0,006     | 0,025                 |
| ko-be rail      | 586,534  | 2463,361 | 0,073   | 0,07                | 0,164                | 0,079                | 0,004     | 0,016                 |
| ko-pra rail     | 845,554  | 3712,53  | 0,132   | 0,126               | 0,304                | 0,155                | 0,006     | 0,031                 |
| ko-mi rail      | 578,864  | 2449,659 | 0,088   | 0,084               | 0,158                | 0,105                | 0,005     | 0,017                 |
| tri-bu rail     | 633,559  | 3307,16  | 0,105   | 0,102               | 0,266                | 0,154                | 0,006     | 0,025                 |
| tri-be rail     | 562,47   | 2015,663 | 0,066   | 0,061               | 0,068                | 0,13                 | 0,008     | 0,014                 |
| tri-pra rail    | 792,221  | 3329,864 | 0,131   | 0,124               | 0,247                | 0,203                | 0,01      | 0,03                  |
| tri-mi rail     | 525,531  | 2066,993 | 0,087   | 0,081               | 0,1                  | 0,153                | 0,008     | 0,016                 |
| rot-bu rail     | 1426,26  | 6206,547 | 0,273   | 0,259               | 0,347                | 0,406                | 0,022     | 0,048                 |
| rot-be rail     | 1176,031 | 4841,299 | 0,233   | 0,222               | 0,268                | 0,353                | 0,019     | 0,039                 |
| rot-pra rail    | 984,019  | 4459,585 | 0,238   | 0,228               | 0,349                | 0,313                | 0,014     | 0,041                 |
| rot-mi rail     | 837,759  | 3671,249 | 0,199   | 0,19                | 0,24                 | 0,267                | 0,012     | 0,031                 |
| rot-be barge    | 1506,892 | 6457,79  | 0,464   | 0,447               | 0,404                | 7,288                | 0,441     | 0,2                   |
| rot-bu barge    | 1782,137 | 7637,35  | 0,549   | 0,529               | 0,477                | 8,619                | 0,521     | 0,237                 |



|               |          |           |       |       |       |        |       |       |
|---------------|----------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| ham-bu rail   | 1210,16  | 6308,891  | 0,287 | 0,275 | 0,578 | 0,361  | 0,014 | 0,059 |
| ham-be rail   | 1015,423 | 5041,241  | 0,256 | 0,245 | 0,497 | 0,313  | 0,012 | 0,05  |
| ham-pra rail  | 655,685  | 3156,606  | 0,168 | 0,161 | 0,268 | 0,212  | 0,009 | 0,029 |
| ham-mi rail   | 778,995  | 3541,834  | 0,193 | 0,184 | 0,236 | 0,251  | 0,011 | 0,029 |
| chi-alex ship | 12247,99 | 14862,979 | 1,152 | 1,138 | 13,92 | 18,988 | 1,24  | 2,086 |
| alex-co ship  | 1808,306 | 2580,91   | 0,2   | 0,198 | 2,676 | 3,57   | 0,209 | 0,382 |
| alex-so ship  | 1307,821 | 1866,592  | 0,145 | 0,143 | 1,935 | 2,582  | 0,151 | 0,276 |
| alex-ge ship  | 2476,577 | 3534,701  | 0,274 | 0,271 | 3,664 | 4,89   | 0,286 | 0,523 |
| alex-ri ship  | 2178,718 | 3109,582  | 0,241 | 0,238 | 3,224 | 4,302  | 0,252 | 0,46  |
| alex-ko ship  | 2255,465 | 3219,118  | 0,249 | 0,247 | 3,337 | 4,453  | 0,261 | 0,476 |
| alex-tri ship | 2259,681 | 3225,136  | 0,25  | 0,247 | 3,343 | 4,462  | 0,261 | 0,477 |
| alex-rot ship | 5886,078 | 8400,921  | 0,653 | 0,646 | 7,695 | 11,069 | 0,681 | 1,113 |
| alex-ham ship | 6376,83  | 9101,348  | 0,709 | 0,701 | 7,775 | 11,685 | 0,737 | 1,135 |

Tip vlaka: kontejnerski, Nosivost vlaka: 1000 t, Emisijski standard: električni, Faktor opterećenja LF: 49,8 %, Faktor praznog hoda ETF: 20 %

Tip teglenice: Velika teretna, kontejnerska teglenica, nosivost: 1500-3000t

Emisijski standard: Emission standard: Konverzija\_1970\_2002\_US Tier 1, Faktor opterećenja LF: 60,0 %

Pomorski prijevoz

Polazište, [cn] Chiwan Terminal, Tip broda: kontejnerski, Brod: CC Transatlantic trade (2-4,7k TEU), Brzina: 33 %, Faktor opterećenja LF: 70 %

Polazište, (eg) Aleksandrija [WGS 84] 31,1887 / 29,8727, Tip broda: kontejnerski, Brod: CC Intra-continental non EU (0,5-3,5k TEU), Brzina: 31 %, Faktor opterećenja LF: 70 %

Izvor: izradio doktorand

Valorizacija emisija i klimatskih utjecaja prijevoza tereta na ispitivanim prometnim pravcima provedena je jediničnim vrijednostima prema Korzhenevych i sur. (2014). Valorizacija vrijednosti  $PM_{10}$  provedena je prema formuli  $1 \text{ kg } PM_{10} = 0,16 \text{ kg } PM_{2,5}$  (Ecocost values, CE Delft, 2017). Obračunske jedinične vrijednosti prikazuje Tablica 17. Jedinična vrijednost  $CO_2$  je zajednička za pomorski i željeznički oblik prijevoza.

**Tablica 17.** Jedinične prosječne vrijednosti emisija u teretnom pomorskom i željezničkom prijevozu u Europskoj uniji (€/kg)\*

|                             | CO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | SO <sub>x</sub> | NMHC | PM 2,5                    |                   |                |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|---------------------------|-------------------|----------------|
| <b>Željeznički prijevoz</b> | 0,09            | 10,64           | 10,24           | 1,57 | <b>izvangradski</b>       | <b>prigradski</b> | <b>gradski</b> |
|                             |                 |                 |                 |      | 28,11                     | 70,26             | 270,18         |
| <b>Pomorski prijevoz</b>    |                 |                 |                 |      | <b>modalitet plovidba</b> |                   |                |
| Mediteran                   | 0,09            | 1,85            | 6,7             | 0,75 | 18,5                      |                   |                |
| Sjeverno more               | 0,09            | 5,95            | 7,6             | 2,1  | 25,8                      |                   |                |

\*onečišćenje zraka, EU prosjek

Izvor: Korzhenevych, 2014

Valorizacija eksternih troškova emisija, klimatskih promjena i *up and down streaming* procesa jediničnog prijevoza kontejnera (20') na ciljanim prometnim pravcima prikazana je u Tablici 18.

**Tablica 18.** Valorizacija eksternih troškova emisija, klimatskih promjena i *up and down streaming* procesa (WTW) na prometnim pravcima

| Zagađivač  | GHG<br>CO <sub>2</sub> eq | NO <sub>x</sub> | SO <sub>x</sub> | PM <sub>10</sub> | NMVOC | Total<br>€ | Revalorizacija<br>+10.22%**** | HFO<br>*** |
|--|---------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------|------------|-------------------------------|------------|
| <b>Željeznički promet i<br/>unutarnji plovni<br/>putovi (€/kg)</b> | 0,09                      | 10,64           | 10,24           | 4,50*            | 1,57  | /          | /                             | *****      |
| co-bu rail   | 19,98                     | 2,89            | 6,84            | 0,24             | 0,03  | 29,98      | 33,04                         |            |
| co-be rail   | 23,49                     | 3,46            | 7,63            | 0,27             | 0,03  | 34,88      | 38,45                         |            |
| co-pra rail  | 31,59                     | 4,60            | 10,30           | 0,38             | 0,03  | 46,90      | 51,69                         |            |
| co-mi rail   | 28,98                     | 4,37            | 8,26            | 0,33             | 0,04  | 41,98      | 46,27                         |            |
| co-bu barge  | 38,61                     | 71,59           | 3,81            | 0,83             | 0,64  | 115,48     | 127,28                        | 110,91     |
| co-be barge  | 46,17                     | 85,74           | 4,57            | 0,99             | 0,76  | 138,23     | 152,36                        | 132,85     |
| so-bu rail   | 31,59                     | 3,33            | 11,85           | 0,35             | 0,02  | 47,14      | 51,96                         |            |
| so-be rail   | 35,01                     | 3,87            | 12,61           | 0,39             | 0,02  | 51,90      | 57,20                         |            |
| so-pra rail  | 43,02                     | 5,01            | 15,28           | 0,50             | 0,03  | 63,84      | 70,37                         |            |
| so-mi rail   | 37,44                     | 5,11            | 12,75           | 0,42             | 0,03  | 55,75      | 61,45                         |            |
| ge-bu rail   | 18,45                     | 4,09            | 4,03            | 0,20             | 0,03  | 26,80      | 29,54                         |            |
| ge-be rail   | 13,32                     | 3,43            | 1,77            | 0,14             | 0,03  | 18,69      | 20,60                         |            |
| ge-pra rail  | 19,62                     | 4,08            | 3,69            | 0,21             | 0,03  | 27,63      | 30,45                         |            |
| ge-mi rail   | 12,33                     | 3,01            | 1,75            | 0,12             | 0,03  | 17,24      | 19,00                         |            |
| ri-bu rail   | 8,01                      | 1,96            | 2,34            | 0,1              | 0,01  | 12,42      | 13,69                         |            |
| ri-be rail   | 6,21                      | 0,9             | 1,59            | 0,07             | 0,01  | 8,78       | 9,68                          |            |
| ri-pra rail  | 11,61                     | 1,71            | 3,02            | 0,14             | 0,01  | 16,49      | 18,18                         |            |
| ri-mi-rail   | 7,56                      | 1,17            | 1,52            | 0,08             | 0,01  | 10,34      | 11,40                         |            |
| ko-bu rail   | 9,63                      | 1,6             | 2,84            | 0,11             | 0,01  | 14,19      | 15,64                         |            |

|   |        |       |       |       |      |            |                           |              |
|---|--------|-------|-------|-------|------|------------|---------------------------|--------------|
| ko-be rail  | 6,57   | 0,84  | 1,68  | 0,07  | 0,01 | 9,17       | 10,11                     |              |
| ko-pra rail                                       | 11,88  | 1,65  | 3,11  | 0,14  | 0,01 | 16,79      | 18,51                     |              |
| ko-mi rail  | 7,92   | 1,12  | 1,62  | 0,08  | 0,01 | 10,75      | 11,85                     |              |
| tri-bu rail                                       | 9,45   | 1,64  | 2,72  | 0,11  | 0,01 | 13,93      | 15,35                     |              |
| tri-be rail                                       | 5,94   | 1,38  | 0,7   | 0,06  | 0,01 | 8,09       | 8,92                      |              |
| tri-pra rail                                      | 11,79  | 2,16  | 2,52  | 0,14  | 0,02 | 16,63      | 18,33                     |              |
| tri-mi rail                                       | 7,83   | 1,63  | 1,02  | 0,07  | 0,01 | 10,56      | 11,64                     |              |
| rot-bu rail                                       | 24,57  | 4,32  | 3,55  | 0,22  | 0,03 | 32,69      | 36,03                     |              |
| rot-be rail                                       | 20,97  | 3,76  | 2,74  | 0,18  | 0,03 | 27,68      | 30,51                     |              |
| rot-pra rail                                      | 21,42  | 3,33  | 3,57  | 0,18  | 0,02 | 28,52      | 31,44                     |              |
| rot-mi rail                                       | 17,91  | 2,84  | 2,46  | 0,14  | 0,02 | 23,37      | 25,76                     |              |
| rot-be barge                                      | 41,46  | 77,54 | 4,14  | 0,9   | 0,7  | 124,74     | 137,49                    | 120,15       |
| rot-bu barge                                      | 49,41  | 91,70 | 4,88  | 1,07  | 0,82 | 147,88     | 162,99                    | 142,09       |
| ham-bu rail                                       | 25,83  | 3,84  | 5,92  | 0,27  | 0,02 | 35,88      | 39,55                     |              |
| ham-be rail                                       | 23,04  | 3,33  | 5,09  | 0,23  | 0,02 | 31,71      | 34,95                     |              |
| ham-pra rail                                      | 15,12  | 2,56  | 2,74  | 0,13  | 0,01 | 20,56      | 22,66                     |              |
| ham-mi rail                                       | 17,37  | 2,67  | 2,42  | 0,13  | 0,02 | 22,61      | 24,92                     |              |
| <b>Pomorski promet<br/>Mediteran**<br/>(€/kg)</b> | 0,09   | 1,85  | 6,70  | 2,96* | 0,75 | Total<br>€ | Revalorizacija<br>+10.22% | 0,8<br>***** |
| she-alex ship                                     | 103,68 | 35,13 | 93,26 | 6,17  | 0,93 | 239,17     | 263,61                    | 276,52       |
| alex-co ship                                      | 18,00  | 6,60  | 17,93 | 1,13  | 0,16 | 43,82      | 48,29                     | 48,01        |
| alex-so ship                                      | 13,05  | 4,78  | 12,96 | 0,82  | 0,11 | 31,72      | 34,96                     | 34,73        |
| alex-ge ship                                      | 24,66  | 9,05  | 24,54 | 1,55  | 0,21 | 60,01      | 66,14                     | 65,76        |
| alex-ri ship                                      | 21,69  | 7,96  | 21,60 | 1,36  | 0,19 | 52,80      | 58,20                     | 57,85        |

|               |       |       |       |      |      |        |        |        |
|---------------|-------|-------|-------|------|------|--------|--------|--------|
| alex-ko ship  | 22,41 | 8,24  | 22,36 | 1,41 | 0,2  | 54,62  | 60,20  | 59,89  |
| alex-tri ship | 22,50 | 8,25  | 22,40 | 1,41 | 0,2  | 54,76  | 60,36  | 60,00  |
| alex-rot ship | 58,77 | 20,48 | 51,56 | 3,29 | 0,51 | 134,61 | 148,37 | 156,30 |
| alex-ham ship | 63,81 | 21,62 | 52,09 | 3,36 | 0,55 | 141,43 | 155,88 | 169,33 |

\*16% PM<sub>2,5</sub>, ruralni (Ecocost, 2017)

\*\*najniže europske jedinične vrijednosti korištene su za sve pomorske prometne pravce

\*\*\* teško uljno gorivo (Ecocost, 2017), 43 MJ/kg - srednja vrijednost (Heat values of various fuels, 2016)

\*\*\*\*revalorizacija po stopi od 1,46 % godišnje za razdoblje 2010-2016 (Eurostat, 2017)

\*\*\*\*\*WTT u prijevozu željeznicom na električni pogon značajno veći u odnosu na TTW, 2018 Electricity General, 0,024€/MJ, (Ecocost, 2017)

\*\*\*\*\*WTT zanemariv u odnosu na TTW, 0,8 €/kg material depletion, diesel (Ecocost, 2017)

Izvor: izradio doktorand

Za sve pomorske prometne pravce korištene su najniže, europske jedinične vrijednosti. Pretvorba potrošnje energije u potrošnju goriva provedena je korištenjem srednje toplinske vrijednosti za teško uljno gorivo (HFO) koja iznosi 43 MJ/kg (Heat Values, 2016). WTT je u željezničkom prijevozu na električni pogon značajno veći u odnosu na TTW (Ecocost, Electricity General Industry, 2018). U pomorskom prometu WTT je zanemariv. Revalorizacija jediničnih cijena onečišćivača po stopi od 1,46 % BDP-a učinjena je za razdoblje 2010. – 2016. g. (Eurostat Statistics, 2017).

Eksterni troškovi intermodalnog čvorišta u vrijednosti od 5 €/TEU preuzeti su iz istraživanja Kotowske (2017) i predstavljaju zbroj eksternih troškova broda u luci (kontejnerski brod 3500 TEU, 3 €/TEU) i eksternih troškova prekrcanja tereta s broda na željeznicu (2 €/TEU). Ove preuzete vrijednosti obračunane su prema jediničnoj cijeni od 29 €/tCO<sub>2</sub>. Pretpostavljajući učešće troškova CO<sub>2</sub> u strukturi eksternih troškova pomorskog prometa od najmanje 33 % (u ovom istraživanju 43 %) vrijednosti su revalorizirane prema jediničnoj cijeni od 90 €/tCO<sub>2</sub> te prema rastu GDP u EU po stopi od 1,46 % u razdoblju 2014. – 2017. g. na konačnu, ukupnu vrijednost od 8,66 €/TEU.

Troškovi osiguranja definirani su kao dio troškova prijevoza, ali se ne koriste u statističkoj obradi podataka jer ne zavise o duljini puta prijevoza, već o vrijednosti robe. Kreću se u rasponu od 1 do 1,5 % (World Freight Rates, 2018; Freight insurance center online rates, 2018; Hekkenberg, 2013) , a u konkretnom izračunu iznose 1,16 – 1,28 % vrijednosti robe koja je procijenjena na 100 000 \$.

Troškovi broda u luci uračunani su u troškove prijevoza, a troškovi tereta u luci preuzeti su iz službenih lučkih tarifa (Mueller, 2014; Break Bulk, 2018; ONE, 2018). Tamo gdje službene tarife nisu objavljene, troškovi tereta određeni su na temelju konzultacija s pomorskim agentima u analiziranim lukama (Tablica 19.).

**Tablica 19.** Troškovi iskrcaja punog kontejnera (TEU 20') s broda na terminal i ukrcaja na vozilo (vlak, kamion)

| <b>LUKA</b>          | <b>BROD – TERMINAL (€)</b>          | <b>TERMINAL – VOZILO (€)</b>                      |
|----------------------|-------------------------------------|---|
| Solun                | Uvoz 88,20/Izvoz 77,60              | Uvoz 36,50<br>Domaći izvoz 18,20<br>Tranzit 23,40 |
| Rijeka               | 70                                  | 40  |
| Genoa (VTE TERMINAL) | 100                                 | 55  |
|                      | <b>BROD – TERMINAL – VOZILO (€)</b> |   |
| Koper                | 150                                 |   |
| Constanta            | 90                                  |   |
| Trst                 | 150                                 |   |
| Rotterdam            | 200 – 213<br>(CMA CGM i COSCO)      |   |
| Hamburg              | 230<br>(CMA CGM i COSCO)            |   |

Izvor: Mueller, 2014; Break Bulk, 2018; ONE, 2018; vlastiti podaci

Troškovi pomorskog prijevoza na dionici Shenzhen (CHN) – intermodalna čvorišta (IMČ) u Europi prikazani su u Tablici 20.

Vrijednosti izražene u \$ konvertirane su u € množenjem s koeficijentom 0,813983 na dan 20.03.2018. (Xe. com, 2018). Troškovi pomorskog prijevoza izraženi kao minimalni i maksimalni nadalje se koriste u obliku srednjih vrijednosti. Konvertirane srednje vrijednosti troškova pomorskog prijevoza prikazane su u Tablici 21. Temeljem podataka u ovoj tablici mogu se uočiti značajne razlike u jediničnim troškovima neovisno o duljini puta prijevoza.

Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza na dionicama od IMČ prema četiri ciljne srednjoeuropske destinacije, Budimpeštu, Beč, Prag i München, kao i troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci prikazani su tablicama 22. – 29.

Sumarni troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na ispitivanim prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekoua (CHN) i odredištem u ciljanim srednjoeuropskim destinacijama prikazani su u tablicama 30. – 33.

Vremena intermodalnog prijevoza od polazišta u Kini preko mediteranskih i sjevernoeuropskih intermodalnih čvorišta do ciljanih srednjoeuropskih destinacija prikazana su u Tablici 34.

**Tablica 20.** Troškovi pomorskog prijevoza kontejnera, jedinični i ukupni troškovi pomorskog prijevoza kontejnera s osiguranjem tereta na prometnim pravcima Shenzhen Shekou (CHN) – europska intermodalna čvorišta (IMČ)

| <b>Shenzhen Shekou (CHN)<br/>- IMČ (via Suez)</b> | <b>Troškovi pomorskog<br/>prijevoza (\$)*</b> | <b>Jedinični troškovi<br/>(\$/1000 km)</b> | <b>Ukupni troškovi s<br/>osiguranjem (\$)***</b> |
|---|---|--|--|
| <b>Constanța</b>                                  | 1709,15-1889,07                               | 124,10-137,20                              | 2868,15-3170,07                                  |
| <b>Solun</b>                                      | 2049,42-2265,15                               | 154,00-170,30                              | 3208,42-3546,15                                  |
| <b>Rijeka</b>                                     | 2087,72-2307,48                               | 146,10-161,40                              | 3246,72-3588,48                                  |
| <b>Koper</b>                                      | 2068,57-2286,31                               | 144,20-159,40                              | 3227,57-3567,31                                  |
| <b>Trst</b>                                       | 2068,57-2286,31                               | 144,10-159,30                              | 3227,57-3567,31                                  |
| <b>Genoa</b>                                      | 1359,73-1502,86                               | 93,00-102,80                               | 2518,73-2783,86                                  |
| <b>Rotterdam</b>                                  | 1608,57-1777,89                               | 89,30-98,70                                | 2767,57-3058,89                                  |
| <b>Hamburg</b>                                    | 1624,19-1795,16                               | 87,90-97,20                                | 2783,19-3076,16                                  |

\*World Freight Rates, 2018

\*\*Freight insurance center online rates, 2015 (1,25 %); Hekkenberg, 2013 (1-1,5 % vrijednosti robe)

Izvor: izradio doktorand

Slijedom podataka u Tablici 20. razvidno je da troškovi pomorskog prijevoza pokazuju najviše apsolutne vrijednosti na kilometarski najkraćim prometnim pravcima.



**Tablica 21.** Konvertirane srednje vrijednosti troškova pomorskog prijevoza (TPP) na ispitivanim pravcima

| <b>Shenzhen<br/>Shekou (CHN)</b> | <b>Udaljenost</b> | <b>TPP (srednji)</b> | <b>TPP (srednji)</b> |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| <b>- IMČ (via Suez)</b>          | <b>(km)</b>       | <b>(\$/1000 km)</b>  | <b>(€/1000 km)*</b>  |
| Constanța                        | 13772,4           | 130,65               | 106,35               |
| Solun                            | 13300,44          | 162,15               | 131,99               |
| Rijeka                           | 14292,49          | 153,75               | 125,15               |
| Koper                            | 14347,12          | 151,8                | 123,56               |
| Trst                             | 14352,3           | 151,7                | 123,48               |
| Genoa                            | 14613,93          | 97,9                 | 79,69                |
| Rotterdam                        | 18008,94          | 94                   | 76,51                |
| Hamburg                          | 18474,3           | 92,55                | 75,33                |

\*(1 U.S. dollar = 0.813983 Euros 20.03.2018)

Izvor: izradio doktorand

Jedinični troškovi pomorskog prijevoza na prometnim pravcima (TPP) u €/1000 km pokazuju značajna odstupanja od 5 do 43 %. Najniža odstupanja razvidna su na najdužoj dionici do Hamburga, dok se najviša odstupanja odnose na najkraću dionicu do Soluna.

**Tablica 22.** Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravcima iz intermodalnog čvorišta (€) – Constanța (RO)

| Prometni pravac<br>(km, d)                              | Troškovi prijevoza* |         | Jedinični troškovi prijevoza |       |
|---|---------------------|---------|------------------------------|-------|
|   | €                   |         | €/km                         |       |
| Constanța (RO)  | željeznica          | cesta   | željeznica                   | cesta |
| Budimpešta<br>(1081,71 km)                              | 1619,83             | 835,15  | 1,50                         | 0,78  |
| Beč<br>(1330,43 km)                                     | 2010,54             | 1673,55 | 1,51                         | 1,28  |
| Prag<br>(1586,43 km)                                    | 2539,63             | 2017,86 | 1,60                         | 1,27  |
| München<br>(1788,54 km)                                 | 2702,42             | 2211,59 | 1,51                         | 1,27  |
| <b>Troškovi tereta u luci<br/>(€)**</b>                 | 90                  |         |                              |       |
| <b>Eksterni troškovi***<br/>broda i tereta luci (€)</b> | 8,66                |         |                              |       |

\*SeaRates, 2018

\*\*vlastiti podaci

\*\*\*Kotowska, 2017

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 23.** Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravcima iz intermodalnog čvorišta (€) – Solun (GR)

| Prometni pravac<br>(km, d)                                | Troškovi prijevoza* |         | Jedinični troškovi prijevoza |       |
|---|---------------------|---------|------------------------------|-------|
|   | €                   |         | €/km                         |       |
| Solun (GR)  | željeznica          | cesta   | željeznica                   | cesta |
| Budimpešta<br>(897,64 km)                                 | 1351,21             | 1320,28 | 1,50                         | 1,30  |
| Beč<br>(1112,61 km)                                       | 1684,95             | 1606,80 | 1,51                         | 1,29  |
| Prag<br>(1408,59 km)                                      | 2132,64             | 1950,30 | 1,51                         | 1,27  |
| München<br>(1575,56 km)                                   | 2726,84             | 1132,25 | 1,73                         | 0,72  |
| <b>Troškovi tereta u luci<br/>(€)**</b>                   | 125                 |         |                              |       |
| <b>Eksterni troškovi***<br/>broda i tereta u luci (€)</b> | 8,66                |         |                              |       |

\*SeaRates

\*\*vlastiti podaci

\*\*\*Kotowska, 2017

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 24.** Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) – Genoa (IT)

| Prometni pravac<br>(km, d)                                | Troškovi prijevoza* |         | Jedinični troškovi prijevoza |       |
|---|---------------------|---------|------------------------------|-------|
|   | €                   |         | €/km                         |       |
| Genoa (IT)  | željeznica          | cesta   | željeznica                   | cesta |
| (La Spezia)*- Budimpešta<br>(1202,52 km)                  | 2081,36             | 1404,93 | 1,73                         | 1,30  |
| Beč<br>(1157,41 km)                                       | 2003,21             | 1328,42 | 1,73                         | 1,34  |
| Prag<br>(929,28 km)                                       | 1608,43             | 1312,14 | 1,73                         | 1,30  |
| München<br>(623,52 km)                                    | 1079,34             | 502,23  | 1,73                         | 0,80  |
| <b>Troškovi tereta u luci<br/>(€)**</b>                   | 155                 |         |                              |       |
| <b>Eksterni troškovi***<br/>broda i tereta u luci (€)</b> | 8,66                |         |                              |       |

\*SeaRates, 2018; polazište La Spezia iz programskih razloga, uključeni troškovi na dionici Genoa - La Spezia

\*\*vlastiti podaci

\*\*\*Kotowska, 2017

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 25.** Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravcima iz intermodalnog čvorišta (€) – Rijeka (HR)

| Prometni pravac<br>(km, d)                                | Troškovi prijevoza* |         | Jedinični troškovi prijevoza |       |
|---|---------------------|---------|------------------------------|-------|
|   | €                   |         | €/km                         |       |
| Rijeka (HR)   | željeznica          | cesta   | željeznica                   | cesta |
| (Bakar)*- Budimpešta<br>(493,21 km)                       | 853,27              | 697,58  | 1,73                         | 1,38  |
| Beč<br>(578,36 km)  | 1001,20             | 663,40  | 1,73                         | 1,28  |
| (Bakar)*- Prag<br>(829,46 km)                             | 1460,29             | 1109,46 | 1,76                         | 1,32  |
| (Bakar)*- München<br>(527,32 km)                          | 912,48              | 710,61  | 1,73                         | 1,38  |
| <b>Troškovi tereta u luci<br/>(€)**</b>                   | 110                 |         |                              |       |
| <b>Eksterni troškovi***<br/>broda i tereta u luci (€)</b> | 8,66                |         |                              |       |

\*SeaRates,2018; polazište Rijeka – Bakar zbog programskih razloga, udaljenost 13,5 km zanemarena

\*\*vlastiti podaci

\*\*\*Kotowska, 2017

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 26.** Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravcima iz intermodalnog čvorišta (€) – Kopar (SI)

| Prometni pravac<br>(km, d)                                | Troškovi prijevoza* |         | Jedinični troškovi prijevoza |       |
|---|---------------------|---------|------------------------------|-------|
|   | €                   |         | €/km                         |       |
| Koper (SI)  | željeznica          | cesta   | željeznica                   | cesta |
| Budimpešta<br>(567,48 km)                                 | 981,66              | 759,45  | 1,73                         | 1,34  |
| Beč<br>(573,30 km)  | 992,25              | 663,40  | 1,73                         | 1,36  |
| (Piran)* - Prag<br>(797,14 km)                            | 1435,05             | 1071,20 | 1,80                         | 1,32  |
| (Piran)* - München<br>(547,28 km)                         | 946,66              | 699,21  | 1,73                         | 1,38  |
| <b>Troškovi tereta u luci<br/>(€)**</b>                   | 150                 |         |                              |       |
| <b>Eksterni troškovi***<br/>broda i tereta u luci (€)</b> | 8,66                |         |                              |       |

\*SeaRates, 2018; polazište Koper – Piran iz programskih razloga, udaljenost 13 km zanemarena

\*\*vlastiti podaci

\*\*\*Kotowska, 2017

**Tablica 27.** Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravcima iz intermodalnog čvorišta (€) – Trieste (IT)

| Prometni pravac<br>(km, d)                                | Troškovi prijevoza* |         | Jedinični troškovi prijevoza |       |
|---|---------------------|---------|------------------------------|-------|
|   | €                   |         | €/km                         |       |
| Trieste (IT)  | željeznica          | cesta   | željeznica                   | cesta |
| Budimpešta<br>(564,58 km)                                 | 976,78              | 759,45  | 1,73                         | 1,37  |
| Beč<br>(567,54 km)  | 982,48              | 663,40  | 1,73                         | 1,39  |
| Prag<br>(768,47 km)                                       | 1413,07             | 1071,20 | 1,84                         | 1,34  |
| München<br>(522,95 km)                                    | 905,15              | 699,21  | 1,73                         | 1,41  |
| <b>Troškovi tereta u luci<br/>(€)**</b>                   | 150                 |         |                              |       |
| <b>Eksterni troškovi***<br/>broda i tereta u luci (€)</b> | 8,66                |         |                              |       |

\*SeaRates, 2018

\*\*vlastiti podaci

\*\*\*Kotowska, 2017

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 28.** Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) – Rotterdam (NL)

| Prometni pravac<br>(km, d)                                | Troškovi prijevoza* |         | Jedinični troškovi prijevoza** |       |
|---|---------------------|---------|--------------------------------|-------|
|   | €                   |         | €/km                           |       |
| Rotterdam (NL)  | željeznica          | cesta   | željeznica                     | cesta |
| Budimpešta<br>(1689,53 km)                                | 2652,77             | 1923,44 | 1,57                           | 1,66  |
| Beč<br>(1436,44 km)                                       | 2278,34             | 1619,83 | 1,60                           | 1,40  |
| Prag<br>(983,74 km)                                       | 1580,76             | 1067,13 | 1,61                           | 1,18  |
| München<br>(972,29 km)                                    | 1474,94             | 1226,67 | 1,52                           | 1,46  |
| <b>Troškovi tereta u luci<br/>(€)**</b>                   | 207                 |         |                                |       |
| <b>Eksterni troškovi***<br/>broda i tereta u luci (€)</b> | 8,66                |         |                                |       |

\*SeaRates, 2018

\*\*vlastiti podaci

\*\*\*Kotowska, 2017

Izvor: izradio doktorand



**Tablica 29.** Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravcima iz intermodalnog čvorišta (€) – Hamburg (DE)

| Prometni pravac<br>(km, d)                                | Troškovi prijevoza* |         | Jedinični troškovi prijevoza |       |
|---|---------------------|---------|------------------------------|-------|
|   | €                   |         | €/km                         |       |
| Hamburg (DE)  | željeznica          | cesta   | željeznica                   | cesta |
| Budimpešta<br>(1190,05 km)                                | 2059,38             | 1614,13 | 1,73                         | 1,39  |
| Beč<br>(956,37 km)  | 1654,83             | 1257,60 | 1,73                         | 1,30  |
| Prag<br>(628,35 km)                                       | 1303,19             | 802,59  | 2,07                         | 1,25  |
| München<br>(938,83 km)                                    | 1624,71             | 954,80  | 1,73                         | 1,21  |
| <b>Troškovi tereta u luci<br/>(€)**</b>                   | 230                 |         |                              |       |
| <b>Eksterni troškovi***<br/>broda i tereta u luci (€)</b> | 8,66                |         |                              |       |

\*SeaRates, 2018

\*\*vlastiti podaci

\*\*\*Kotowska, 2017

Izvor: izradio doktorand

Temeljem podataka iz tablice može se zaključiti da su jedinični troškovi željezničkog prijevoza na svim dionicama ujednačeni izuzev dionice Hamburg – Prag.

**Tablica 30.** Troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na ispitivanim prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekoua (CHN) i odredištem u Budimpešti (HUN)

| Odredište –<br>Budimpešta   | Troškovi prijevoza* |            |                    | Troškovi<br>IMČ | Total<br>€ | Eksterni troškovi |        |            |                    | Total<br>€ |        |
|-----------------------------|---------------------|------------|--------------------|-----------------|------------|-------------------|--------|------------|--------------------|------------|--------|
|                             | €                   |            |                    |                 |            | €                 |        |            |                    |            |        |
| Polazište –<br>Shekou (CHN) | Brod*               | Željeznica | Unutrašnje<br>vode | ****            |            | Brod**            |        | Željeznica | Unutrašnje<br>vode | IMČ<br>*** |        |
| via                         |                     |            |                    |                 |            | via<br>Alexandria | via    |            |                    |            |        |
| Constanța                   | 1464,45             | 1619,83    |                    | 90              | 3174,28    | 263,61            | 48,29  | 33,04      |                    | 8,66       | 353,60 |
| Constanța                   | 1464,45             |            |                    |                 |            | 263,61            | 48,29  |            | 127,28             | 8,66       | 447,84 |
| Solun                       | 1756,00             | 1351,21    |                    | 125             | 3232,21    | 263,61            | 34,96  | 51,96      |                    | 8,66       | 359,19 |
| Rijeka                      | 1788,81             | 853,27     |                    | 110             | 2752,08    | 263,61            | 58,20  | 13,69      |                    | 8,66       | 344,16 |
| Koper                       | 1772,40             | 981,66     |                    | 150             | 2904,06    | 263,61            | 60,20  | 15,64      |                    | 8,66       | 348,11 |
| Trst                        | 1772,40             | 976,78     |                    | 150             | 2899,18    | 263,61            | 60,36  | 15,35      |                    | 8,66       | 347,98 |
| Genoa                       | 1165,05             | 2081,36    |                    | 155             | 3401,41    | 263,61            | 66,14  | 29,54      |                    | 8,66       | 367,95 |
| Rotterdam                   | 1378,26             | 2652,77    |                    | 207             | 4238,03    | 263,61            | 148,37 | 36,03      |                    | 8,66       | 456,67 |
| Rotterdam                   | 1378,26             |            |                    |                 |            | 263,61            | 148,37 |            | 162,99             | 8,66       | 583,63 |
| Hamburg                     | 1391,65             | 2059,38    |                    | 230             | 3681,03    | 263,61            | 155,88 | 39,55      |                    | 8,66       | 467,70 |

\*pomorski troškovi prijevoza na relaciji Shekou – europska luka (IMČ) izraženi srednjim vrijednostima (1 U.S. dollar = 0.813983 Euros 20. 3. 2018.)

\*\*eksterni troškovi pomorskog prijevoza na relaciji Shekou - Aleksandrija – europska luka (IMČ)

\*\*\*Kotowska, 2017; revalorizirano prema cijeni CO<sub>2</sub> od 90€/t (33% udjela) i rastu GDP 2014. – 2017. g. (1,46 % godišnje)

\*\*\*\*podaci za IMČ Mueller, 2014; ONE, 2018; vlastiti podaci; Break Bulk Services, 2018

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 31.** Troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na ispitivanim prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekoua (CHN) i odredištem u Beču (AUT)

| Odredište –<br>Beč          | Troškovi prijevoza* |            |                    | Troškovi<br>IMČ | Total<br>€ | Eksterni troškovi<br>€ |        |            |                    | Total<br>€ |        |
|-----------------------------|---------------------|------------|--------------------|-----------------|------------|------------------------|--------|------------|--------------------|------------|--------|
| Polazište –<br>Shekou (CHN) | Brod*               | Željeznica | Unutrašnje<br>vode | ****            |            | Brod**                 |        | Željeznica | Unutrašnje<br>vode | IMČ<br>*** |        |
| via                         |                     |            |                    |                 |            | via<br>Alexandria      | via    |            |                    |            |        |
| Constanța                   | 1464,45             | 2010,24    |                    | 90              | 3564,69    | 263,61                 | 48,29  | 38,45      |                    | 8,66       | 359,01 |
| Constanța                   | 1464,45             |            |                    |                 |            | 263,61                 | 48,29  |            | 152,36             | 8,66       | 472,92 |
| Solun                       | 1756,00             | 1684,95    |                    | 125             | 3565,95    | 263,61                 | 34,96  | 57,20      |                    | 8,66       | 364,43 |
| Rijeka                      | 1788,81             | 1001,20    |                    | 110             | 2900,01    | 263,61                 | 58,20  | 9,68       |                    | 8,66       | 340,15 |
| Koper                       | 1772,40             | 992,25     |                    | 150             | 2914,65    | 263,61                 | 60,20  | 10,11      |                    | 8,66       | 342,58 |
| Trst                        | 1772,40             | 982,48     |                    | 150             | 2904,88    | 263,61                 | 60,36  | 8,92       |                    | 8,66       | 341,55 |
| Genoa                       | 1165,05             | 2003,21    |                    | 155             | 3323,26    | 263,61                 | 66,14  | 20,60      |                    | 8,66       | 371,54 |
| Rotterdam                   | 1378,26             | 2278,34    |                    | 207             | 3863,6     | 263,61                 | 148,37 | 30,51      |                    | 8,66       | 451,15 |
| Rotterdam                   | 1378,26             |            |                    |                 |            | 263,61                 | 148,37 |            | 137,49             | 8,66       | 558,13 |
| Hamburg                     | 1391,65             | 1654,83    |                    | 230             | 3276,48    | 263,61                 | 155,88 | 34,95      |                    | 8,66       | 463,10 |

\*pomorski troškovi prijevoza na relaciji Shekou-europska luka (IMČ) izraženi srednjim vrijednostima (1 U.S. dollar = 0.813983 Euros 20. 3. 2018.)

\*\*eksterni troškovi pomorskog prijevoza na relaciji Shekou – Aleksandrija – europska luka (IMČ)

\*\*\*Kotowska, 2017; revalorizirano prema cijeni CO<sub>2</sub> od 90€/t (33% udjela) i rastu GDP 2014. – 2017. g. (1,46 % godišnje)

\*\*\*\* podaci za IMČ Mueller, 2014; ONE, 2018; vlastiti podaci; Break Bulk Services, 2018

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 32.** Troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekoua (CHN) i odredištem u Pragu (CZE)

| Odredište –<br>Prag         | Troškovi prijevoza* |            | Troškovi<br>IMČ | Total<br>€ | Eksterni troškovi |        |            | Total<br>€ |        |
|-----------------------------|---------------------|------------|-----------------|------------|-------------------|--------|------------|------------|--------|
|                             | €                   |            |                 |            | €                 |        |            |            |        |
| Polazište –<br>Shekou (CHN) | Brod*               | Željeznica | ****            |            | Brod**            |        | Željeznica | IMČ<br>*** |        |
|                             |                     |            |                 |            | via<br>Alexandria | via    |            |            |        |
| Constanța                   | 1464,45             | 2539,63    | 90              | 4094,08    | 263,61            | 48,29  | 51,69      | 8,66       | 372,25 |
| Solun                       | 1756,00             | 2132,64    | 125             | 4013,64    | 263,61            | 34,96  | 70,37      | 8,66       | 377,60 |
| Rijeka                      | 1788,81             | 1460,29    | 110             | 3359,1     | 263,61            | 58,20  | 18,18      | 8,66       | 348,65 |
| Koper                       | 1772,40             | 1435,05    | 150             | 3357,45    | 263,61            | 60,20  | 18,51      | 8,66       | 350,98 |
| Trst                        | 1772,40             | 1413,07    | 150             | 3335,47    | 263,61            | 60,36  | 18,33      | 8,66       | 350,96 |
| Genoa                       | 1165,05             | 1608,43    | 155             | 2928,48    | 263,61            | 66,14  | 30,45      | 8,66       | 368,86 |
| Rotterdam                   | 1378,26             | 1580,76    | 207             | 3166,02    | 263,61            | 148,37 | 31,44      | 8,66       | 452,08 |
| Hamburg                     | 1391,65             | 1309,19    | 230             | 2930,84    | 263,61            | 155,88 | 22,66      | 8,66       | 450,81 |

\*pomorski troškovi prijevoza na relaciji Shekou-europska luka (IMČ) izraženi srednjim vrijednostima (1 U.S. dollar = 0.813983 Euros 20. 3. 2018.)

\*\*Eksterni troškovi pomorskog prijevoza na relaciji Shekou – Aleksandrija – europska luka (IMČ)

\*\*\*Kotowska, 2017; revalorizirano prema cijeni CO<sub>2</sub> od 90€/t (33% udjela) i rastu GDP 2014. – 2017. g. (1,46 % godišnje)

\*\*\*\* podaci za IMČ Mueller, 2014; ONE, 2018; vlastiti podaci; Break Bulk Services, 2018

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 33.** Troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekoua (CHN) i odredištem u Münchenu (DE)

| Odredište –<br>München      | Troškovi prijevoza* |            | Troškovi<br>IMČ | Total<br>€ | Eksterni troškovi |        |            | Total<br>€ |        |
|-----------------------------|---------------------|------------|-----------------|------------|-------------------|--------|------------|------------|--------|
|                             | €                   |            |                 |            | €                 |        | IMČ<br>*** |            |        |
| Polazište –<br>Shekou (CHN) | Brod*               | Željeznica | ****            |            | Brod**            |        |            | Željeznica |        |
|                             |                     |            |                 |            | via<br>Alexandria | via    |            |            |        |
| Constanța                   | 1464,45             | 2702,42    | 90              | 4256,87    | 263,61            | 48,29  | 46,27      | 8,66       | 366,83 |
| Solun                       | 1756,00             | 2726,84    | 125             | 4607,84    | 263,61            | 34,96  | 61,45      | 8,66       | 368,68 |
| Rijeka                      | 1788,81             | 912,48     | 110             | 2811,29    | 263,61            | 58,20  | 11,40      | 8,66       | 341,87 |
| Koper                       | 1772,40             | 946,66     | 150             | 2869,06    | 263,61            | 60,20  | 11,85      | 8,66       | 344,32 |
| Trst                        | 1772,40             | 905,15     | 150             | 2827,55    | 263,61            | 60,36  | 11,64      | 8,66       | 344,27 |
| Genoa                       | 1165,05             | 1079,34    | 155             | 2399,39    | 263,61            | 66,14  | 19,00      | 8,66       | 357,41 |
| Rotterdam                   | 1378,26             | 1474,94    | 207             | 3060,02    | 263,61            | 148,37 | 25,76      | 8,66       | 446,40 |
| Hamburg                     | 1391,65             | 1624,71    | 230             | 3246,36    | 263,61            | 155,88 | 24,92      | 8,66       | 453,07 |

\*pomorski troškovi prijevoza na relaciji Shekou – europska luka (IMČ) izraženi srednjim vrijednostima (1 U.S. dollar = 0.813983 Euros 20. 3. 2018.)

\*\*eksterni troškovi pomorskog prijevoza na relaciji Shekou – Aleksandrija-europska luka (IMČ)

\*\*\*Kotowska, 2017; revalorizirano prema cijeni CO<sub>2</sub> od 90€/t (33% udjela) i rastu GDP 2014. – 2017. g. (1,46 % godišnje)

\*\*\*\* podaci za IMČ Mueller, 2014; ONE, 2018; vlastiti podaci; Break Bulk Services, 2018

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 34.** Vrijeme intermodalnog prijevoza na prometnim pravcima iz Shenzhena (CHN) do europskih destinacija preko različitih europskih luka (intermodalnih čvorišta)

| <b>Prometni pravac: Shenzhen (CHN)<br/>– Budimpešta (HUN) via</b> | <b>Vrijeme prijevoza<br/>(d)</b> |
|---|----------------------------------|
| Constanța   | 26                               |
| Solun   | 25                               |
| Rijeka  | 26                               |
| Koper   | 26                               |
| Trst  | 26                               |
| Genoa   | 27                               |
| Rotterdam   | 33                               |
| Hamburg   | 32                               |
| <b>Prometni pravac: Shenzhen (CHN)<br/>– Beč (AUT) via</b>        |                                  |
| Constanța   | 26                               |
| Solun   | 25                               |
| Rijeka  | 26                               |
| Koper   | 26                               |
| Trst  | 26                               |
| Genoa   | 27                               |
| Rotterdam   | 33                               |
| Hamburg   | 32                               |
| <b>Prometni pravac: Shenzhen (CHN)<br/>– Prag (CZE) via</b>       |                                  |
| Constanța   | 27                               |
| Solun   | 26                               |
| Rijeka  | 27                               |
| Koper   | 26                               |
| Trst  | 26                               |
| Genoa   | 27                               |
| Rotterdam   | 32                               |
| Hamburg   | 31                               |

| <b>Prometni pravac: Shenzhen (CHN)<br/>– Munchen (DE) via</b> |    |
|---|----|
| Constanța   | 27 |
| Solun   | 26 |
| Rijeka  | 26 |
| Koper   | 26 |
| Trst  | 26 |
| Genoa   | 26 |
| Rotterdam   | 32 |
| Hamburg   | 32 |

Izvor: izradio doktorand

Dobiveni podaci navedeni u prethodnim tablicama (20. – 34.) osnovni su ulazni parametri za statističku obradu podataka i ekonomsku analizu efikasnosti (AOMP) na ciljanim prometnim pravcima.

## **6.2. Prikaz i analiza rezultata istraživanja**

Rezultati istraživanja prikazuju se kroz rezultate statističkih metoda (t-test, linearna regresija), ekonomsku analizu i simulacije kojima se testira primjenjivost modela istraživanja.

### **6.2.1. Rezultati statističkih metoda**

Statistička značajnost razlika u troškovima prijevoza bez eksternih troškova i s njima ispitana je t-testom uz prethodnu provjeru varijanci F-testom. U analizi troškova na sva četiri prometna pravca korišten je dvosmjerni (dvostrani) t-test na razini značajnosti od 0,05.

F-testom ispitane su statističke razlike varijanci vrijednosti troškova prijevoza i ukupnih troškova (troškova prijevoza + eksternih troškova) na ispitivanim prometnim pravcima prema Budimpešti. Utvrđeno je da nema statistički značajne razlike u varijancama između dvije grupe podataka. Zatim je t-testom ispitana statistička značajnost razlika u troškovima prijevoza s uključenim eksternim troškovima i bez njih na istim prometnim pravcima. Utvrđeno je da nema statistički značajne razlike u vrijednostima tih dviju grupa podataka.

$$F_0=1,2012$$

$$F=3,7870$$

$$t_0=1,4689$$

$$t=2,1448$$

$$P=0,1639$$

(2)

F-TEST, TTEST, MS Excel, 2007

F-testom ispitana je statistička značajnost razlika varijanci vrijednosti troškova prijevoza i ukupnih troškova (troškovi prijevoza + eksterni troškovi) na ispitivanim prometnim pravcima prema Beču. Utvrđena je statistički značajna razlika pa je u t-testu korištena opcija nejednakih varijanci. T-testom je ispitana statistička značajnost razlika troškova prijevoza u dvjema navedenim varijantama na istim prometnim pravcima. Nije utvrđena statistički značajna razlika.

$$F_0= 0,8486$$

$$F= 0,2640$$

$$t_0= -2,0009$$

$$t=2,1447$$

$$P=0,0651$$

(3)

F-TEST, TTEST, MS Excel, 2007

Jednosmjerni t-test pokazuje statistički značajne razlike u dvije grupe podataka na prometnom pravcu prema Beču ( $t=1,7613$ ,  $P=0,0325$ ).

F-testom ispitana je statistička značajnost razlika varijanci vrijednosti troškova prijevoza i ukupnih troškova (troškovi prijevoza + eksterni troškovi) na ispitivanim prometnim pravcima prema Pragu. Utvrđeno je da nema statistički značajne razlike. T-testom s opcijom podjednakih varijanci ispitana je statistička značajnost razlika u troškovima prijevoza u dvije varijante na istim prometnim pravcima. Nema statistički značajne razlike u dvjema grupama podataka na razini značajnosti od 5 %.

$$F_0=1,0636$$

$$F=3,7870$$

$$t_0=1,7671$$

$$t=2,1447$$

$$P=0,0989$$

(4)

F-TEST, TTEST, MS Excel, 2007



Jednosmjerni t-test pokazuje minimalne, statistički značajne razlike u dvije grupe podataka na prometnom pravcu prema Pragu ( $t = 1,76131$ ,  $P = 0,0494$ ).

F-testom ispitana je statistička značajnost razlika varijanci vrijednosti troškova prijevoza i ukupnih troškova (troškovi prijevoza + eksterni troškovi) na ispitivanim prometnim pravcima prema Münchenu. Utvrđena je statistički značajna razlika pa je u t-testu korištena opcija nejednakih varijanci. T-testom ispitana je statistička značajnost razlika troškova prijevoza u dvije ponuđene varijante na istim prometnim pravcima. Nije utvrđena statistički značajna razlika u dvjema grupama podataka na razini značajnosti od 5 %.

$$F_0=0,9854$$

$$F=0,2640$$

$$t_0=0,9979$$

$$t=2,1147$$

$$P=0,3437$$

(5)

F-TEST, TTEST, MS Excel, 2007

Eksterne troškove intermodalnog prijevoza na ciljanim prometnim pravcima čine eksterni troškovi pomorskog i željezničkog prijevoza. Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza u ukupnim eksternim troškovima za svako ciljano srednjoeuropsko odredište prikazan je u tablicama 35. – 38.

**Tablica 35.** Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza (ŽET) u ukupnim eksternim troškovima (ET) na prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – Budimpešta (HUN)

| Prometni pravac: Shenzhen (CHN) – Budimpešta (HUN) via | ŽET   | ET     | Udio (%) |
|--|-------|--------|----------|
| Constanța  | 33,04 | 353,60 | 9,34     |
| Solun  | 51,96 | 359,19 | 14,47    |
| Rijeka   | 13,69 | 344,16 | 3,98     |
| Koper  | 15,64 | 348,11 | 4,49     |
| Trst   | 15,35 | 347,98 | 4,41     |
| Genoa  | 29,54 | 367,95 | 8,03     |
| Rotterdam  | 36,03 | 456,67 | 7,89     |
| Hamburg  | 39,55 | 467,70 | 8,46     |

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 36.** Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza (ŽET) u ukupnim eksternim troškovima (ET) na prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – Beč (AUT)

| <b>Prometni pravac: Shenzhen (CHN) – Beč (AUT) via</b> | <b>ŽET</b> | <b>ET</b> | <b>Udio (%)</b> |
|--|------------|-----------|-----------------|
| Constanța  | 38,45      | 359,01    | 10,71           |
| Solun  | 57,20      | 364,43    | 15,70           |
| Rijeka   | 9,68       | 340,15    | 2,85            |
| Koper  | 10,11      | 342,58    | 2,95            |
| Trst   | 8,92       | 341,55    | 2,61            |
| Genoa  | 20,60      | 371,54    | 5,55            |
| Rotterdam  | 30,51      | 451,15    | 6,76            |
| Hamburg  | 34,95      | 463,10    | 7,55            |

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 37.** Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza (ŽET) u ukupnim eksternim troškovima (ET) na prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – Prag (CZE)

| <b>Prometni pravac: Shenzhen(CHN) – Prag (CZE) via</b> | <b>ŽET</b> | <b>ET</b> | <b>Udio (%)</b> |
|--|------------|-----------|-----------------|
| Constanța  | 51,69      | 372,25    | 13,89           |
| Solun  | 70,37      | 377,60    | 18,64           |
| Rijeka   | 18,18      | 348,65    | 5,21            |
| Koper  | 18,51      | 350,98    | 5,27            |
| Trst   | 18,33      | 350,96    | 5,22            |
| Genoa  | 30,45      | 368,86    | 8,26            |
| Rotterdam  | 31,44      | 452,08    | 6,96            |
| Hamburg  | 22,66      | 450,81    | 5,03            |

Izvor: izradio doktorand

**Tablica 38.** Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza (ŽET) u ukupnim eksternim troškovima (ET) na prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – München (DE)

| Prometni pravac: Shenzhen (CHN) – München (DE) via | ŽET   | ET     | Udio (%) |
|--|-------|--------|----------|
| Constanța  | 46,27 | 366,83 | 12,61    |
| Solun  | 61,45 | 368,68 | 16,67    |
| Rijeka   | 11,40 | 341,87 | 3,34     |
| Koper  | 11,85 | 344,32 | 3,44     |
| Trst   | 11,64 | 344,27 | 3,38     |
| Genoa  | 19,00 | 357,41 | 5,32     |
| Rotterdam  | 25,76 | 446,40 | 5,77     |
| Hamburg  | 24,92 | 453,07 | 5,50     |

Izvor: izradio doktorand

Ispitana je statistička značajnost razlika eksternih troškova emisija, klimatskih promjena i *up and down straming* procesa u pomorskom prijevozu i eksternih troškova utrošenog goriva kao kontrolne skupine (Tablica 39.). Količina utrošenog goriva izračunana je pretvorbom podataka o utrošenoj energiji na prometnim pravcima prema srednjoj toplinskoj vrijednosti od 43 MJ/kg HFO (teškog uljnog goriva).

**Tablica 39.** Kontrola vrijednosti eksternih troškova na ispitivanim prometnim pravcima u pomorskom prijevozu (PET) vrijednostima eksternih troškova potrošenog goriva

| Pomorski prometni pravac | PET    | ET utrošenog goriva |
|--------------------------|--------|---------------------|
| she-alex                 | 263,61 | 276,52              |
| alex-co                  | 48,29  | 48,01               |
| alex-so                  | 34,96  | 34,73               |
| alex-ge                  | 66,14  | 65,76               |
| alex-ri                  | 58,20  | 57,85               |
| alex-ko                  | 60,20  | 59,89               |
| alex-tri                 | 60,36  | 60,00               |
| alex-rot                 | 148,37 | 156,3               |
| alex-ham                 | 155,88 | 169,33              |

1kg HFO=43 MJ

Izvor: izradio doktorand

F-testom utvrđena je statistički značajna razlika varijanci između dvije skupine podataka pa je u t-testu korištena opcija različitih varijanci. Nije utvrđena statistički značajna razlika vrijednosti u te dvije ispitivane skupine pa se rezultati eksternih troškova emisija mogu smatrati vjerodostojnim.

$$F_0 = 0,86610$$

$$F = 0,29085$$

$$T_0 = -0,09784$$

$$T = 2,11990$$

$$P = 0,92327$$

(6)

FTEST, TTEST, MS Excel, 2007

Ova je kontrola u pomorskom prijevozu bila moguća jer je emisija pretežno vezana za TTW procese, dakle za potrošnju goriva. Ista kontrola nije bila moguća u željezničkom prijevozu na električni pogon jer su eksterni troškovi pretežno vezani za WTT vrijednosti odnosno za *up and down streaming* procese čije su strukture i troškovi specifični za svaku državu kroz koju prolazi ispitivani prometni pravac, a veličina je ovisna i o udjelu pojedine države na željezničkom prometnom pravcu. Kako eksterni troškovi željezničkog prijevoza (ŽET) čine samo 2,61 – 8,46 % ukupnih eksternih troškova (ET) na ispitivanim prometnim pravcima, uz iznimku željezničkih pravaca iz Constanțe (10,30 – 13,89 %) i Soluna (14,47 – 18,64 %) gdje se električna energija pretežno proizvodi iz termoelektrana na fosilna goriva, opisane činjenice neće bitno utjecati na konačne zaključke.

Veza zavisnosti eksternih troškova i troškova prijevoza analizirana je statističkim metodama linearne regresije i testom korelacije. Tumačenje rezultata ove dvije statističke metode prikazuju tablice 40. – 41.

**Tablica 40.** Chadockova ljestvica koeficijenta determinacije ili reprezentativnosti regresije  $R^2$  (linearna regresija)

| $R^2$     | Tumačenje            |
|-----------|----------------------|
| 0         | odsutnost veze       |
| 0,00-0,25 | slaba veza           |
| 0,25-0,64 | veza srednje jakosti |
| 0,64-1    | čvrsta veza          |
| 1         | potpuna veza         |

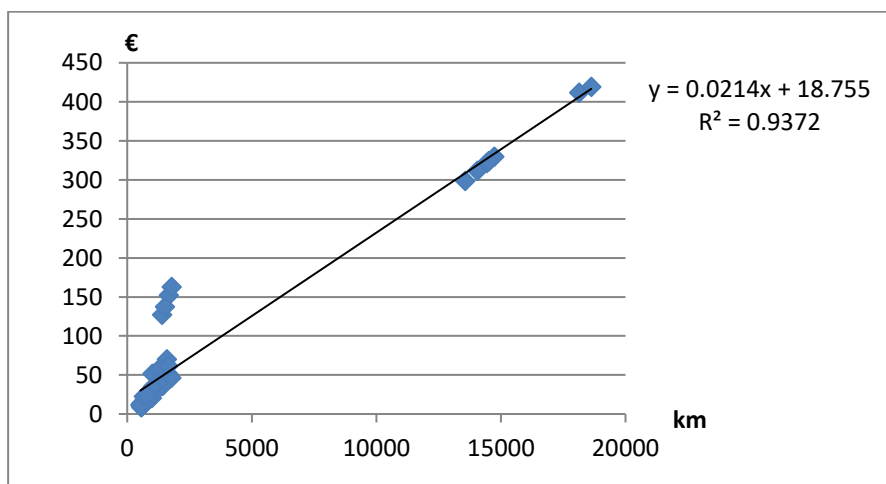
Izvor: Račić, 2018

**Tablica 41.** Vrijednost koeficijenta korelacije (r) – Spearmanov koeficijent korelacije ranga (test korelacije)

| Vrijednost r         | Jakost veze                 |
|----------------------|-----------------------------|
| -1                   | funkcionalna negativna veza |
| $-1 < r < -0,8$      | jaka negativna veza         |
| $-0,8 \leq r < -0,5$ | srednja negativna veza      |
| $-0,5 \leq r < 0$    | slaba negativna veza        |
| 0                    | veza ne postoji             |
| $0 < r \leq 0,5$     | slaba pozitivna veza        |
| $0,5 < r \leq 0,8$   | srednja pozitivna veza      |
| $0,8 < r < 1$        | jaka pozitivna veza         |
| 1                    | funkcionalna pozitivna veza |

Izvor: Račić, 2018

Metodom linearne regresije analizirana je zavisnost eksternih troškova intermodalnog prijevoza o udaljenosti na ispitivanim prometnim pravicima (Grafikon 11.).

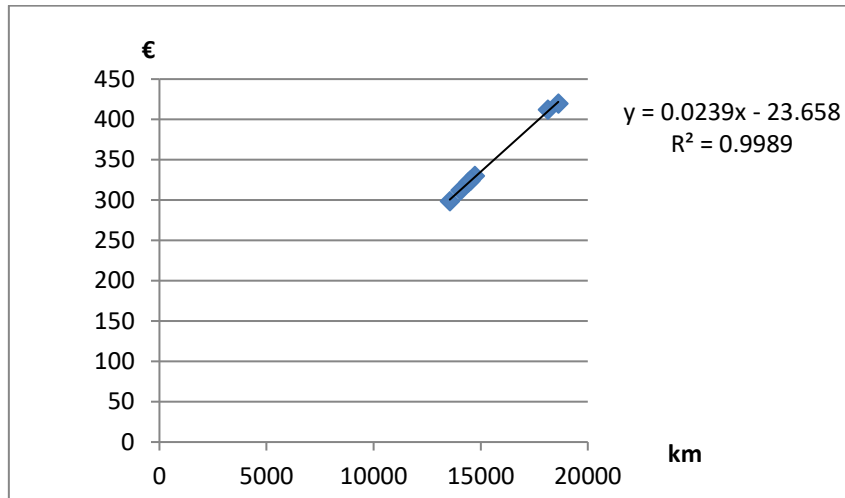


**Grafikon 11.** Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u intermodalnom prijevozu na ispitivanim prometnim pravicima metodom linearne regresije

Izvor: izradio doktorand

Koeficijent determinacije pokazuje visoku reprezentativnost regresije što govori o čvrstoj, gotovo potpunoj vezi zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u intermodalnom prijevozu.

Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti posebno u pomorskom segmentu intermodalnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravicima metodom linearne regresije prikazana je na Grafikonu 12.

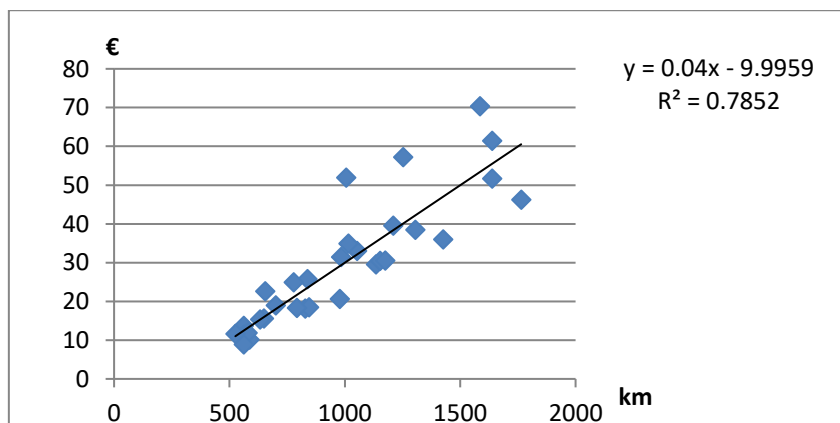


**Grafikon 12.** Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u pomorskom prijevozu na ispitivanim prometnim pravicima metodom linearne regresije

Izvor: izradio doktorand

Koeficijent determinacije govori o potpunoj vezi zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u pomorskom prijevozu.

Analizu veze zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti posebno u željezničkom segmentu intermodalnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravicima metodom linearne regresije prikazuje Grafikon 13.

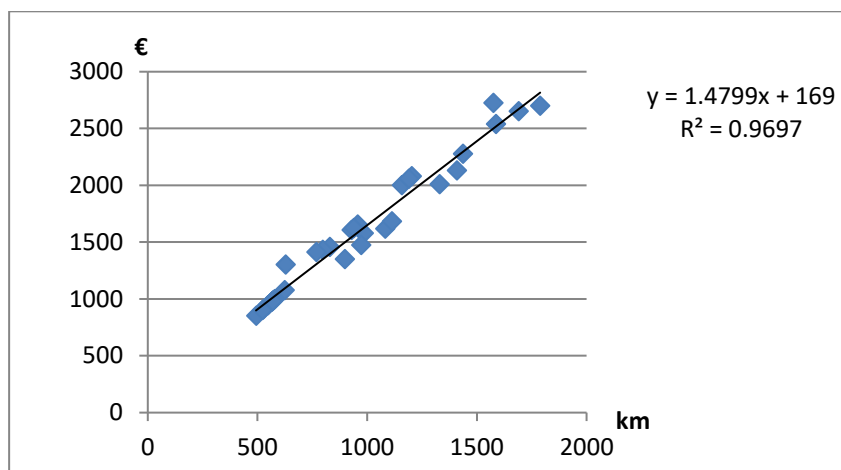


**Grafikon 13.** Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u željezničkom prijevozu na ispitivanim prometnim pravicima metodom linearne regresije

Izvor: izradio doktorand

Temeljem podataka iz Grafikona 13. može se zaključiti da postoji čvrsta veza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u željezničkom segmentu intermodalnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravicima, ali znatno slabija u odnosu na pomorski segment.

Na isti je način analizirana zavisnost troškova prijevoza o udaljenosti na ispitivanim prometnim pravicima, ali se metoda linearne regresije mogla primijeniti samo na prometne pravce željezničkog segmenta intermodalnog prijevoza (Grafikon 14.).



**Grafikon 14.** Analiza zavisnosti troškova željezničkog prijevoza o udaljenosti na ispitivanim prometnim pravicima metodom linearne regresije

Izvor: izradio doktorand

Prethodni grafikon upućuje na zaključak o visokoj reprezentativnosti regresijskog modela i čvrstoj vezi zavisnosti troškova prijevoza o udaljenosti u željezničkom prijevozu.

Nemogućnost analize zavisnosti troškova pomorskog i intermodalnog prijevoza metodom linearne regresije govori o nepostojanju takve zavisnosti na ispitivanim prometnim pravicima. Iz tog razloga, ali i zbog kontrole rezultata analiziranih linearnom regresijom, ispitana je veza troškova prijevoza i eksternih troškova s udaljenosti testom korelacije u svim segmentima intermodalnog prijevoza (Tablica 42.).

**Tablica 42.** Koeficijenti korelacije između udaljenosti u odnosu na troškove prijevoza (TP) i eksterne troškove (ET) prema vrstama prijevoza (test korelacije)\*

| Vrsta prijevoza | TP       | ET      |
|-----------------|----------|---------|
| Intermodalni    | -0,00056 | 0,96809 |
| Željeznički     | 0,98474  | 0,88612 |
| Pomorski        | -0,46933 | 0,99946 |

\*CORREL, MS Excel, 2007

Izvor: izradio doktorand

Statističkim testom korelacije utvrđeno je da ne postoji veza zavisnosti između udaljenosti i troškova intermodalnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima, a u pomorskom prijevozu je slaba i negativna. Istovremeno, postoji gotovo funkcionalna (najveća moguća) veza zavisnosti između udaljenosti i eksternih troškova pomorskog i intermodalnog prijevoza te troškova prijevoza željeznicom. Veza udaljenosti i eksternih troškova u željezničkom prijevozu je također pozitivna i jaka.

### 6.2.2. Ekonomska analiza

Analiza omeđivanja podataka (AOMP) izvedena je računalnim programom *Frontier Analyst* po modelu minimalnih ulaza za isti izlaz u varijantama CCR i BCC. Za svaku ciljane srednjoeuropsku destinaciju ispitano je 8 prometnih pravaca od kojih 3 prolaze preko sjevernojadranskih intermodalnih čvorišta.

Glavne ulazne vrijednosti, troškovi prijevoza (TP), eksterni troškovi (ET) i ukupni troškovi (TP+ET), kategorizirani su kao kontrolirana, a vrijeme prijevoza (t) kao nekontrolirana varijabla.

Parcijalne ulazne vrijednosti, troškovi pomorskog prijevoza (TPP), troškovi željezničkog prijevoza (TŽP), eksterni troškovi pomorskog prijevoza (PET) i eksterni troškovi željezničkog prijevoza (ŽET) su također kontrolirani. Planom je predviđena analiza 4 glavna i 4 parcijalna ulazna parametra u kombinacijama kako je prikazano u Tablici 43.

**Tablica 43.** Plan izvođenja AOMP kombinacijama glavnih i parcijalnih ulaznih parametara

| Kombinacija | Ulazni parametri      |
|-------------|-----------------------|
| 1           | TP, t                 |
| 2           | TP+ET, t              |
| 3           | TP, ET, t             |
| 4           | TP, ET                |
| 5           | TP, PET, ŽET, t       |
| 6           | TP, PET, ŽET          |
| 7           | TPP, TŽP, PET, ŽET, t |
| 8           | TPP, TŽP, PET, ŽET    |

Izvor: izradio doktorand



Troškovi prijevoza (TP) predstavljaju zbroj troškova pomorskog prijevoza (TPP), željezničkog prijevoza (TŽP) i troškova intermodalnog čvorišta (TIMČ). TIMČ se sastoji od troškova pretovara jediničnog tereta (TEU) u luci s broda na terminal i s terminala na željeznicu. Eksterni troškovi (ET) su zbroj eksternih troškova pomorskog prijevoza (PET), željezničkog prijevoza (ŽET) i intermodalnog čvorišta (IMČET). IMČET je konstanta.

U Kombinaciji 1 AOMP odgovara na zadatak o konkurentnosti ispitivanih prometnih pravaca prema određenom odredištu s obzirom na troškove i vrijeme prijevoza. Ispituje se stanje prije uvođenja eksternih troškova kao kompetitivnog čimbenika. Kombinacija 2 uvodi eksterne troškove kao čimbenik, ali u zbroju s troškovima prijevoza te analizira prometne pravce s obzirom na ukupne troškove i vrijeme prijevoza. Procjenjuje se efikasnost na pojedinim prometnim pravcima s povećanim troškovima prijevoza i uspoređuje s prethodnim rezultatima. U Kombinaciji 3 uvode se eksterni troškovi kao posebna ulazna varijabla i na taj način se pridaje posebna uloga ovom čimbeniku da utječe na efikasnost usluge prijevoza na prometnom pravcu. U Kombinaciji 4 ukida se vrijeme prijevoza kao dio usluge koja se ne može uvijek garantirati pokazujući tako koji prometni pravci su bili konkurentniji samo zbog kraćeg vremena prijevoza, a koji su to još uvijek zbog optimalnog odnosa troškova i eksternih troškova. U Kombinaciji 5 dalje se razrađuje analiza dijeleći varijablu eksternih troškova na dvije posebne varijable, eksterne troškove pomorskog i željezničkog prijevoza. Time se još više ističe značenje varijabli eksternih troškova i njihovog utjecaja na konačan rezultat. U Kombinaciji 6 ukida se vrijeme prijevoza iz istih razloga kao u Kombinaciji 4. U Kombinaciji 7 dijeli se jedinstvena varijabla troškova prijevoza na dvije posebne varijable, troškove pomorskog i željezničkog prijevoza, kao što je to učinjeno s varijablom eksternih troškova u Kombinaciji 5. Na taj način se ističe važnost i uloga njenih veličina u konačnoj procjeni efikasnosti na prometnim pravcima prema istom odredištu i dovode se u ravnopravni položaj s istovrsnim varijablama eksternih troškova te omogućuje objektivnije tumačenje rezultata. U Kombinaciji 8 ukida se varijabla vremena prijevoza iz istih razloga kao u Kombinacijama 4 i 6. AOMP u preostalim kombinacijama je fakultativan.

Izlazna vrijednost u AOMP-u je zadana (najkraća) udaljenost ( $s$ ). Izračunane vrijednosti  $s$  za 4 srednjoeuropske destinacije prikazane su u Tablici 44.

**Tablica 44.** Zadane (najkraće) udaljenosti (s) kao izlazne vrijednosti AOMP-a (*output*) na relacijama od Shenzhena (CHN) do ciljanih srednjoeuropskih odredišta

| Odredište  | Prometni pravac | s (km) |
|------------|-----------------|--------|
| Budimpešta | she-so-bu       | 14562  |
| Beč        | she-so-be       | 14809  |
| Prag       | she-tri-pra     | 15237  |
| Munchen    | she-ri-mi       | 14989  |

Izvor: izradio doktorand

Analiza izvršena računalnim programom *Frontier Analyst* pokazuje jednake rezultate u CCR i BCC modelu analize te se zato rezultati prema BCC modelu analize neće posebno prikazivati. Svi su rezultati izvedeni prema opciji minimalnih ulaza za isti izlaz. Sve ulazne vrijednosti su numeričke (€, km, d).

Analiza omeđivanja podataka na ispitivanim prometnim pravcima prema Budimpešti prikazana je u Tablici 45.

**Tablica 45. AOMP na analiziranim prometnim pravcima prema Budimpešti\***

| Unit name       | Score   | Efficient |  | Unit name      | Score   | Efficient |  | Unit name             | Score   | Efficient |  | Unit name          | Score   | Efficient |
|-----------------|---------|-----------|--|----------------|---------|-----------|--|-----------------------|---------|-----------|--|--------------------|---------|-----------|
| Constanta       | 86,70%  | FALSE     |  | Constanta      | 87,80%  | FALSE     |  | Constanta             | 97,30%  | TRUE      |  | Constanta          | 97,30%  | TRUE      |
| Genoa           | 80,90%  | FALSE     |  | Genoa          | 82,10%  | FALSE     |  | Genoa                 | 93,50%  | FALSE     |  | Genoa              | 93,50%  | FALSE     |
| Hamburg         | 74,80%  | FALSE     |  | Hamburg        | 74,60%  | FALSE     |  | Hamburg               | 74,80%  | FALSE     |  | Hamburg            | 74,80%  | FALSE     |
| Koper           | 94,80%  | FALSE     |  | Koper          | 95,20%  | FALSE     |  | Koper                 | 98,90%  | FALSE     |  | Koper              | 98,90%  | FALSE     |
| Rijeka          | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka         | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka                | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka             | 100,00% | TRUE      |
| Rotterdam       | 64,90%  | FALSE     |  | Rotterdam      | 66,00%  | FALSE     |  | Rotterdam             | 75,40%  | FALSE     |  | Rotterdam          | 75,40%  | FALSE     |
| Solun           | 100,00% | TRUE      |  | Solun          | 100,00% | TRUE      |  | Solun                 | 100,00% | TRUE      |  | Solun              | 95,80%  | FALSE     |
| Trst            | 94,90%  | FALSE     |  | Trst           | 95,40%  | FALSE     |  | Trst                  | 98,90%  | FALSE     |  | Trst               | 98,90%  | FALSE     |
| <b>KOMB. 1</b>  |         |           |  | <b>KOMB. 2</b> |         |           |  | <b>KOMB. 3</b>        |         |           |  | <b>KOMB. 4</b>     |         |           |
| TP, t           |         |           |  | TP+ET(uk), t   |         |           |  | TP, ET, t             |         |           |  | TP, ET             |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
| Unit name       | Score   | Efficient |  | Unit name      | Score   | Efficient |  | Unit name             | Score   | Efficient |  | Unit name          | Score   | Efficient |
| Constanta       | 99,40%  | FALSE     |  | Constanta      | 99,40%  | FALSE     |  | Constanta             | 100,00% | TRUE      |  | Constanta          | 100,00% | TRUE      |
| Genoa           | 94,90%  | FALSE     |  | Genoa          | 94,90%  | FALSE     |  | Genoa                 | 100,00% | TRUE      |  | Genoa              | 100,00% | TRUE      |
| Hamburg         | 76,10%  | FALSE     |  | Hamburg        | 76,10%  | FALSE     |  | Hamburg               | 91,20%  | FALSE     |  | Hamburg            | 91,20%  | FALSE     |
| Koper           | 99,00%  | FALSE     |  | Koper          | 99,00%  | FALSE     |  | Koper                 | 99,20%  | FALSE     |  | Koper              | 99,10%  | FALSE     |
| Rijeka          | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka         | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka                | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka             | 100,00% | TRUE      |
| Rotterdam       | 76,10%  | FALSE     |  | Rotterdam      | 76,10%  | FALSE     |  | Rotterdam             | 84,50%  | FALSE     |  | Rotterdam          | 84,50%  | FALSE     |
| Solun           | 100,00% | TRUE      |  | Solun          | 100,00% | TRUE      |  | Solun                 | 100,00% | TRUE      |  | Solun              | 100,00% | TRUE      |
| Trst            | 99,00%  | FALSE     |  | Trst           | 99,00%  | FALSE     |  | Trst                  | 99,40%  | FALSE     |  | Trst               | 99,20%  | FALSE     |
| <b>KOMB. 5</b>  |         |           |  | <b>KOMB. 6</b> |         |           |  | <b>KOMB. 7</b>        |         |           |  | <b>KOMB. 8</b>     |         |           |
| TP, PET, ŽET, t |         |           |  | TP, PET, ŽET   |         |           |  | TPP, TŽP, PET, ŽET, t |         |           |  | TPP, TŽP, PET, ŽET |         |           |

\*Unit name – naziv jedinice (mjesto), Score – rezultat, Efficient – efikasnost, TRUE – prava. FALSE – lažna

Izvor: izradio doktorand

Primjena i rezultati metode AOMP-a upućuju na sljedeće zaključke:

- Analizom omeđivanja podataka prije uvođenja eksternih troškova kao čimbenika efikasnosti i konkurentnosti na prometnom pravcu (Kombinacija 1) utvrđeni su optimalni prometni pravci prema Budimpešti preko luka Rijeka i Solun (označeno zeleno). Prometni pravci preko ostalih sjevernojadranskih luka pokazuju visoki stupanj efikasnosti dok sjevernoeuropske luke pokazuju najslabiji rezultat.
- Uvođenjem eksternih troškova u ukupne troškove prijevoza (Kombinacija 2) prometni pravci preko Rijeke i Soluna ostaju optimalni, a značaj prometnih pravaca preko Kopra i Trsta raste.
- U Kombinaciji 3 gdje su eksterni troškovi posebna varijabla prometni pravci preko Rijeke i Soluna i dalje su optimalni, efikasnost na pravcima preko Kopra i Trsta iznosi 98,9 %, a raste i značaj pravca preko Constante. Isključivanjem vremena prijevoza kao čimbenika pada efikasnost na prometnom pravcu preko Soluna te pravac preko luke Rijeka ostaje jedini optimalan, a pravci preko ostalih sjevernojadranskih luka visoko efikasni.
- Dijeljenjem ukupnih eksternih troškova u dvije posebne varijable ponovno raste efikasnost prometnog pravca preko Soluna koji je zajedno s pravcem preko Rijeke optimalan, Pravci preko ostalih sjevernojadranskih luka i Constante ostaju visoko efikasni od 99 do 99,4 %, a raste efikasnost pravca preko Genoe. Isključivanjem varijable vremena prijevoza rezultati ostaju potpuno isti pa čak i na prometnom pravcu preko Soluna.
- Raščlambom troškova prijevoza u dvije posebne varijable u Kombinaciji 7 optimalna postaju čak četiri prometna pravca, preko Rijeke, Soluna, Constante i Genoe, a pravci preko Kopra i Trsta postaju visoko efikasni za više od 99 %. Isključivanjem varijable vremena prijevoza rezultati ove komparacije ostaju gotovo isti.

Mogućnosti poboljšanja efikasnosti na prometnim pravcima koji odstupaju od virtualnog, optimalnog prometnog pravca prema Budimpešti u Kombinaciji 3 AOMP-a prikazane su u Tablici 46.

**Tablica 46.** Potencijalne mogućnosti poboljšanja efikasnosti u % na prometnom pravcu prema Budimpešti (Kombinacija 3 AOMP-a)

| IMČ       | TP<br>% | ET<br>% | t<br>% |
|-----------|---------|---------|--------|
| Constanta | -13,3   | -2,7    | 0      |
| Genoa     | -19,1   | -6,5    | -3,7   |
| Hamburg   | -25,2   | -26,4   | -18,8  |
| Koper     | -5,2    | -1,1    | 0      |
| Rotterdam | -35,1   | -24,6   | -21,2  |
| Trst      | -5,1    | -1,1    | 0      |

Izvor: izradio doktorand

Analiza omeđivanja podataka na ispitivanim prometnim pravcima prema Beču prikazana je u Tablici 47.

**Tablica 47. AOMP na analiziranim prometnim pravcima prema Beču**

| Unit name       | Score   | Efficient |  | Unit name      | Score   | Efficient |  | Unit name             | Score   | Efficient |  | Unit name          | Score   | Efficient |
|-----------------|---------|-----------|--|----------------|---------|-----------|--|-----------------------|---------|-----------|--|--------------------|---------|-----------|
| Constanta       | 81,40%  | FALSE     |  | Constanta      | 82,60%  | FALSE     |  | Constanta             | 94,70%  | FALSE     |  | Constanta          | 94,70%  | FALSE     |
| Genoa           | 87,30%  | FALSE     |  | Genoa          | 87,70%  | FALSE     |  | Genoa                 | 91,60%  | FALSE     |  | Genoa              | 91,60%  | FALSE     |
| Hamburg         | 88,50%  | FALSE     |  | Hamburg        | 86,60%  | FALSE     |  | Hamburg               | 88,50%  | FALSE     |  | Hamburg            | 88,50%  | FALSE     |
| Koper           | 99,50%  | FALSE     |  | Koper          | 99,50%  | FALSE     |  | Koper                 | 99,50%  | FALSE     |  | Koper              | 99,50%  | FALSE     |
| Rijeka          | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka         | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka                | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka             | 100,00% | TRUE      |
| Rotterdam       | 75,10%  | FALSE     |  | Rotterdam      | 75,10%  | FALSE     |  | Rotterdam             | 75,40%  | FALSE     |  | Rotterdam          | 75,40%  | FALSE     |
| Solun           | 100,00% | TRUE      |  | Solun          | 100,00% | TRUE      |  | Solun                 | 100,00% | TRUE      |  | Solun              | 93,30%  | FALSE     |
| Trst            | 99,80%  | FALSE     |  | Trst           | 99,80%  | FALSE     |  | Trst                  | 99,80%  | FALSE     |  | Trst               | 99,80%  | FALSE     |
| <b>KOMB. 1</b>  |         |           |  | <b>KOMB. 2</b> |         |           |  | <b>KOMB. 3</b>        |         |           |  | <b>KOMB. 4</b>     |         |           |
| TP, t           |         |           |  | TP+ET(uk), t   |         |           |  | TP, ET, t             |         |           |  | TP, ET             |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
| Unit name       | Score   | Efficient |  | Unit name      | Score   | Efficient |  | Unit name             | Score   | Efficient |  | Unit name          | Score   | Efficient |
| Constanta       | 98,70%  | FALSE     |  | Constanta      | 98,70%  | FALSE     |  | Constanta             | 100,00% | TRUE      |  | Constanta          | 100,00% | TRUE      |
| Genoa           | 96,10%  | FALSE     |  | Genoa          | 96,10%  | FALSE     |  | Genoa                 | 100,00% | TRUE      |  | Genoa              | 100,00% | TRUE      |
| Hamburg         | 88,50%  | FALSE     |  | Hamburg        | 88,50%  | FALSE     |  | Hamburg               | 99,20%  | FALSE     |  | Hamburg            | 99,20%  | FALSE     |
| Koper           | 99,50%  | FALSE     |  | Koper          | 99,50%  | FALSE     |  | Koper                 | 100,00% | FALSE     |  | Koper              | 99,90%  | FALSE     |
| Rijeka          | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka         | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka                | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka             | 100,00% | TRUE      |
| Rotterdam       | 77,40%  | FALSE     |  | Rotterdam      | 77,40%  | FALSE     |  | Rotterdam             | 86,20%  | FALSE     |  | Rotterdam          | 86,20%  | FALSE     |
| Solun           | 100,00% | TRUE      |  | Solun          | 100,00% | TRUE      |  | Solun                 | 100,00% | TRUE      |  | Solun              | 100,00% | TRUE      |
| Trst            | 100,00% | TRUE      |  | Trst           | 100,00% | TRUE      |  | Trst                  | 100,00% | TRUE      |  | Trst               | 100,00% | TRUE      |
| <b>KOMB. 5</b>  |         |           |  | <b>KOMB. 6</b> |         |           |  | <b>KOMB. 7</b>        |         |           |  | <b>KOMB. 8</b>     |         |           |
| TP, PET, ŽET, t |         |           |  | TP, PET, ŽET   |         |           |  | TPP, TŽP, PET, ŽET, t |         |           |  | TPP, TŽP, PET, ŽET |         |           |

\*Unit name – naziv jedinice (mjesto), Score – rezultat, Efficient – efikasnost, TRUE – prava. FALSE – lažna

Izvor: izradio doktorand

Primjena i rezultati metode AOMP-a upućuju na sljedeće zaključke:

- Analizom omeđivanja podataka na prometnim pravcima prema Beču u kombinaciji ulaznih podataka troškova i vremena prijevoza utvrđeni su kao optimalni pravci preko Rijeke i Soluna. Utvrđena je efikasnost od više od 99,5 % na prometnim pravcima preko Kopra i Trsta, a najslabiji rezultati bili su na pravcima preko Rotterdama i Constante.
- Uvođenjem ukupnih troškova kao varijable u Kombinaciji 2 rezultati su bili gotovo isti uz napomenu da je došlo do laganog rasta efikasnosti na prometnom pravcu preko Constante.
- U Kombinaciji 3 s eksternim troškovima kao posebnog čimbenika dolazi do značajnog rasta efikasnosti na prometnom pravcu preko Constante, dok ostali rezultati ostaju isti. Isključivanjem vremena prijevoza kao varijable dolazi do pada efikasnosti na pravcu preko Soluna kao što je bilo naznačeno i na pravcu prema Budimpešti. Optimalan prometni pravac ide preko Rijeke, a efikasnost pravaca preko ostalih sjevernojadranskih luka ostaje ista.
- Raščlambom varijable eksternih troškova osim preko Rijeke kao optimalni pojavljuju se i pravci preko Trsta i ponovno preko Soluna, efikasnost na pravcima preko Constante i Genoe raste, a preko Kopra ostaje gotovo maksimalna. Ukidanjem vremena prijevoza u komparaciji ne dolazi ni do kakvih promjena.
- Kada se raščlane i troškovi prijevoza optimalni ili gotovo optimalni postaju svi prometni pravci uključujući i onaj preko Hamburga, osim prometnog pravca preko Rotterdama. Isključivanjem vremena prijevoza kao varijable došlo je do minimalnih promjena koje ne utječu na prethodno iznesene činjenice.

Mogućnosti poboljšanja efikasnosti na prometnim pravcima koji odstupaju od virtualnog, optimalnog prometnog pravca prema Beču u Kombinaciji 3 AOMP-a prikazane su u Tablici 48.

**Tablica 48.** Potencijalne mogućnosti poboljšanja efikasnosti u % na prometnom pravcu prema Beču (Kombinacija 3 AOMP-a)

| IMČ       | TP<br>% | ET<br>% | t<br>% |
|-----------|---------|---------|--------|
| Constanta | -18,6   | -5,3    | 0      |
| Genoa     | -12,7   | -8,4    | -3,7   |
| Hamburg   | -11,5   | -26,5   | -18,8  |
| Koper     | -0,5    | -0,7    | 0      |
| Rotterdam | -24,9   | -24,6   | -21,2  |
| Trst      | -0,2    | -0,4    | 0      |

Izvor: izradio doktorand

Analiza omeđivanja podataka na ispitivanim prometnim pravcima prema Pragu prikazana je u Tablici 49.



**Tablica 49. AOMP na analiziranim prometnim pravcima prema Pragu**

| Unit name       | Score   | Efficient |  | Unit name      | Score   | Efficient |  | Unit name             | Score   | Efficient |  | Unit name          | Score   | Efficient |
|-----------------|---------|-----------|--|----------------|---------|-----------|--|-----------------------|---------|-----------|--|--------------------|---------|-----------|
| Constanta       | 71,50%  | FALSE     |  | Constanta      | 73,80%  | FALSE     |  | Constanta             | 93,70%  | FALSE     |  | Constanta          | 93,70%  | FALSE     |
| Genoa           | 100,00% | TRUE      |  | Genoa          | 100,00% | TRUE      |  | Genoa                 | 100,00% | TRUE      |  | Genoa              | 100,00% | TRUE      |
| Hamburg         | 99,90%  | FALSE     |  | Hamburg        | 97,50%  | FALSE     |  | Hamburg               | 99,90%  | FALSE     |  | Hamburg            | 99,90%  | FALSE     |
| Koper           | 99,30%  | FALSE     |  | Koper          | 99,40%  | FALSE     |  | Koper                 | 100,00% | FALSE     |  | Koper              | 99,60%  | FALSE     |
| Rijeka          | 87,20%  | FALSE     |  | Rijeka         | 88,90%  | FALSE     |  | Rijeka                | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka             | 100,00% | TRUE      |
| Rotterdam       | 92,50%  | FALSE     |  | Rotterdam      | 91,10%  | FALSE     |  | Rotterdam             | 92,50%  | FALSE     |  | Rotterdam          | 92,50%  | FALSE     |
| Solun           | 83,10%  | FALSE     |  | Solun          | 83,90%  | FALSE     |  | Solun                 | 92,90%  | FALSE     |  | Solun              | 92,30%  | FALSE     |
| Trst            | 100,00% | TRUE      |  | Trst           | 100,00% | TRUE      |  | Trst                  | 100,00% | TRUE      |  | Trst               | 99,80%  | FALSE     |
| <b>KOMB. 1</b>  |         |           |  | <b>KOMB. 2</b> |         |           |  | <b>KOMB. 3</b>        |         |           |  | <b>KOMB. 4</b>     |         |           |
| TP, t           |         |           |  | TP+ET, t       |         |           |  | TP, ET, t             |         |           |  | TP, ET             |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
| Unit name       | Score   | Efficient |  | Unit name      | Score   | Efficient |  | Unit name             | Score   | Efficient |  | Unit name          | Score   | Efficient |
| Constanta       | 98,50%  | FALSE     |  | Constanta      | 98,50%  | FALSE     |  | Constanta             | 100,00% | TRUE      |  | Constanta          | 100,00% | TRUE      |
| Genoa           | 100,00% | TRUE      |  | Genoa          | 100,00% | TRUE      |  | Genoa                 | 100,00% | TRUE      |  | Genoa              | 100,00% | TRUE      |
| Hamburg         | 100,00% | TRUE      |  | Hamburg        | 100,00% | TRUE      |  | Hamburg               | 100,00% | TRUE      |  | Hamburg            | 100,00% | TRUE      |
| Koper           | 100,00% | TRUE      |  | Koper          | 99,60%  | FALSE     |  | Koper                 | 100,00% | TRUE      |  | Koper              | 99,80%  | FALSE     |
| Rijeka          | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka         | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka                | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka             | 100,00% | TRUE      |
| Rotterdam       | 92,50%  | FALSE     |  | Rotterdam      | 92,50%  | FALSE     |  | Rotterdam             | 92,50%  | FALSE     |  | Rotterdam          | 92,50%  | FALSE     |
| Solun           | 100,00% | TRUE      |  | Solun          | 100,00% | TRUE      |  | Solun                 | 100,00% | TRUE      |  | Solun              | 100,00% | TRUE      |
| Trst            | 100,00% | TRUE      |  | Trst           | 100,00% | TRUE      |  | Trst                  | 100,00% | TRUE      |  | Trst               | 100,00% | TRUE      |
| <b>KOMB. 5</b>  |         |           |  | <b>KOMB. 6</b> |         |           |  | <b>KOMB. 7</b>        |         |           |  | <b>KOMB. 8</b>     |         |           |
| TP, PET, ŽET, t |         |           |  | TP, PET, ŽET   |         |           |  | TPP, TŽP, PET, ŽET, t |         |           |  | TPP, TŽP, PET, ŽET |         |           |

\*Unit name – naziv jedinice (mjesto), Score – rezultat, Efficient – efikasnost, TRUE – prava. FALSE – lažna

Izvor: izradio doktorand

Rezultat analize omeđivanja podataka na prometnim pravcima prema Pragu upućuju na sljedeće zaključke:

- Analizom omeđivanja podataka na prometnim pravcima prema Pragu u varijanti ulaznih vrijednosti troškova i vremena prijevoza utvrđeni su optimalni pravci preko Trsta i Genoe, a pravci preko Kopra i Hamburga visoko efikasni 99,3 – 99,9 %. Kada se u ukupne troškove uvedu i eksterni troškovi, rang ostaje isti, ali raste efikasnost pravaca preko Rijeke i Constante, a pada na pravcu preko Hamburga.
- Uvođenjem eksternih troškova kao posebnog čimbenika (Kombinacija 3) osim pravaca preko Genoe i Trsta i pravac preko Rijeke postaje optimalan, a pravci preko Kopra i Hamburga su gotovo optimalni (više od 99,9 %). Ukidanjem vremena prijevoza kao čimbenika u komparaciji, optimalni ostaju pravci preko Genoe i Rijeke dok prometni pravci preko Trsta, Kopra i Hamburga pokazuju visoku efikasnost od preko 99,5 %.
- Kada se eksterni troškovi raščlane u dvije varijable, optimalni postaju svi prometni pravci uključujući i onaj preko Soluna osim pravaca preko Rotterdama (92,5 %) i Constante (98,5 %). Isključivanjem vremena prijevoza kao varijable dolazi samo do beznačajnog pada efikasnosti na pravcu preko Kopra (99,6 %).
- Kada se raščlane i troškovi prijevoza u analizi svi su prometni pravci optimalni osim pravca preko Rotterdama, a kad se isključi vrijeme prijevoza u ovoj varijanti analize onda opet dolazi do minimalnog, ali beznačajnog pada efikasnosti na pravcu preko Kopra (99,8 %).

Mogućnosti poboljšanja efikasnosti na prometnim pravcima koji odstupaju od virtualnog, optimalnog prometnog pravca prema Pragu u Kombinaciji 3 AOMP-a prikazane su u Tablici 50.

**Tablica 50.** Potencijalne mogućnosti poboljšanja efikasnosti u % na prometnom pravcu prema Pragu (Kombinacija 3 AOMP-a)

| IMČ       | TP<br>% | ET<br>% | t<br>% |
|-----------|---------|---------|--------|
| Constanta | -18     | -6,3    | 0      |
| Hamburg   | -0,1    | -18,2   | -12,9  |
| Koper     | -0,7    | 0       | 0      |
| Rotterdam | -7,5    | -18,4   | -15,6  |
| Solun     | -16,9   | -7,1    | 0      |

Izvor: izradio doktorand

Analiza omeđivanja podataka na ispitivanim prometnim pravcima prema Münchenu prikazana je u Tablici 51.

**Tablica 51. AOMP na analiziranim prometnim pravcima prema Münchenu**

| Unit name       | Score   | Efficient |  | Unit name      | Score   | Efficient |  | Unit name             | Score   | Efficient |  | Unit name          | Score   | Efficient |
|-----------------|---------|-----------|--|----------------|---------|-----------|--|-----------------------|---------|-----------|--|--------------------|---------|-----------|
| Constanta       | 56,40%  | FALSE     |  | Constanta      | 59,60%  | FALSE     |  | Constanta             | 93,20%  | FALSE     |  | Constanta          | 93,20%  | FALSE     |
| Genoa           | 100,00% | TRUE      |  | Genoa          | 100,00% | TRUE      |  | Genoa                 | 100,00% | TRUE      |  | Genoa              | 100,00% | TRUE      |
| Hamburg         | 73,90%  | FALSE     |  | Hamburg        | 74,50%  | FALSE     |  | Hamburg               | 77,80%  | FALSE     |  | Hamburg            | 77,80%  | FALSE     |
| Koper           | 83,60%  | FALSE     |  | Koper          | 85,80%  | FALSE     |  | Koper                 | 99,30%  | FALSE     |  | Koper              | 99,30%  | FALSE     |
| Rijeka          | 85,30%  | FALSE     |  | Rijeka         | 87,40%  | FALSE     |  | Rijeka                | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka             | 100,00% | TRUE      |
| Rotterdam       | 78,40%  | FALSE     |  | Rotterdam      | 78,60%  | FALSE     |  | Rotterdam             | 79,70%  | FALSE     |  | Rotterdam          | 79,70%  | FALSE     |
| Solun           | 52,10%  | FALSE     |  | Solun          | 55,40%  | FALSE     |  | Solun                 | 92,70%  | FALSE     |  | Solun              | 92,70%  | FALSE     |
| Trst            | 84,90%  | FALSE     |  | Trst           | 86,90%  | FALSE     |  | Trst                  | 99,30%  | FALSE     |  | Trst               | 99,30%  | FALSE     |
| <b>KOMB. 1</b>  |         |           |  | <b>KOMB. 2</b> |         |           |  | <b>KOMB. 3</b>        |         |           |  | <b>KOMB. 4</b>     |         |           |
| TP, t           |         |           |  | TP+ET, t       |         |           |  | TP, ET, t             |         |           |  | TP, ET             |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
|                 |         |           |  |                |         |           |  |                       |         |           |  |                    |         |           |
| Unit name       | Score   | Efficient |  | Unit name      | Score   | Efficient |  | Unit name             | Score   | Efficient |  | Unit name          | Score   | Efficient |
| Constanta       | 98,10%  | FALSE     |  | Constanta      | 98,10%  | FALSE     |  | Constanta             | 100,00% | TRUE      |  | Constanta          | 100,00% | TRUE      |
| Genoa           | 100,00% | TRUE      |  | Genoa          | 100,00% | TRUE      |  | Genoa                 | 100,00% | TRUE      |  | Genoa              | 100,00% | TRUE      |
| Hamburg         | 78,00%  | FALSE     |  | Hamburg        | 78,00%  | FALSE     |  | Hamburg               | 83,70%  | FALSE     |  | Hamburg            | 83,70%  | FALSE     |
| Koper           | 99,30%  | FALSE     |  | Koper          | 99,30%  | FALSE     |  | Koper                 | 99,50%  | FALSE     |  | Koper              | 99,50%  | FALSE     |
| Rijeka          | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka         | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka                | 100,00% | TRUE      |  | Rijeka             | 100,00% | TRUE      |
| Rotterdam       | 79,80%  | FALSE     |  | Rotterdam      | 79,80%  | FALSE     |  | Rotterdam             | 84,50%  | FALSE     |  | Rotterdam          | 84,50%  | FALSE     |
| Solun           | 100,00% | TRUE      |  | Solun          | 100,00% | TRUE      |  | Solun                 | 100,00% | TRUE      |  | Solun              | 100,00% | TRUE      |
| Trst            | 99,30%  | FALSE     |  | Trst           | 99,30%  | FALSE     |  | Trst                  | 100,00% | TRUE      |  | Trst               | 100,00% | TRUE      |
| <b>KOMB. 5</b>  |         |           |  | <b>KOMB. 6</b> |         |           |  | <b>KOMB. 7</b>        |         |           |  | <b>KOMB. 8</b>     |         |           |
| TP, PET, ŽET, t |         |           |  | TP, PET, ŽET   |         |           |  | TPP, TŽP, PET, ŽET, t |         |           |  | TPP, TŽP, PET, ŽET |         |           |

\*Unit name – naziv jedinice (mjesto), Score – rezultat, Efficient – efikasnost, TRUE – prava. FALSE – lažna

Izvor: izradio doktorand

Rezultat analize omeđivanja podataka na prometnim pravcima prema Münchenu upućuju na sljedeće zaključke:

- Analizom omeđivanja podataka na ispitivanim prometnim pravcima prema Münchenu u varijanti komparacije s ulaznim vrijednostima troškova i vremena prijevoza utvrđen je optimalan prometni pravac preko Genoe dok efikasnost na ostalim prometnim pravcima značajno zaostaje. Efikasnost na pravcima iz sjevernojadranskih luka je između 83,6 i 85,3 %.
- Komparacijom s varijablama ukupnih troškova i vremena prijevoza dolazi do minimalnog rasta efikasnosti na svim pravcima, a optimalni pravac ostaje isti. Uvođenjem eksternih troškova kao posebne varijable osim pravca preko Genoe optimalan pravac postaje i onaj preko Rijeke. Prometni pravci preko Kopra i Trsta postaju visoko efikasni (99,3 %), a pravci preko Soluna i Constante postaju efikasniji za gotovo 40 %. Isključivanjem vremena kao čimbenika u analizi ne dolazi do promjena rezultata u ovoj kombinaciji.
- Pretvorbom varijable eksternih troškova u dvije posebne varijable optimalnim pravcem osim pravaca preko Genoe i Rijeke postaje i pravac preko Soluna dok visoko efikasan osim pravaca preko Trsta i Kopra postaje i pravac preko Constante. Isključivanjem vremena prijevoza kao čimbenika u komparaciji ne dolazi do promjene rezultata ni u ovoj kombinaciji.
- Ako se raščlani i varijabla troškova prijevoza u dvije posebne varijable, onda optimalnim prometnim pravcem postaju pravci preko Trsta, Rijeke i Genoe te preko Soluna i Constante koji su u kombinaciji 1 imali najslabije rezultate. Prometni pravac preko Kopra pokazuje efikasnost od 99,5 %. Ni ovdje ne dolazi do promjene rezultata isključivanjem iz analize vrijednosti vremena prijevoza.

Mogućnosti poboljšanja efikasnosti na prometnim pravcima koji odstupaju od virtualnog, optimalnog prometnog pravca prema Münchenu u Kombinaciji 3 AOMP-a prikazuje Tablica 52.

**Tablica 52.** Potencijalne mogućnosti poboljšanja efikasnosti u % na prometnom pravcu prema Münchenu (Kombinacija 3 AOMP-a)

| IMČ       | TP<br>% | ET<br>% | t<br>% |
|-----------|---------|---------|--------|
| Constanta | -34     | -6,8    | -3,7   |
| Hamburg   | -22,2   | -22,2   | -18,8  |
| Koper     | -2      | -0,7    | 0      |
| Rotterdam | -20,3   | -20,3   | -18,8  |
| Solun     | -39     | -7,3    | 0      |
| Trst      | -0,7    | -0,7    | 0      |

Izvor: izradio doktorand

### 6.2.3. Simulacija troškova povećanjem jedinične cijene CO<sub>2</sub>

U pomorskom prijevozu učešće eksternih troškova emisije CO<sub>2</sub> iznosi 41 – 45 %, a 36 – 41 % čini emisija oksida sumpora (SO<sub>x</sub>). Svi ostali ispitivani parametri čine zajedno manje od 20 %.

U željezničkom prijevozu željeznicom na električni pogon učešće emisija CO<sub>2</sub> u strukturi ukupnog eksternog troška iznosi 67 – 77 %, a svi ostali ispitivani parametri zajedno čine oko 25 %.

Ako bi se simulirala uporaba jedinične cijene od 251 €/tCO<sub>2</sub> u pomorskom prometu na ispitivanim pravcima to bi, kalkulacijom srednje vrijednosti udjela CO<sub>2</sub> u ukupnim eksternim troškovima (43 %), proizvelo povećanje ukupnog eksternog troška za 77 % za svaki pojedini pravac, a da se vrijednost emisija SO<sub>x</sub> sa značajnim srednjim udjelom od 38,50 % pri tome nije mijenjala.

U željezničkom prometu na ispitivanim pravcima sa srednjim udjelom emisije CO<sub>2</sub> u ukupnim eksternim troškovima od 72 % istom bismo simulacijom za svaki pojedinačni prometni pravac dobili vrijednosti eksternih troškova više za 129 %.

Prilikom izračuna i revalorizacije eksternih troškova u lukama intermodalnih čvorišta pretpostavljeno je učešće CO<sub>2</sub> od najmanje 33 %. Revalorizacijom po stopi od 251 €/tCO<sub>2</sub> u simuliranom modelu vrijednost ovih troškova bila bi veća za 51 %.

Vrijednosti simuliranih eksternih troškova na prometnom pravcu prema Budimpešti prikazane su u Tablici 53.

**Tablica 53.** Eksterni troškovi simuliranog intermodalnog, pomorskog-željezničkog prijevoza na prometnom pravcu prema Budimpešti  
(251 €/tCO<sub>2</sub>)

| IMČ       | PET    | ŽET   | IMČET | PET+ 77<br>% | ŽET+ 129<br>% | IMČET+ 51<br>% | ET<br>uk.SIM<br>PŽ+ | TP<br>ukupno<br>PŽ | TP + ET<br>SIM PŽ+ |
|-----------|--------|-------|-------|--------------|---------------|----------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Constanta | 311,9  | 33,04 | 8,66  | 552,06       | 75,66         | 13,08          | 640,8               | 3174,28            | 3815,08            |
| Solun     | 298,57 | 51,96 | 8,66  | 528,47       | 118,99        | 13,08          | 660,54              | 3232,21            | 3892,85            |
| Rijeka    | 321,81 | 13,69 | 8,66  | 569,6        | 31,35         | 13,08          | 614,03              | 2752,08            | 3366,11            |
| Koper     | 323,81 | 15,64 | 8,66  | 573,14       | 35,82         | 13,08          | 622,04              | 2904,06            | 3526,1             |
| Trst      | 323,97 | 15,35 | 8,66  | 573,43       | 35,15         | 13,08          | 621,66              | 2899,18            | 3520,84            |
| Genoa     | 329,75 | 29,54 | 8,66  | 583,66       | 67,65         | 13,08          | 664,39              | 3401,41            | 4065,8             |
| Rotterdam | 411,98 | 36,03 | 8,66  | 729,21       | 82,51         | 13,08          | 824,8               | 4238,03            | 5062,83            |
| Hamburg   | 419,49 | 39,55 | 8,66  | 742,5        | 90,57         | 13,08          | 846,15              | 3681,03            | 4527,18            |

Izvor: izradio doktorand

Osim povećanja apsolutnih vrijednosti eksternih troškova uočava se da vrijednosti eksternih troškova pomorsko-željezničkog prijevoza u slučaju povećanja jedinične cijene CO<sub>2</sub> na 251 €/t iznose oko 20 % udjela troškova prijevoza, dok su prije povećanja iznosile oko 10 %. Raste i raspon najnižih i najviših eksternih troškova pomorsko-željezničkog prijevoza na ispitivanim prometnim pravicima prema istoj destinaciji i iznosi reda veličine 200 € (prije 100 €).

#### 6.2.4. Simulacija troškova pomorsko-cestovnog prijevoza na ciljanim prometnim pravicima

Izračunani su eksterni troškovi cestovnog prijevoza u simulaciji intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravicima. Jedinične vrijednosti eksternih troškova koje su korištene u kalkulaciji prikazane su u Tablici 54.

**Tablica 54.** Jedinične vrijednosti eksternih troškova u teretnom cestovnom prometu\*

| Eksterni troškovi                        | Jedinične vrijednosti<br>€/vkm** |
|--|----------------------------------|
| Emisije                                  | 2,3                              |
| Klimatske promjene                       | 6,7                              |
| Prometne nesreće                         | 1,2                              |
| Zagušenja                                | 38,8                             |
| <i>Up and down<br/>streaming procesi</i> | 2,9                              |
| <b>Ukupno</b>                            | <b>51,9</b>                      |

\*teško teretno vozilo – HGV 40t, emisijska klasa EURO V, ruralni, autocesta, EU prosjek

\*\*€/vkm – eurocenti po vozilu po km

Izvor: Korzhenevych i sur., 2014

Eksterni troškovi u simulaciji intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravicima prikazani su u Tablici 55.



**Tablica 55.** Eksterni troškovi u cestovnom segmentu (CET) simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na analiziranim prometnim pravcima

| Prometni pravac | Udaljenost<br>(km)* | CET<br>(€/v)** | Revalorizacija***<br>(+ 10,22 % €/v) |
|-----------------|---------------------|----------------|--------------------------------------|
| co-bu road****  | 1031,27             | 535,23         | 589,93                               |
| co-be road      | 1269,34             | 658,79         | 726,12                               |
| co-pra road     | 1551,40             | 805,18         | 887,47                               |
| co-mu road      | 1673,39             | 868,49         | 957,25                               |
| so-bu road      | 997,57              | 517,74         | 570,65                               |
| so-be road      | 1235,65             | 641,30         | 706,84                               |
| so-pra road     | 1517,71             | 787,69         | 868,19                               |
| so-mu road      | 1569,92             | 814,79         | 898,06                               |
| ge-bu road      | 1048,95             | 544,41         | 600,05                               |
| ge-be road      | 976,22              | 506,66         | 558,44                               |
| ge-pra road     | 999,81              | 518,90         | 571,93                               |
| ge-mu road      | 624,39              | 324,06         | 357,18                               |
| ri-bu road      | 505,23              | 262,21         | 289,01                               |
| ri-be road      | 492,76              | 255,74         | 281,88                               |
| ri-pra road     | 766,50              | 397,81         | 438,47                               |
| ri-mu road      | 520,14              | 269,96         | 297,55                               |
| ko-bu road      | 538,13              | 279,29         | 307,83                               |
| ko-be road      | 480,26              | 249,26         | 274,73                               |
| ko-pra road     | 754,00              | 391,33         | 431,32                               |
| ko-mu road      | 507,64              | 263,47         | 290,40                               |
| tri-bu road     | 527,58              | 273,81         | 301,79                               |
| tri-be road     | 469,71              | 243,78         | 268,69                               |
| tri-pra road    | 743,44              | 385,85         | 425,28                               |
| tri-mu road     | 497,09              | 257,99         | 284,36                               |
| rot-bu road     | 1390,97             | 721,91         | 795,69                               |
| rot-be road     | 1147,43             | 595,52         | 656,38                               |
| rot-pra road    | 904,32              | 469,34         | 517,31                               |
| rot-mu road     | 802,74              | 416,62         | 459,20                               |
| ham-bu road     | 1150,22             | 596,96         | 657,97                               |
| ham-be road     | 915,71              | 475,25         | 523,82                               |
| ham-pra road    | 625,03              | 324,39         | 357,54                               |
| ham-mu road     | 769,08              | 399,15         | 439,94                               |

\*EcoTransIT, 2016

\*\*Kamion, Tip vozila: Klasa 40t, Emisijski standard: EuroV, faktor opterećenja-LF: 95,77%, faktor praznog hoda-ETF: 20%

\*\*\*Eurostat Statistics, 2017

\*\*\*\*road-cesta

Izvor: izradio doktorand

Troškovi prijevoza (TP SIM C), jedinični troškovi i udaljenosti korištene za kalkulaciju u simuliranom cestovnom prijevozu na ispitivanim prometnim pravcima prikazani su u Tablici 56.

**Tablica 56.** Troškovi prijevoza, udaljenosti korištene za kalkulaciju troškova prijevoza i jedinične vrijednosti troškova u simuliranom, cestovnom prijevozu na analiziranim prometnim pravcima\*

| Prometni pravac | TP SIM C<br>(€) | Udaljenosti**<br>(km) | TP SIM C<br>(€/km) |
|-----------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| co-bu road      | 835,15          | 1069,23               | 0,78               |
| co-be road      | 1673,55         | 1304,53               | 1,28               |
| co-pra road     | 2017,86         | 1586,43               | 1,27               |
| co-mu road      | 2211,59         | 1745,26               | 1,27               |
| so-bu road      | 1320,28         | 1015,05               | 1,30               |
| so-be road      | 1606,80         | 1250,35               | 1,29               |
| so-pra road     | 1950,30         | 1532,25               | 1,27               |
| so-mu road      | 1132,25         | 1575,24               | 0,72               |
| ge-bu road      | 1404,93         | 1084,52               | 1,30               |
| ge-be road      | 1328,42         | 992,44                | 1,34               |
| ge-pra road     | 1312,14         | 1008,48               | 1,30               |
| ge-mu road      | 502,23          | 631,57                | 0,80               |
| ri-bu road      | 697,58          | 506,14                | 1,38               |
| ri-be road      | 663,40          | 520,17                | 1,28               |
| ri-pra road     | 1109,46         | 842,39                | 1,32               |
| ri-mu road      | 710,61          | 515,58                | 1,38               |
| ko-bu road      | 759,45          | 567,48                | 1,34               |
| ko-be road      | 663,40          | 488,89                | 1,36               |
| ko-pra road     | 1071,20         | 811,11                | 1,32               |
| ko-mu road      | 699,21          | 506,13                | 1,38               |
| tri-bu road     | 759,45          | 555,72                | 1,37               |
| tri-be road     | 663,40          | 477,13                | 1,39               |
| tri-pra road    | 1071,20         | 799,36                | 1,34               |
| tri-mu road     | 699,21          | 494,38                | 1,41               |
| rot-bu road     | 1923,44         | 1409,23               | 1,66               |
| rot-be road     | 1619,83         | 1160,60               | 1,40               |
| rot-pra road    | 1067,13         | 906,83                | 1,18               |

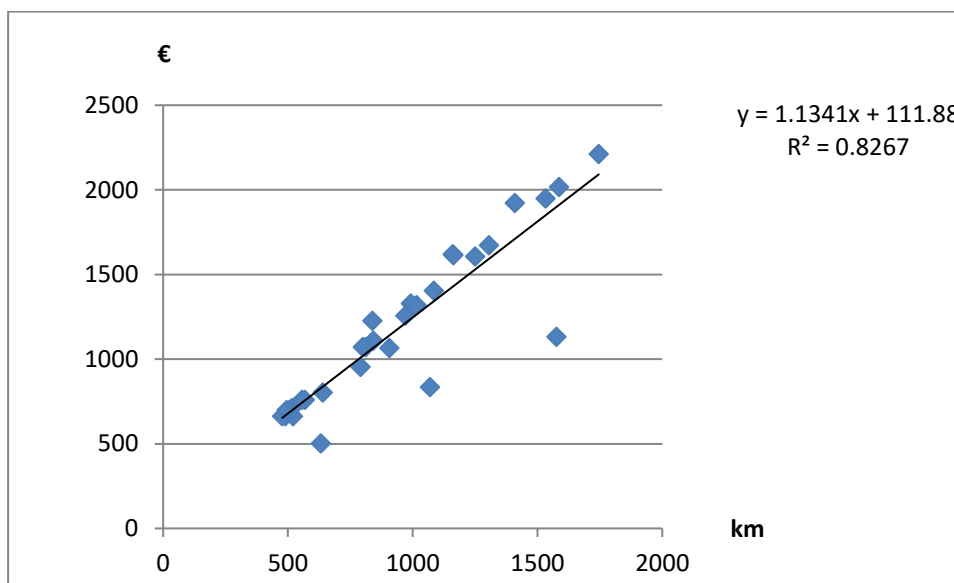
|              |         |         |      |
|--------------|---------|---------|------|
| rot-mu road  | 1226,67 | 838,00  | 1,46 |
| ham-bu road  | 1614,13 | 1162,50 | 1,39 |
| ham-be road  | 1257,60 | 970,30  | 1,30 |
| ham-pra road | 802,59  | 639,69  | 1,25 |
| ham-mu road  | 954,80  | 790,68  | 1,21 |

\* Kamion, Tip vozila: Klasa 40t, Emisijski standard: EuroV, faktor opterećenja -LF: 95,77%, faktor praznog hod-ETF: 20%  
 \*\* SeaRates, 2018

Izvor: izradio doktorand

Jedinični troškovi cestovnog prijevoza pretežno su ujednačeni osim promotivnih tarifa u ograničenom vremenu. Vrijeme cestovnog prijevoza na svim prometnim pravcima kreće se unutar 24 sata (SeaRates, 2018).

Na Grafikonu 8. prikazana je analiza zavisnosti troškova simuliranog, cestovnog prijevoza o udaljenosti na ciljanim prometnim pravcima metodom linearne regresije (Grafikon 15.).



**Grafikon 15.** Analiza zavisnosti troškova simuliranog, cestovnog prijevoza o udaljenosti na prometnim pravcima metodom linearne regresije

Izvor: izradio doktorand

Rezultat analize upućuje na čvrstu vezu, odnosno izraženu zavisnost troškova cestovnog prijevoza o udaljenosti na simuliranom modelu cestovnog prijevoza.

F-testom analizirane su varijance u skupinama podataka o udaljenosti koje su korištene u kalkulaciji eksternih troškova na ispitivanim prometnim pravcima u željezničkom

i u simuliranom cestovnom prijevozu. Utvrđena je statistički značajna razlika pa je u t-testu korištena opcija nejednakih varijanci. Zatim je t-testom ispitana statistička značajnost razlika korištenih udaljenosti na istim prometnim pravicima u željezničkom i simuliranom cestovnom prijevozu. Nije utvrđena statistički značajna razlika na razini značajnosti od 5 % pa su vrijednosti eksternih troškova u željezničkom i cestovnom prijevozu na ispitivanim pravicima komparabilni.

$$F_0 = 0,9427$$

$$F = 0,5488$$

$$T_0 = -0,3526$$

$$T = 1,9989$$

$$P = 0,7253$$

(7)

F-TEST, TTEST, MS Excel, 2007

Ukupni eksterni troškovi u simulaciji intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na analiziranim prometnim pravicima prikazani su u Tablici 57.

**Tablica 57.** Ukupni eksterni troškovi simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravicima (ET uk SIM PC)

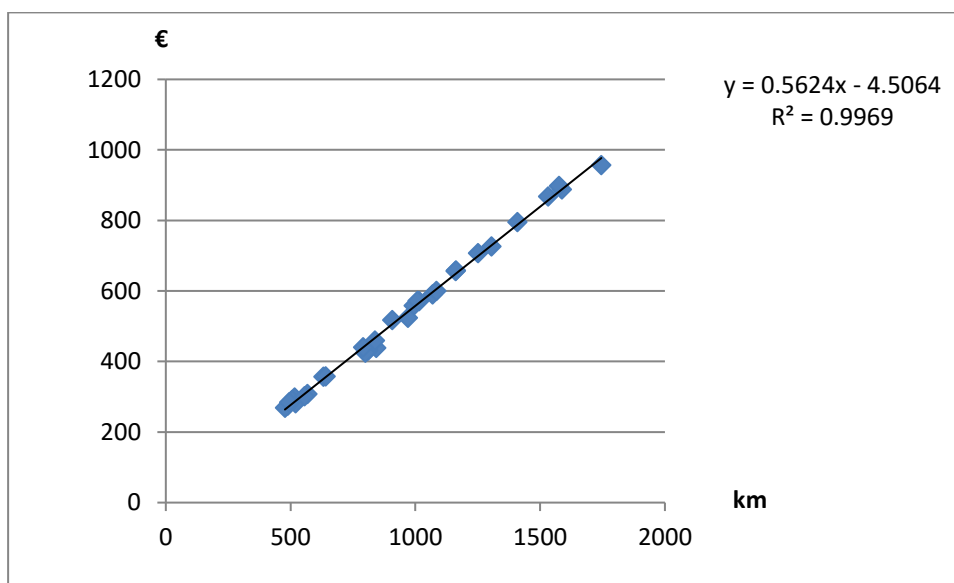
| Prometni pravac | PET    | CET    | IMČET | ET uk SIM PC |
|-----------------|--------|--------|-------|--------------|
| she-co-bu       | 311,90 | 589,93 | 8,66  | 910,49       |
| she-co-be       | 311,90 | 726,12 | 8,66  | 1046,68      |
| she-co-pra      | 311,90 | 887,47 | 8,66  | 1208,03      |
| she-co-mu       | 311,90 | 957,25 | 8,66  | 1277,81      |
| she-so-bu       | 298,57 | 570,65 | 8,66  | 877,88       |
| she-so-be       | 298,57 | 706,84 | 8,66  | 1014,07      |
| she-so-pra      | 298,57 | 868,19 | 8,66  | 1175,42      |
| she-so-mu       | 298,57 | 898,06 | 8,66  | 1205,29      |
| she-ge-bu       | 329,75 | 600,05 | 8,66  | 938,46       |
| she-ge-be       | 329,75 | 558,44 | 8,66  | 896,85       |
| she-ge-pra      | 329,75 | 571,93 | 8,66  | 910,34       |
| she-ge-mu       | 329,75 | 357,18 | 8,66  | 695,59       |
| she-ri-bu       | 321,81 | 289,01 | 8,66  | 619,48       |
| she-ri-be       | 321,81 | 281,88 | 8,66  | 612,35       |
| she-ri-pra      | 321,81 | 438,47 | 8,66  | 768,94       |
| she-ri-mu       | 321,81 | 297,55 | 8,66  | 628,02       |
| she-ko-bu       | 323,81 | 307,83 | 8,66  | 640,30       |

|             |        |        |      |         |
|-------------|--------|--------|------|---------|
| she-ko-be   | 323,81 | 274,73 | 8,66 | 607,20  |
| she-ko-pra  | 323,81 | 431,32 | 8,66 | 763,79  |
| she-ko-mu   | 323,81 | 290,40 | 8,66 | 622,87  |
| she-tri-bu  | 323,97 | 301,79 | 8,66 | 634,42  |
| she-tri-be  | 323,97 | 268,69 | 8,66 | 601,32  |
| she-tri-pra | 323,97 | 425,28 | 8,66 | 757,91  |
| she-tri-mu  | 323,97 | 284,36 | 8,66 | 616,99  |
| she-rot-bu  | 411,98 | 795,69 | 8,66 | 1216,33 |
| she-rot-be  | 411,98 | 656,38 | 8,66 | 1077,02 |
| she-rot-pra | 411,98 | 517,31 | 8,66 | 937,95  |
| she-rot-mu  | 411,98 | 459,20 | 8,66 | 879,84  |
| she-ham-bu  | 419,49 | 657,97 | 8,66 | 1086,12 |
| she-ham-be  | 419,49 | 523,82 | 8,66 | 951,97  |
| she-ham-pra | 419,49 | 357,54 | 8,66 | 785,69  |
| she-ham-mu  | 419,49 | 439,94 | 8,66 | 868,09  |

Izvor: izradio doktorand

Eksterni troškovi u cestovnom veći su nego u željezničkom prijevozu za 12 – 30 puta. Raspon najnižih i najviših eksternih troškova prema istoj destinaciji raste do reda veličine od 400 €.

Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenostima u cestovnom segmentu simuliranog, intermodalnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima metodom linearne regresije prikazana je na Grafikonu 16.



**Grafikon 16.** Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u cestovnom segmentu simuliranog, pomorsko-cestovnog prijevoza metodom linearne regresije

Izvor: izradio doktorand

Koeficijent determinacije upućuje na potpunu vezu zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u cestovnom segmentu simuliranog, pomorsko-cestovnog prijevoza.

Učešće CO<sub>2</sub> (GHG) u ukupnim eksternim troškovima simuliranog, cestovnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima iznosi oko 10,5 % (EcoTransIT, 2016) pa kod simulacije povećanja jedinične cijene tone CO<sub>2</sub> na 251 € dolazi do povećanja eksternih troškova u cestovnom prometu za 16 %.

### 6.2.5. Analiza simulacija troškova na prometnom pravcu prema Budimpešti

Eksterni troškovi u simulaciji intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza kao i potencijalno povećanje jedinične vrijednosti tone CO<sub>2</sub> (251 €/t) na prometnom pravcu prema Budimpešti prikazani su u Tablici 58.

**Tablica 58.** Eksterni troškovi simuliranog, pomorsko-cestovnog prijevoza i simulirane revalorizirane jedinične vrijednosti CO<sub>2</sub> na prometnom pravcu prema Budimpešti (ET uk SIM PC+)

| IMČ       | PET    | CET    | IMČET | ET uk SIM PC | CET+ 16 % | ET uk* SIM PC+ |
|-----------|--------|--------|-------|--------------|-----------|----------------|
| Constanta | 311,9  | 589,93 | 8,66  | 910,49       | 684,32    | 1249,46        |
| Solun     | 298,57 | 570,65 | 8,66  | 877,88       | 661,95    | 1203,5         |
| Rijeka    | 321,81 | 289,01 | 8,66  | 619,48       | 335,25    | 917,93         |
| Koper     | 323,81 | 307,83 | 8,66  | 640,3        | 357,08    | 943,3          |
| Trst      | 323,97 | 301,79 | 8,66  | 634,42       | 350,08    | 936,59         |
| Genoa     | 329,75 | 600,05 | 8,66  | 938,46       | 696,06    | 1292,8         |
| Rotterdam | 411,98 | 795,69 | 8,66  | 1216,33      | 923       | 1665,29        |
| Hamburg   | 419,49 | 657,97 | 8,66  | 1086,12      | 763,25    | 1518,83        |

\*(ET uk SIM PC+) = (PET+ 77 %) + (CET+ 16 %) + (IMČET+ 51 %)

Izvor: izradio doktorand

Učešće eksternih troškova cestovnog prijevoza (CET) u ukupnim eksternim troškovima simuliranog, pomorsko-cestovnog prijevoza (ET uk SIM PC) na prometnim pravcima prema Budimpešti prikazano je u Tablici 59.

**Tablica 59.** Udio eksternih troškova cestovnog prijevoza u ukupnim eksternim troškovima na simuliranom prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – Budimpešta (HUN)

| IMČ       | ET uk SIM PC | CET    | %     |
|-----------|--------------|--------|-------|
| Constanta | 910,49       | 589,93 | 64,79 |
| Solun     | 877,88       | 570,65 | 65    |
| Rijeka    | 619,48       | 289,01 | 46,65 |
| Koper     | 640,3        | 307,83 | 48,08 |
| Trst      | 634,42       | 301,79 | 47,57 |
| Genoa     | 938,46       | 600,05 | 63,94 |
| Rotterdam | 1216,33      | 795,69 | 65,42 |
| Hamburg   | 1086,12      | 657,97 | 60,58 |

Izvor: izradio doktorand

Troškovi prijevoza (TP uk SIM PC) i ukupni troškovi u simulacijama intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza (TP+ET SIM PC, TP+ET SIM PC+) prema Budimpešti prikazani su u Tablici 60.

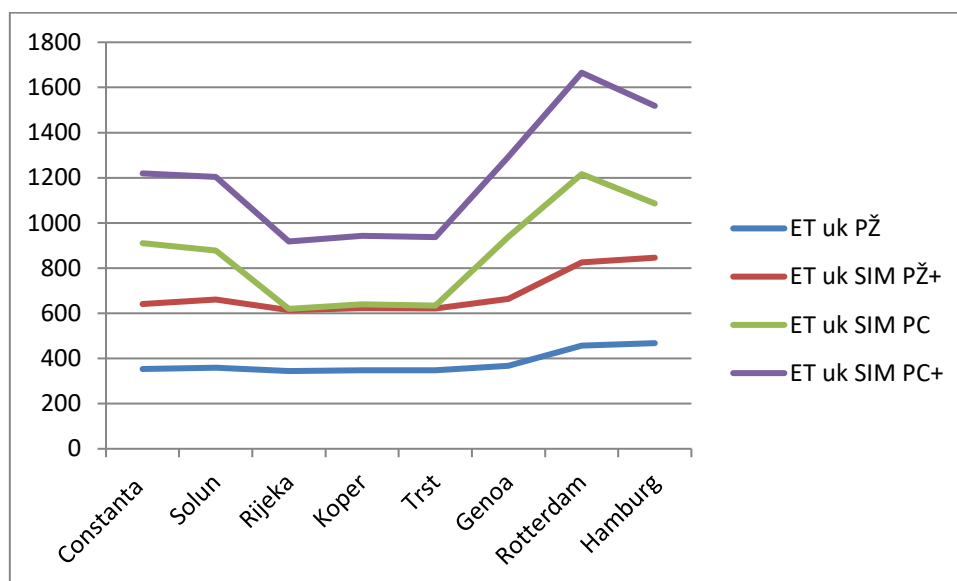
**Tablica 60.** Troškovi prijevoza i ukupni troškovi u simulacijama intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na prometnim pravcima prema Budimpešti

| IMČ       | TPP     | TP SIM C | TIMČ | TP uk SIM PC | TP+ET SIM PC | TP+ET SIM PC+ |
|-----------|---------|----------|------|--------------|--------------|---------------|
| Constanta | 1464,45 | 835,15   | 90   | 2389,6       | 3300,09      | 3639,06       |
| Solun     | 1756    | 1320,28  | 125  | 3201,28      | 4079,16      | 4404,78       |
| Rijeka    | 1788,81 | 697,58   | 110  | 2596,39      | 3215,87      | 3514,32       |
| Koper     | 1772,4  | 759,45   | 150  | 2681,85      | 3322,15      | 3625,15       |
| Trst      | 1772,4  | 759,45   | 150  | 2681,85      | 3316,27      | 3618,44       |
| Genoa     | 1165,05 | 1404,93  | 155  | 2724,98      | 3663,44      | 4017,78       |
| Rotterdam | 1378,26 | 1923,24  | 207  | 3508,5       | 4724,83      | 5173,79       |
| Hamburg   | 1391,65 | 1614,13  | 230  | 3235,78      | 4321,9       | 4754,61       |

Izvor: izradio doktorand

Rasponi razlika najviših i najnižih vrijednosti eksternih troškova u analiziranom intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu (ET uk PŽ) i simulacijama (ET uk PŽ+,

ET uk PC, ET uk PC+) na prometnim pravcima prema Budimpešti prikazani su na Grafikonu 17.



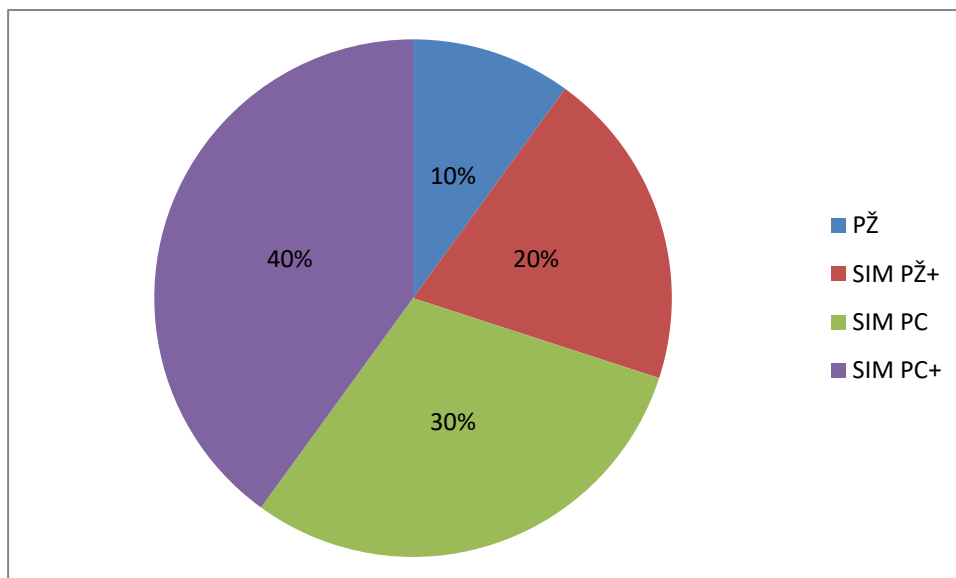
**Grafikon 17.** Rasponi razlika najnižih i najviših eksternih troškova u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu i simulacijama na prometnim pravcima prema Budimpešti

Izvor: izradio doktorand

Iz prethodnog grafikona može se uočiti rast razlike između najnižih i najviših eksternih troškova pa je u simuliranom, intermodalnom, pomorsko-cestovnom prijevozu (zelena krivulja) reda veličine 600 €, a u simulaciji s revaloriziranom jediničnom cijenom tone CO<sub>2</sub> (ljubičasta krivulja) reda veličine 700 €. U intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu (plava krivulja) razlike su reda veličine 100 €, a u uvjetima simulirane, revalorizirane jedinične cijene CO<sub>2</sub> (crvena krivulja) reda veličine 200 €.

Udio eksternih troškova (ET uk) u troškovima prijevoza (TP uk) u simuliranom, intermodalnom, pomorsko-cestovnom prijevozu raste na oko 30 % (SIM PC), a u varijanti potencijalno revalorizirane jedinične vrijednosti CO<sub>2</sub> na oko 40 % (SIM PC+) (Grafikon 18.).

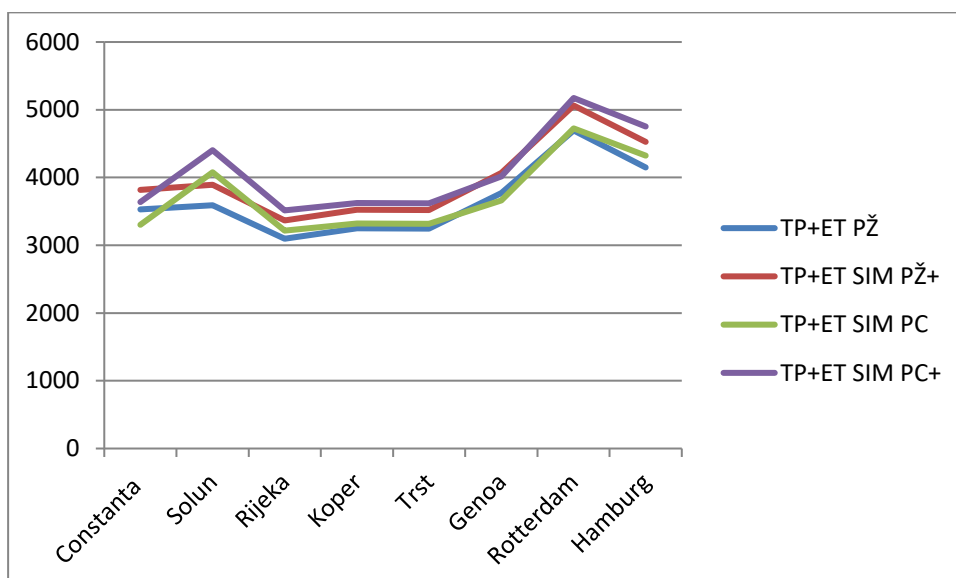




**Grafikon 18.** Udio eksternih troškova u troškovima prijevoza u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu (PŽ) i simulacijama na prometnim pravicima prema Budimpešti (okvirno)

Izvor: izradio doktorand

Ukupni troškovi prijevoza u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu (TP+ET PŽ) i u simulacijama (TP+ET PŽ+, TP+ET PC, TP+ET PC+) na prometnim pravicima prema Budimpešti prikazani su na Grafikonu 19.



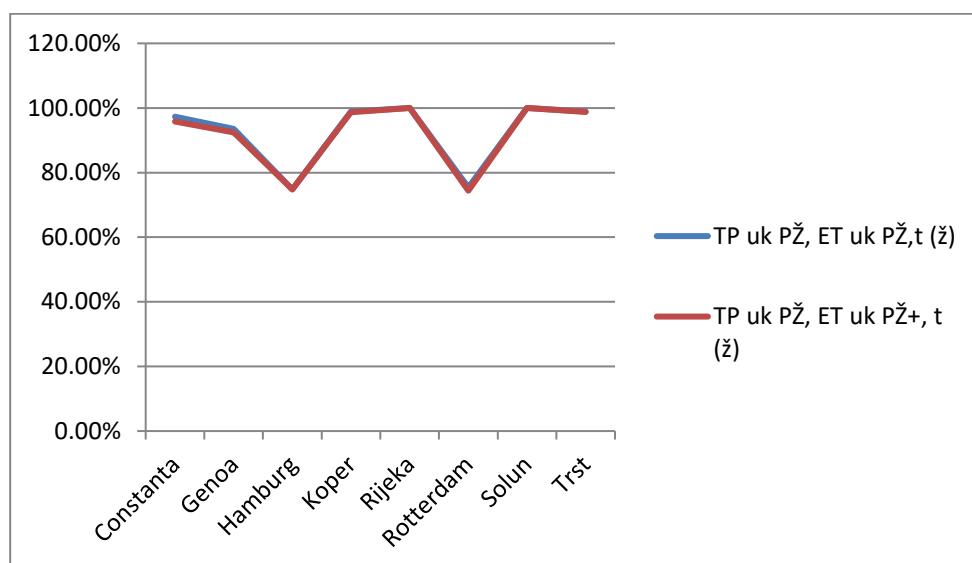
**Grafikon 19.** Ukupni troškovi prijevoza u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu i simulacijama na prometnim pravicima prema Budimpešti

Izvor: izradio doktorand

Iz prethodnog grafikona može se uočiti da se krivulje ukupnih troškova intermodalnog, pomorsko-željezničkog i simuliranog, pomorsko-cestovnog prijevoza preklapaju (zeleni i plavi te crveni i ljubičasti) bez obzira na jediničnu cijenu CO<sub>2</sub>.

Analizom omeđivanja podataka, Kombinacijom 3, uspoređena je efikasnost na prometnom pravcu prema Budimpešti s rezultatima efikasnosti u simuliranim varijantama.

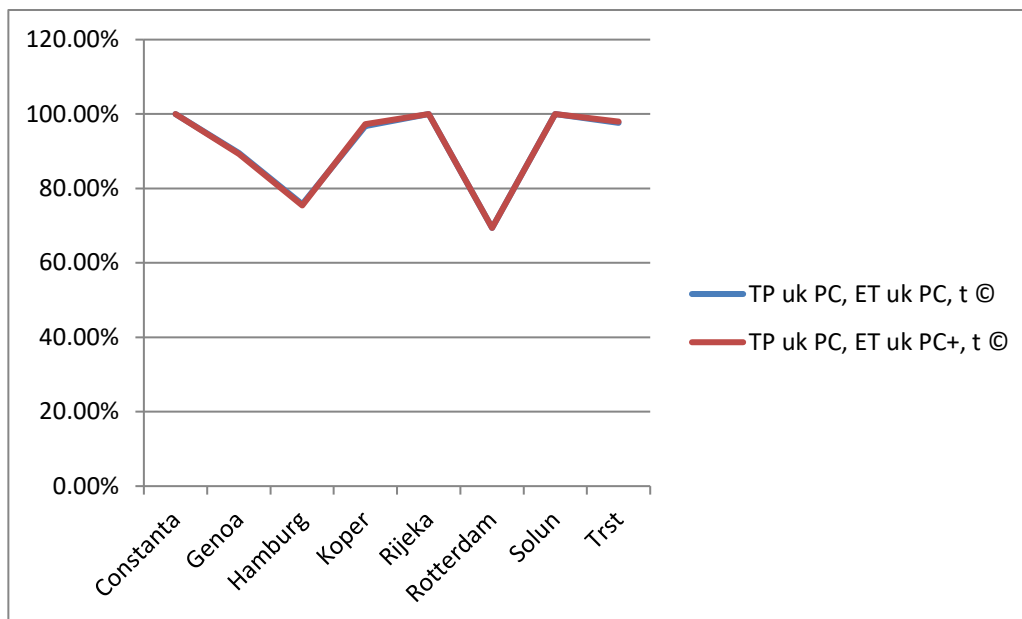
Rezultati efikasnosti intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza (PŽ) i simulacije s povećanjem jedinične cijene CO<sub>2</sub> (PŽ+) prikazani su na Grafikonu 20.



**Grafikon 20.** AOMP intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza i simulacije s povećanjem jedinične cijene CO<sub>2</sub> na prometnim pravcima prema Budimpešti

Izvor: izradio doktorand

Rezultati efikasnosti u simuliranom, intermodalnom, pomorsko-cestovnom prijevozu (PC) i simulacije s povećanjem jedinične cijene CO<sub>2</sub> (PC+) prikazani su na Grafikonu 21.

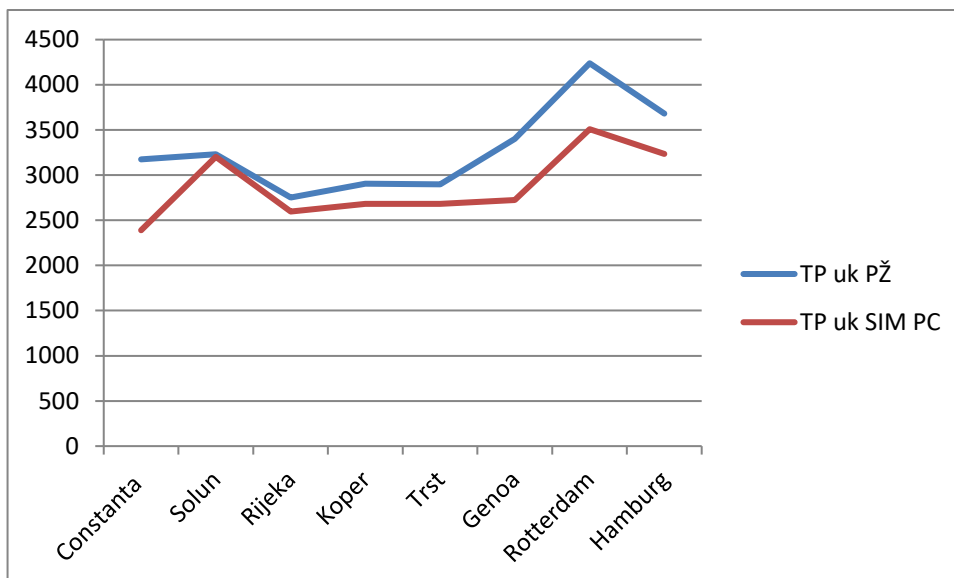


**Grafikon 21.** AOMP simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza bez i s povećanjem jedinične cijene CO<sub>2</sub> na prometnim pravcima prema Budimpešti

Izvor: izradio doktorand

Rezultati AOMP prikazani na prethodna 2 grafikona upućuju na identičnu efikasnost što je u skladu s proporcionalnim izmjenama varijable jedinične cijene CO<sub>2</sub> u simulacijama.

Atraktivnost cestovnog prijevoza je u dostupnosti svake destinacije nevezano za željezničku prugu. Cestovni prijevoz je konkurentan i u troškovnom smislu. Komparacija troškova intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza i simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na prometnim pravcima prema Budimpešti prikazana je na Grafikonu 22.



**Grafikon 22.** Komparacija troškova prijevoza intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza i simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na prometnim pravcima prema Budimpešti

Izvor: izradio doktorand

Rezultati iz prethodnog grafikona upućuju na niže troškove prijevoza u simuliranom, pomorsko-cestovnom prijevozu za 30 – 800 € ovisno o prometnom pravcu.

### 6.3. Komparativna analiza varijantnih rješenja s internaliziranim eksternim troškovima i bez njih

Temeljem provedenog istraživanja, duljina puta na ispitivanim prometnim pravcima nametnula se kao važna varijabla u analizi troškova prijevoza i eksternih troškova statističkim i ekonomskim metodama. S obzirom na to da se u primjeni različitih računalnih programa nije utvrdila statistički značajna razlika u duljini puta s kojima je računalni program kalkulirao, nije bila potrebna korekcija ni u jednoj grupi podataka pa se vrijednosti duljine puta mogu smatrati izvornim i vjerodostojnim. Sve ostale vrijednosti izvedenice su obrade podataka korištenih računalnih programa od kojih vrijednosti troškova prijevoza predstavljaju realne vrijednosti na tržištu prometnih usluga, a vrijednosti emisija i njihova valorizacija rezultat su znanstvenih istraživanja uglednih europskih institucija iz područja prometnih znanosti.

U odnosu na uvriježeni i poznati termin internih troškova, u ovom se istraživanju kao praktičniji pojam koristi termin troškova prijevoza. Pritom treba naglasiti da u troškove

prijevoza ulaze samo oni troškovi koji su u okviru prometne usluge vezani za određeni prometni pravac pri čemu, istodobno, ista prometna usluga rezultira i eksternim troškovima.

Nema statistički značajne razlike u troškovima prijevoza bez internaliziranih eksternih troškova i s njima na ispitivanim prometnim pravcima. Jednosmjerni t-test u tom kontekstu pokazuje statistički značajnu razliku na pravcima prema Beču i Pragu što u konačnici znači da razlike nisu statistički značajne, ali su na ovim pravcima granične. Razlog ovakvom rezultatu leži u činjenici da eksterni troškovi, internalizirani prema aktualnim jediničnim vrijednostima i bez razrade sustava internalizacije, čine okvirno 10 % troškova prijevoza, a razlike najnižih i najviših vrijednosti eksternih troškova na istim prometnim pravcima okvirno iznose 100 €/TEU. Navedene činjenice nisu motivirajući čimbenik niti obećavaju pozitivne učinke mjera politike održivog razvitka transportne djelatnosti.

Prema podacima uprave Sueskog kanala 25 % ukupnog kontejnerskog prometa u 2017. godini odvijalo se na pravcima u luke/iz luka sjeverne i zapadne Europe u intenzitetu 13 – 15 mil. TEU (Suez canal, 2017). Kad bi samo 10 % toga intenziteta robnog toka koje je namijenjeno europskom tržištu pristalo u luke Mediterana, (prema današnjim jediničnim vrijednostima zagađivača), došlo bi do uštede od 130 do 150 mil. € eksternih troškova na godišnjoj razini. U toj vrijednosti bi manja bila i šteta za okoliš i zdravlje ljudi. Radi se dakle o paradoksu u kojem se s jedne strane radi o ogromnim razmjerima zagađenja okoliša, a s druge je strane ista vrijednost, podijeljena na pojedinačne teretne jedinice (TEU), niska i ne iziskuje potrebu promjene smjera i intenziteta robnog toka u funkciji smanjenja zagađenja okoliša.

Analizom eksternih troškova intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza na analiziranim prometnim pravcima utvrđeno je da unutar njih najmanje 85 %, a najčešće više od 90 %, čine troškovi pomorskog segmenta prijevoza. Skraćenje pomorskog segmenta intermodalnog prijevoza trebalo bi biti strateška mjera u cilju smanjenja eksternih troškova i provođenja politike održivosti u prometu.

Analizom strukture utroška energije u pomorskom prijevozu utvrđena je pretežno TTW struktura, dakle, ukupna emisija potječe pretežno od samog prijevoznog sredstva odnosno broda. Emisija u okviru TTW utroška energije participira s toliko visokim udjelom da nema statističke značajnosti razlika u eksternim troškovima emisija, klimatskih promjena i *up and down streaminig* procesa te eksternih troškova utrošenog brodskog goriva (HFO) u pomorskom prijevozu na ispitivanim pravcima. Ovaj rezultat ne govori samo o dobroj usklađenosti jediničnih vrijednosti zagađivača iz priručnika korištenih u kalkulaciji, niti samo o točnom izračunu unutar ovog istraživanja, već obilježava pomorski prijevoz stigmom

ozbiljnog zagađivača i ruši predrasude o pomorskom prometu kao ekološki prihvatljivom prometnom modalitetu.

Ako se izračuna jedinični eksterni trošak po km na ispitivanim prometnim pravcima dobiju se vrijednosti od 2 €/km/TEU u pomorskom prijevozu do 3 €/km/TEU u željezničkom prijevozu s napomenom da na nekim prometnim pravcima, osobito preko Rotterdama i Hamburga, nema razlika vrijednosti u pomorskom i željezničkom prijevozu. Treba naglasiti da je kapacitet pomorskog prijevoza u jednom putovanju onaj koji obara jediničnu vrijednost eksternog troška (Vukić i sur., 2018) i što je veći kapacitet broda, jedinični eksterni trošak je manji. Kada bi kapacitet kontejnerskog broda bio 100 TEU kao što je kapacitet željeznice, jedinični eksterni trošak željeznice na električni pogon bio bi znatno manji. To dokazuje i analiza strukture utrošene energije željeznice na električni pogon na ispitivanim prometnim pravcima koja pokazuje pretežno WTT strukturu što znači da emisija željeznice na električni pogon pretežno potječe iz emisija u procesu proizvodnje električne struje, a ne iz samog prijevoznog sredstva. Iz toga proizlazi i nemogućnost komparacije eksternih troškova emisija u željezničkom prometu i eksternih troškova utrošenog goriva (električne struje) budući da se ovo istraživanje ne bavi vrstama i tehnologijom proizvodnje električne energije i metodologijom izračuna eksternih troškova u tom sektoru.

Zaključno, iz provedenog istraživanja proizlazi da je jedinični eksterni trošak tereta po jedinici prijeđenog puta podjednak u pomorskom i željezničkom prijevozu, a da je u isto vrijeme željeznica na električni pogon kao prijevozno sredstvo ekološki prihvatljivija, osobito onda kad se električna struja ne proizvodi iz fosilnih goriva.

Ponašanje eksternih troškova u zavisnosti od duljine puta, ispitana metodom linearne regresije, upućuje na gotovo potpunu zavisnost eksternih troškova i duljine puta u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu. Pri tome je ona potpuna, funkcionalna (maksimalna) u pomorskom prijevozu, dok je u željezničkom prijevozu navedena zavisnost čvrsta, ali nije potpuna zbog prethodno opisane strukture utroška energije (WTT) i izvora eksternih troškova koji pretežno ne ovise o duljini prijeđenog puta. Navedeni zaključak čini pomorski prijevoz najvažnijim indikatorom eksternih troškova intermodalnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima. Ujedno potvrđuje da je duljina puta u pomorskom prijevozu upravo proporcionalna s veličinom eksternih troškova. Ovo je dokaz i smjernica da je najkraći put prijevoza u pomorskom prometu uvjet i garancija najnižih eksternih troškova.

Ponašanje troškova prijevoza u zavisnosti od duljine puta, ispitano metodom linearne regresije, pokazuje čvrstu vezu zavisnosti samo u željezničkom segmentu intermodalnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima. Ovakav rezultat mogao se i predvidjeti s

obzirom na to da se tarifa u željezničkom prijevozu određuje jediničnom cijenom (po jedinici udaljenosti, npr. €/km) pa odstupanja bilježimo samo u slučajevima promotivnih cijena. U pomorskom prijevozu prijevozne tarife određuju se prema destinaciji i mogu, ali ne moraju zavisiti od udaljenosti. Iz priloženih tablica lako se može uočiti da su troškovi prijevoza na dionici Shenzhen – Rotterdam (*she-rot*) okvirno za 400 \$/TEU manji u odnosu na dionicu Shenzhen – Rijeka (*she-ri*) iako je potonja kraća za 4000 km. Testom korelacije utvrđeno je da ne postoji korelacija troškova prijevoza i duljine puta u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu te da je korelacija između troškova prijevoza i duljine puta u pomorskom prijevozu na ispitivanim prometnim pravcima slaba i negativna. To govori u prilog prije iznesenoj činjenici da su troškovi prijevoza na nekim dužim dionicama niži nego na nekim kraćim dionicama. Uzrok leži u sasvim drugačijem načinu ugovaranja prometne usluge koji uvelike ovisi o konsolidiranim robnim tokovima, ekonomskoj snazi destinacije, države i regije i utjecaju ugovaratelja na međunarodne društveno-ekonomske odnose. Navedena, bitno niža vrijednost troškova prijevoza prema Rotterdamu (25 %), unatoč bitno duljem putu prijevoza (oko 20 %, bez skretanja u Jadransko more), govori o tome koliko prostora ima u visinama troškova prijevoza, tj. mogućnosti da se unatoč duljem putu pomorskog prijevoza plate dodatni troškovi (gorivo, radna snaga) i još uvijek zadrži konkurentnost na tržištu. To ujedno govori i o potencijalnoj mogućnosti plaćanja eksternih troškova u slučaju obveze njihove internalizacije. S obzirom na to da razlika eksternih troškova na gore spomenutim dionicama iznosi okvirno 100 €/TEU na štetu pravca prema Rotterdamu, podizanjem troškova prijevoza za ovaj iznos prometni pravac prema Rotterdamu i dalje ostaje bitno konkurentniji u odnosu na prometni pravac prema Rijeci (još uvijek 18 % niži troškovi prijevoza prema Rotterdamu). U takvim okolnostima ne postoji mogućnost narušavanja konsolidiranog robnog toka (prema luci Rotterdam) i formiranja potencijalno novih robnih tokova u drugom smjeru (prema luci Rijeka).

Vrijeme prijevoza je varijabla u funkciji duljine puta prijevoza te neizravno ukazuje na visinu eksternih troškova. Predstavlja istodobno i kvalitativni čimbenik formiranja robnog toka koji se lako mjeri. Što je vrijeme prijevoza kraće, eksterni troškovi su niži, a prometna usluga kvalitetnija. U intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu vrijeme prijevoza najviše ovisi o duljini pomorskog segmenta. Što je pomorski segment kraći, i vrijeme prijevoza je kraće. Zbog malih brzina u pomorskom prometu, razlike su po prometnim pravcima značajne. Na analiziranim prometnim pravcima najkraće vrijeme prijevoza bilježi se preko luke Solun kao intermodalnog čvorišta što istovremeno predstavlja i najkraći pomorski segment intermodalnog prijevoza u istraživanju. Razlike između najkraćeg i najduljeg

vremena prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima, prema istim srednjoeuropskim destinacijama, iznosi 7 dana. Ovaj podatak ne samo da naočigled ukazuje na bitne razlike u visinama eksternih troškova na prometnim pravcima prema istoj destinaciji, nego i na bitne razlike u kvaliteti pružene prometne usluge u vremenskoj komponenti prijevoza. U kontekstu formiranja robnih tokova, vremenska komponenta, očito kvalitativno nepovoljna za sjevernoeuropske luke, govori o snazi konsolidiranih robnih tokova prema zapadnoj i sjevernoj Europi koje ne može narušiti ni tako očita i bitna vremenska razlika u isporuci prometne usluge, djelatnosti u kojoj vremenska i financijska komponenta imaju gotovo esencijalno značenje.

Rezultat AOMP-a, koji već u Kombinaciji 1 i 2 rangira prometne pravce prema efikasnosti onako kako bi se to očekivalo tek nakon uvrštenja eksternih troškova kao posebne varijable, nije iznenađenje. Već je *a priori* jasno da prometni pravac koji prema istoj destinaciji vodi dužim putem ne može biti efikasan unatoč niskim troškovima prijevoza. Duži put reprezentira zapravo vrijeme prijevoza te troškovi prijevoza ne mogu proporcionalno biti toliko niži koliko je vrijeme prijevoza duže. Kombinacija 3 je najpogodnija za analizu jer se u ulaznim vrijednostima nalazi po jedan predstavnik kvantitativnog, kvalitativnog i ekološkog čimbenika formiranja robnih tokova. Pri tome je zadovoljen uvjet da je broj ispitivanih DO-a nekoliko puta veći od zbroja ispitivanih varijabli pa se rezultati mogu smatrati vjerodostojnim. Analiza 4 parcijalna parametra *inputa* u Kombinacijama 5-8 mogu se primiti na znanje, ali se strogo uzevši ne mogu sa sigurnošću smatrati vjerodostojnim jer ne zadovoljavaju isti uvjet.

Posebno se važnim smatraju rezultati o mogućnostima poboljšanja efikasnosti na prometnim pravcima koji se nisu pokazali efikasnim. Mogućnosti poboljšanja izražavaju se u postocima po stavkama ulaznih varijabli s predznakom +/- koji označavaju koliko pojedinu stavku *inputa* treba povisiti ili sniziti da bi taj prometni pravac postao efikasan. Analizom ovih stavki može se uočiti da se stavke troškova prijevoza s jedne te eksternih troškova i vremena prijevoza s druge strane ponašaju u potpunosti neovisno jednih od drugih. Naprotiv, stavke eksternih troškova i vremena prijevoza međusobno su zavisne te rastu ili padaju zajedno. Iako su postoci o mogućnostima poboljšanja u stavkama troškova prijevoza važni, za ovo istraživanje nemaju velik značaj jer su tržišno ovisni i samo o konstelacijama na tržištu prometnih usluga ovisi njihova veličina. Eksterni troškovi za sada ovise o propisima te njihova visina, osim što je ovdje izražena kao mogućnost poboljšanja u postocima, ovisi i o načinu i stupnju internalizacije eksternih troškova ili, općenito, o namjeri i odlučnosti da se zacrtana politika provede.



Analizom omeđivanja podataka u okviru postavljenog modela istraživanja na prometnim pravcima prema Budimpešti utvrđeni su optimalni prometni pravci preko Rijeke i Soluna, a isključivanjem vremenske komponente prometni pravac preko Rijeke ostaje jedini efikasan. Analizirajući posebno Kombinaciju 3 može se uočiti i 99 % efikasnosti ostalih sjevernojadranskih luka kao i neefikasnost sjevernoeuropskih luka. Temeljem postavljenog modela uočljivo je (Tablica 45.) da se na prometnim pravcima preko Rotterdama i Hamburga moraju izvršiti poboljšanja sve tri stavke *inputa* (TP, ET, t) u visokom postotku da bi se postigla optimalna efikasnost. Troškove prijevoza određuje tržište (potrebno je smanjiti troškove prijevoza za 35,1 % na pravcu preko Rotterdama i 25,2 % preko Hamburga), a vrijeme prijevoza može se smanjiti samo promjenom prometnog pravca. To bi optimalno značilo smanjenje eksternih troškova od 24,6 % u odnosu na prometni pravac preko Rotterdama, a 26,4 % u odnosu na prometni pravac preko Hamburga. Valorizacijom ovih postotaka dobiju se vrijednosti od 112,32 €/TEU za pravac preko Rotterdama i 123,47 €/TEU za pravac preko Hamburga. To su iznosi koji se korisniku isplate platiti i ne mijenjati smjer konsolidiranog robnog toka osim u slučaju povećanja eksternih troškova čija bi značajno viša vrijednost trebala motivirati korisnika (DO) da promijeni prometni pravac.

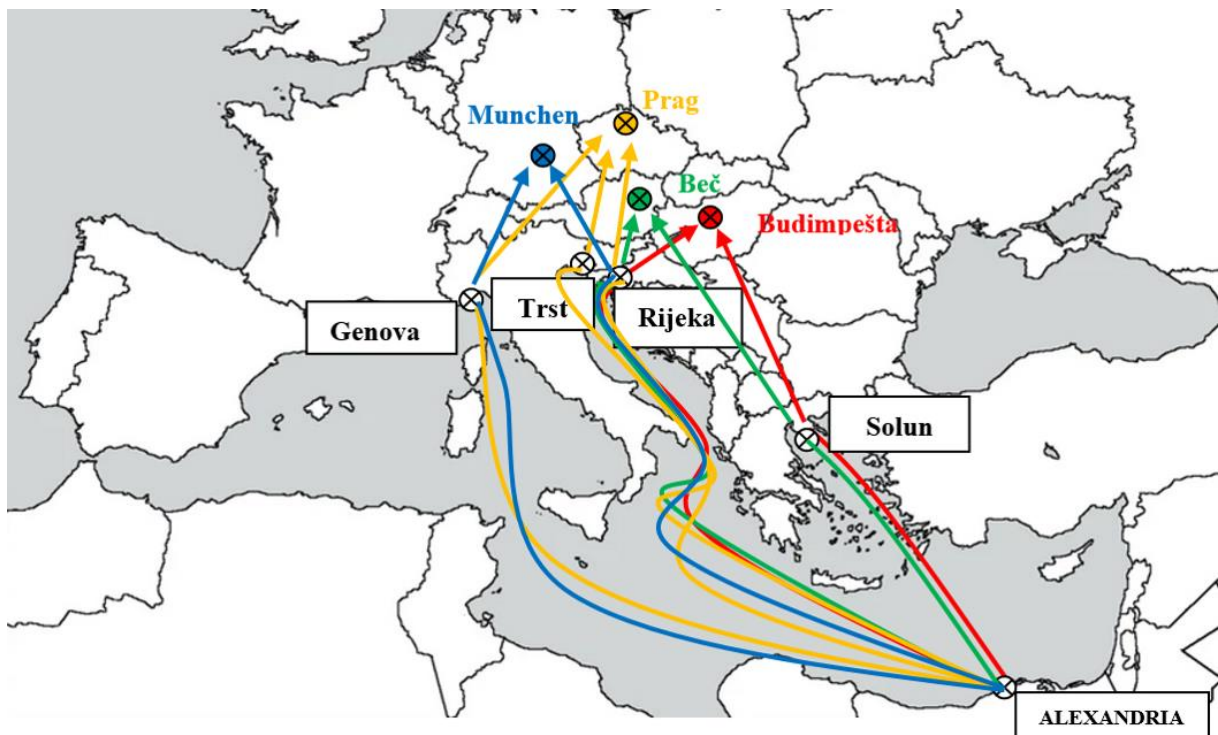
Vrlo slični rezultati prikazuju se na prometnim pravcima prema Beču gdje model kao optimalne definira prometne pravce preko Rijeke i Soluna, a ostale sjevernojadranske luke efikasne su za više od 99 %. Uklanjanjem vremenske komponente u Kombinaciji 4 prometni pravac preko Rijeke opet ostaje jedini optimalan pravac dok se prometni pravci preko Rotterdama i Hamburga u svim kombinacijama pokazuju neefikasnim. Analizirajući mogućnosti poboljšanja efikasnosti (Tablica 47.) može se uočiti kako u troškovima prijevoza prometni pravac preko Hamburga stoji bolje nego svi ostali prometni pravci izuzev sjevernojadranskih prometnih pravaca (za razliku od pravca preko Rotterdama na kojem je potrebno smanjiti troškove prijevoza za 24,9 %). U stavci eksternih troškova rezultati su slični kao na prometnim pravcima prema Budimpešti. Na prometnim pravcima preko Rotterdama i Hamburga treba smanjiti eksterne troškove za 24,6 % odnosno 26,5 % da bi bili efikasni. To u naravi znači 111 €/TEU za pravac preko Rotterdama i 122,72 €/TEU preko Hamburga.

Na prometnim pravcima prema Pragu definirani model upućuje na dionice preko Genoe, Trsta i Rijeke kao optimalne, a uklanjanjem vremenske komponente optimalni ostaju pravci preko Genoe i Rijeke. Prometni pravci preko Kopra i Trsta efikasni su 99 – 100 % kao i pravac preko Hamburga. Najslabije rezultate pokazuju pravci preko Rotterdama, Soluna i Constante. I dok pravci preko Soluna i Constante pokazuju potrebu poboljšanja stavke troškova prijevoza za 16,9 % odnosno 18 %, prometni pravci preko Hamburga i Rotterdama

zahtijevaju smanjenje eksternih troškova za 18,2 % odnosno 18,4 % (Tablica 49.), tj. 82,05 €/TEU odnosno 83,18 €/TEU.

Rezultati istraživanja unutar modela određuju optimalne pravce prema Münchenu, a to su oni koje vode preko Genoe i Rijeke. Pravci preko ostalih sjevernojadranskih luka efikasni su preko 99 %. Prometni pravci preko Rotterdama i Hamburga pokazuju najslabije rezultate. Analizom mogućnosti poboljšanja efikasnosti mogu se utvrditi podjednaki zahtjevi za smanjenjem troškova prijevoza i eksternih troškova i to za pravac preko Hamburga 22,2 %, a preko Rotterdama za 20,3 % (Tablica 51.). U prvom slučaju u stavci eksternih troškova to iznosi 100,58 €/TEU, a u drugom 90,62 €/TEU.

Optimalni prometni pravci prema srednjoeuropskim destinacijama, odabrani unutar modela istraživanja, prikazani su na Zemljovidu 6.



**Zemljovid 6.** Odabir optimalnih prometnih pravaca prema postavljenom modelu istraživanja

Izvor: izradio doktorand; Mapchart.net, 2018.

Na temelju izvršene analize može se zaključiti da eksterni troškovi na ispitivanim prometnim pravcima čine otprilike 10 % ukupnih troškova prijevoza, a da je razlika u stavci eksternih troškova između optimalnih (efikasnih) i ostalih, neefikasnih prometnih pravaca 82 – 123 €/TEU. Internalizacija eksternih troškova valorizacijom emisija, klimatskih utjecaja i *up*

*and down streaming* procesa prema recentnim jediničnim vrijednostima onečišćivača i navedenim niskim dodatnim troškovima po jedinici tereta, ne može utjecati na korisnika (DO) da donosi odluke u skladu s politikom održivog razvitka prometa pa prema tome ni na optimizaciju robnih tokova.

### **6.3.1. Jedinične cijene CO<sub>2</sub> i ostalih emisijskih onečišćivača**

Jedinična cijena CO<sub>2</sub> prethodno je već definirana kao strateški alat internalizacije eksternih troškova emisija, klimatskih promjena i *up and down streaming* procesa. U ovom istraživanju korištena je jedinična cijena od 90 €/tCO<sub>2</sub> (Korzhenevych i sur, 2014), revalorizirana za 2017. godinu prema Eurostatu (2017) s konačnom vrijednošću od 116 €/tCO<sub>2</sub> što odgovara i jediničnim cijenama troškova štete Sveučilišta Delft (Ecocost, 2017). Ne ulazeći u opravdanost isticanja baš ove vrijednosti jedinične cijene, u vezi kojeg ima prijedora, radi se o troškovima štete koju je zagađivač učinio prema okolišu i ljudskom zdravlju. Plaćanjem samo troškova štete ne može se kontrolirati emisija i ostali navedeni izvori eksternih troškova.

Koncepcija plaćanja štete općenito se temelji na pretpostavci da će se plaćanjem posljedice štete nadoknaditi. Štete kao što su klimatske promjene ili narušeno zdravlje obično se ni na koji način ne mogu nadoknaditi. Ukoliko se šteta shvati kao kazna pa služi kao upozorenje da se štetno djelo ubuduće ne ponavlja, tada prometni sektor danas ne bi imao svoju funkciju i promet bi stao. Smisao plaćanja štete moglo bi biti prikupljanje sredstava radi ulaganja u istraživanje održivog razvoja prometa i/ili ulaganje u prometnu infrastrukturu i suprastrukturu, ali to nije strogo definirano. Unatoč plaćanju, činjenje štete se nastavlja i šteta raste. Plaćanje preventivnog troška s ciljem ulaganja u tehnološke inovacije radi održavanja emisija ispod određene, propisane razine, ima puno više smisla. Radi se o obliku kontrole s jasno definiranim ciljem pri čemu šteta ne raste. Svako plaćanje (pa i troškova štete) služi i odvratanju od činjenja štete za one koji prosude da im se u poslovnom smislu taj trošak ne isplati. Koncepciju preventivnog troška zastupa Sveučilište Delft, koje ujedno i definira jedinične preventivne cijene zagađivača. Preventivni trošak za CO<sub>2</sub> trenutno iznosi 135 €/t.

U okviru internalizacije eksternih troškova zagađivač bi morao plaćati oba troška: jedan za učinjenu „štetu“, a drugi u korist preventivnih mjera. Takva koncepcija internalizacije eksternih troškova imala bi ne samo svoju teorijsku podlogu, nego bi se jediničnim cijenama približila rezultatima istraživanja uglednih sveučilišta i neovisnih istraživača čiji se rezultati ne provode u praksi (Moore i Diaz, 2015; Jardine, 2013). O tome

svjedoče i rezultati istraživanja u ovom radu. Naravno, ista bi se koncepcija trebala primijeniti u valorizaciji svih relevantnih zagađivača. Simulacija takve jedinične cijene zagađivača prikazana je u ovoj disertaciji na primjeru CO<sub>2</sub>.

Jedinična cijena od 251 €/tCO<sub>2</sub> dobivena je zbrajanjem aktualnih vrijednosti troškova štete i preventivnog troška za ovaj polutant. Određivanjem udjela CO<sub>2</sub> iz podataka računalnog programa *EcoTransIT* u pojedinim segmentima intermodalnog prijevoza na prometnim pravcima prema Budimpešti omogućen je izračun u kojem će postotku rasti eksterni troškovi pojedinih segmenata intermodalnog prijevoza uvrštavanjem nove jedinične cijene. Rezultat izračuna je rast udjela eksternih troškova u troškovima prijevoza na 20 %. Imajući na umu da velik broj poslovnih subjekata gradi profitabilnost svojih tvrtki stvarajući novu vrijednost reda veličine 10 % od ukupnog prometa, eksterni troškovi od 20 % bili bi destimulirajući za mnoge, ne ulazeći u to bi li se to dogodilo baš u pomorskom prijevozu.

Prostor manipulacije jediničnim i ukupnim vrijednostima eksternih troškova još je širi. Ukoliko bi se politika i principi prema jediničnoj cijeni CO<sub>2</sub> proširili i na SO<sub>x</sub> sa srednjom vrijednošću od 38,5 % učešća u emisiji pomorskog prijevoza, a njihov preventivni trošak iznosi 7,55 €/kg (Ecocost, 2017) valoriziran na 8,65 €/kg za 2017. g., došlo bi do povećanja jedinične cijene sumpornih oksida za 85 % (18,89 €/kg/TEU), a ukupnih eksternih troškova pomorskog prijevoza (zajedno s već opisanom, povišenom jediničnom cijenom CO<sub>2</sub>) za 110 % što čini 24 % troškova analiziranog, intermodalnog prijevoza. Zajedno s revaloriziranom cijenom ostalih emisija (sa zajedničkim prosječnim udjelom od 19 % u pomorskom prijevozu), revaloriziranim vrijednostima eksternih troškova emisija IMČ i još 10 – 15 % eksternih troškova na ukupan iznos koji se ne odnose na emisije, klimatske promjene i *up and down streaming* procese i koji nisu obuhvaćeni u ovom istraživanju, dolazi se do učešća eksternih troškova u ukupnim troškovima intermodalnog prijevoza od 30 %, a samo u pomorskom prijevozu i do 60 %. Unatoč tome, troškovi prijevoza na prometnim pravcima prema sjevernoeuropskim lukama su toliko niži u odnosu na sjevernojadranske pravce da bi se, prelijevanjem u troškove za krajnjeg korisnika, razlika u ukupnim troškovima na pravcima prema Rijeci i Rotterdamu smanjila s 500 na 300 €/TEU. Radi se, dakle, o velikim postotnim udjelima, ali, u konačnici, o malim apsolutnim vrijednostima i malim razlikama u troškovima jednokratnog, jediničnog prijevoza.

### 6.3.2. (Ne)selektivna primjena internalizacije eksternih troškova

Politika skretanja tereta s cestovnog na željeznički prijevoz temelji se na niskim eksternim troškovima u željezničkom prometu u odnosu na cestovni. Unatoč zacrtanom planu da se do 2030. g. 30 % tereta na udaljenosti veće od 300 km prevozi isključivo željeznicom na električni pogon, trendovi razvoja pokazuju obrnuti smjer: sve više tereta prevozi se cestom (Ministry of Infrastructure of the Republic of Slovenia, 2015).

Cestovna infrastruktura je toliko razvijena da može dosegnuti svakog poslovnog subjekta i svakog građanina u razvijenim zemljama. U poslovnom smislu, cestovna prometna mreža ima neusporedive i neosporive prednosti nad željezničkom. Svaka ili gotovo svaka prometna usluga uključuje i cestovni prijevoz u barem jednom svom segmentu. U ovom istraživanju nastojao se izbjeći taj cestovni segment da bi se računalnim programom izbjegli eksterni troškovi cestovnog prijevoza, a da isti troškovi intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza budu istaknuti i vjerodostojni. U praksi, eksterni troškovi cestovnog prijevoza ne mogu se izbjeći. Robni tokovi cestovnog prijevoza su konsolidirani i ne mogu se lako degradirati. Komparacijom troškova prijevoza u pomorsko-željezničkom modalitetu na prometnim pravcima prema Budimpešti s troškovima prijevoza u simuliranom, pomorsko-cestovnom modalitetu na istim pravcima utvrđeni su značajno niži troškovi u cestovnoj varijanti i to, osim na prometnom pravcu preko Soluna, u iznosima 5 – 25 %. Pružajući kvalitetniju prometnu uslugu uz nižu cijenu, cestovni prijevoz je konsolidirana djelatnost i vrlo žilava i otporna prema potencijalnim, novim trendovima i promjenama. Zato se cestovni promet nije mogao izbjeći ni u ovom istraživanju.

Podaci za analizu u simuliranom, pomorsko-cestovnom prijevozu na prometnim pravcima prema Budimpešti pripremljeni su na isti način kao i podaci korišteni u glavnom istraživanju. Statističkim analizama dokazano je da vrijednosti puta prijevoza u željezničkom i cestovnom segmentu intermodalnog prijevoza ne pokazuju statistički značajne razlike pa su zbog toga podaci međusobno komparabilni. Također je linearnom regresijom analizirano ponašanje troškova u zavisnosti o udaljenosti u cestovnom segmentu intermodalnog prijevoza te je dokazana potpuna veza zavisnosti u segmentu eksternih troškova i čvrsta veza zavisnosti u segmentu troškova prijevoza, a odstupanja koja vezu čine nepotpunom rezultat su promotivnih popusta u ograničenom vremenskom razdoblju. Ponašanje troškova cestovnog i željezničkog prijevoza u ovom istraživanju je jako slično. Kako u željezničkom tako i u cestovnom prijevozu, prijevozne tarife se pretežno određuju prema jedinici prijeđenog puta.

Cilj simulacije s pomorsko-cestovnim prijevozom na prometnim pravcima prema Budimpešti bio je pokazati kolike su razlike eksternih troškova između cestovnog i željezničkog prijevoza. Kako se cestovni prijevoz iz gore navedenih razloga ni u kojem slučaju ne može izbjeći, model pokazuje koliko se eksterni troškovi mogu povisiti ako se cestovni prijevoz koristi i u najmanjem segmentu puta prijevoza. Simulacijom su dokazani eksterni troškovi u cestovnom prijevozu 12 – 30 puta veći nego u željezničkom. Ako se na početku i na kraju puta prometne usluge prijevoza tereta koristi cestovni prijevoz, a to je realno jer se teret mora najprije dopremiti na željeznički kolodvor ili u luku, te na isti način otpremiti na kraju, i ako takvi segmenti zajedno čine samo 10 % od ukupnog puta prijevoza, onda će eksterni troškovi porasti za iznos od 1,2 do 3 puta više od vrijednosti eksternih troškova željezničkog prijevoza na čitavoj dionici. Također, cilj istraživanja je pokazati efekte internalizacije eksternih troškova na cestovni prijevoz koji, unatoč osviještenoj politici EU, pokazuje trend rasta.

Što je veća razlika između najniže i najviše apsolutne vrijednosti eksternih troškova na prometnim pravcima prema istoj destinaciji i što je veće učešće eksternih troškova u troškovima prijevoza, veći će biti efekti internalizacije eksternih troškova. Razlika vrijednosti eksternih troškova reda veličine 600 € po jedinici tereta čini najkraći analizirani prometni pravac financijski značajno atraktivnijim, pogotovo s udjelom od 30 % troškova prijevoza. Uvrštavanjem simulirane, više jedinične cijene CO<sub>2</sub> u obračun u simulirani intermodalni pomorsko-cestovni prijevoz, na način kao u prethodnim primjerima, vrijednost razlika eksternih troškova po prometnim pravcima raste na red veličine 700 €, a učešće u troškovima prijevoza na 40 %. Pokazuje se da je cestovni, kao i željeznički prijevoz pogodan za aplikaciju internalizacije eksternih troškova s velikom vjerojatnošću brzih i značajnih rezultata, ali i sa značajnim međusobnim razlikama. Udio eksternih troškova cestovnog prijevoza u ukupnim eksternim troškovima simuliranog, intermodalnog pomorsko-cestovnog prijevoza na prometnim pravcima prema Budimpešti iznosi od 46,65 % na prometnom pravcu preko Rijeke do 65,42 % na prometnom pravcu preko Rotterdama. Ovako visoki udio u ukupnim eksternim troškovima olakšava primjenu mjera internalizacije jer se, za razliku od željezničkog prijevoza, radi o značajnim apsolutnim vrijednostima u odnosu na ukupne troškove prijevoza. Značenje pomorskog prijevoza kao glavnog izvora eksternih troškova ovim podacima nije umanjeno jer se cestovni prijevoz niti ne predviđa kao sredstvo izbora u recentnoj politici teretnog prijevoza. U ovom su istraživanju prikazane kalkulacije u simuliranom, intermodalnom, pomorsko-cestovnom prijevozu u čitavoj dužini puta. Ako cestovni segment svedemo na realne okvire koji se ne mogu izbjeći, s učešćem od npr. 10 %,

onda su istaknute razlike na ispitivanim prometnim pravcima puno manje, ali su svakako veće od 200 € (najmanje 240 €) i s učešćem u troškovima prijevoza većim od 20 %. Prethodno je već istaknut značaj ovih veličina u kontekstu poslovnog interesa i efekata internalizacije eksternih troškova.

Daljnjom analizom i ovako protumačeni rezultati se relativiziraju. Troškovi prijevoza imaju veliku ulogu kod donošenja odluke o izboru prijevoznog sredstva i prometnog pravca. Već je istaknuto da su na ispitivanim prometnim pravcima troškovi prijevoza niži u cestovnom, nego u željezničkom prijevozu, a to se na slici prikazuje krivuljom pomorsko-cestovnog ispod krivulje pomorsko-željezničkog prijevoza. Kada se troškovima prijevoza pribroje eksterni troškovi, krivulja pomorsko-cestovnog prijevoza se podiže i preklapa s krivuljom pomorsko-željezničkog prijevoza. Razlog tomu je neproporcionalni odnos troškova prijevoza i eksternih troškova u cestovnom i željezničkom prijevozu. U situaciji preklapanja krivulja, kao što je slučaj u ovom istraživanju, DO će sasvim sigurno izabrati cestovni prijevoz ukoliko pred sobom ima ovaj, jednostavan oblik internalizacije. Ukupni troškovi cestovnog prijevoza podigli su se više, kao posljedica većih eksternih troškova, ali ne dovoljno. Ukoliko se sada upotrijebi još i mjera povećanja jedinične cijene CO<sub>2</sub> na 251 €/t događa se isto: krivulje obje vrste prijevoza se preklapaju. Razlog tomu je učešće CO<sub>2</sub> u eksternim troškovima koje u željezničkom prijevozu u ovom istraživanju iznosi 77 %, a u cestovnom 16 %. Povećanje ukupnih troškova prijevoza u cestovnom prijevozu je postignuto, ali ne dovoljno da ne bi bilo atraktivno. Iz ovih se primjera vidi da primjena internalizacije eksternih troškova kao regulatora poslovnih odnosa u okviru politike održivosti u prometu nije jednostavna. Tvrdnju dokazuje i model koji je primijenjen u komparaciji efikasnosti intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza na prometnom pravcu prema Budimpešti bez povećanja i s povećanjem jedinične cijene CO<sub>2</sub>. Rezultati su u obje varijante potpuno isti. Isti su i u pomorsko-cestovnim varijantama. Očito je da se proporcionalnim povećanjem parametara nije utjecalo na efikasnost. To je dokaz da se neselektivnom primjenom internalizacije eksternih troškova ne mogu očekivati značajni rezultati.

S obzirom na to da mali segment cestovnog prijevoza u ukupnoj prometnoj usluzi na ispitivanim prometnim pravcima sudjeluje u ukupnim eksternim troškovima, u prosjeku, dvostruko više nego kompletan segment željezničkog prijevoza, te da zajedno sudjeluju, u prosjeku, s 25 % udjela u troškovima prijevoza, jasno je da internalizaciju eksternih troškova treba ciljano usmjeriti baš na cestovni dio kopnenog prijevoza. Željeznički prijevoz, koji se pokazuje kao ekološki najprihvatljiviji kopneni prijevoz i za sada nema alternativu, trebalo bi stimulirati i zbog toga osloboditi internalizacije eksternih troškova. Na taj način kalkulacija

opet pokazuje razmjere eksternih troškova navedenih na početku da je za oko 85 % eksternih troškova u intermodalnom prijevozu, kako je prikazano u ovom istraživanju, odgovoran pomorski segment prijevoza.

### **6.3.3. Slobodno tržište, propisi i mjere ograničenja**

Pomorski prijevoz za sada nema alternativu. Njegove glavne prednosti su veliki kapacitet prijevoza te slobodna i neograničeno velika prometna infrastruktura. Postavlja se pitanje na koji način provesti internalizaciju eksternih troškova i destimulirati prijevoz koji nema alternativu. Ukoliko eksterni troškovi predstavljaju okvirno 10 % troškova prijevoza, onda će se, kako pokazuje ovo istraživanje, iz veličine troškova prijevoza lako naplatiti dodatni ekološki trošak. Smjer robnih tokova ostat će isti, a šteta koju pomorski promet čini po okoliš i zdravlje neće se smanjiti. Ukoliko se korištenjem više jedinične cijene CO<sub>2</sub>, kako je to pokazano u ovom istraživanju, udio eksternih troškova podigne na 20 % troškova prijevoza, onda će se pogodovati najjačim tvrtkama koje će to moći platiti. Jedan dio robnih tokova će se preusmjeriti, a drugi dio će opstati te će se nastaviti činiti štetna radnja pa se cilj internalizacije neće ostvariti, a tržište će se destabilizirati. Ukoliko se još više podigne učešće eksternih troškova u troškovima prijevoza, doći će do preusmjerenja robnih tokova ili će se, ukoliko još ima interesa, zadržati smjer robnih tokova kao do sada, a troškovi plaćanja dodatnog poreza prelići na leđa krajnjeg korisnika. Zagađenje okoliša neće prestati. Bez obzira na scenarije koji bi se mogli dogoditi, ovakve, slične ili neke sasvim drugačije, predviđanje utjecaja jednostavnog oblika internalizacije eksternih troškova na teretni prijevoz i robne tokove je krajnje neizvjesno, a daljnje, veće ili manje ugrožavanje okoliša i zdravlja ljudi jako izvjesno. Iako tržišna pravila ne moraju biti sukladna logici razmišljanja prosječnog građanina u svakodnevnom životu pa je npr. prijevoz na 4000 km dužoj dionici jeftiniji od onog na 4000 km kraćoj, kad se radi o egzistencijalnim temama općeg značenja, kad se radi o poslu u jednom privrednom sektoru kao što je prometni, u kojem, radi vlastitog, pojedinačnog ili grupnog interesa, dolazi do zagađenja okoliša koji ugrožava zdravlje i život opće populacije, tada poslovni interesi padaju u drugi plan, a mjere koje se poduzimaju radi smanjenja štete moraju se rukovoditi načelom najmanje moguće štete. Prema tome, u ekološkom smislu, alternativa pomorskom prijevozu danas je pomorski prijevoz najmanje moguće štete. Zbog toga internalizacija eksternih troškova nije dovoljna mjera niti dovoljno jak alat radi svođenja prometnog razvitka u okvire održivosti, već su potrebne dodatne mjere ograničenja, u okviru internalizacije ili pod nekim drugim terminom, kojim bi se plovidba prema određenoj



destinaciji odredila najkraćim mogućim putem, zadanim putem prijevoza kako se navodi u ovom istraživanju, uz moguća, realna odstupanja od npr. 10 %. U takvom bi slučaju brodovi koji prolaze kroz Sueski kanal s teretom namijenjenim srednjoeuropskim destinacijama, mogli dosegnuti sve mediteranske luke i luka Crnog mora uz minimalne eksterne troškove ili uz minimalna odstupanja koja bi se internalizirala. U tom slučaju ne bi se moglo dogoditi da brodovi s Dalekog istoka po istom poslu putuju iz Mediterana u sjevernoeuropske luke. Recipročno, isto bi se dogodilo s teretom iz sjevernoameričkog područja koje bi teško dosegule mediteranske luke u konkurenciji sa zapadnoeuropskim lukama.

Analizirajući robne tokove koji se formiraju prema sjevernoeuropskim lukama, troškovi pomorskog prijevoza detektirani su kao kritična stavka u ovom istraživanju. Sukladno, naizgled, paradoksalnim činjenicama da su robni tokovi s Dalekog istoka prema srednjoeuropskim destinacijama pretežno usmjereni prema sjevernoeuropskim lukama pa tako roba putuje putem, u prosjeku, dužim za 4000 km, a vremenski 7 dana duže, tako i troškovi prijevoza istaknuti u ovom istraživanju pokazuju paradoksalne razlike. U okviru ovog istraživanja, najkraći put od Kine do Europe, do luke Solun, je za 425 – 470 €/TEU skuplji od najdužeg puta do luke Hamburg, a razlika u udaljenostima je 5174 km. Jedinične cijene prijevoza u €/1000 km logično padaju s dužinom puta, ali padajući neproporcionalno čine duži put jeftinijim. Putovi prijevoza od Kine do luke Genoa odnosno do luke Trst razlikuju se u zanemarivoj duljini od 262 km (kraći je do Trsta) tako da se s obzirom na ukupnu duljinu puta mogu smatrati jednakim. Razlika jediničnih cijena na ovim prometnim pravcima iste duljine je 44 €/1000 km/TEU odnosno 35 % na štetu luke Trst što čini luku Genoa neusporedivo konkurentnijom. Sve ovo je posljedica tržišnih odnosa koji odražavaju odnose gospodarskih snaga, tradicije i stečenih pozicija. Unatoč ovako formiranim i konsolidiranim robnim tokovima, AOMP u ovom istraživanju, postavljen u modelu tako da u prvi plan ističe eksterne troškove te da se stupanj efikasnosti mjeri dosegom najmanjih mogućih eksternih troškova, pokazuje efikasnim pravcem preko sjevernojadranskih luka i Soluna već u Kombinaciji 1 gdje su baš troškovi prijevoza jedan od dva *inputa*, u kojem su i sjevernojadranske luke i luka Solun apsolutno nekonkurentne. Ni u jednoj kombinaciji AOMP-a ne pokazuju se efikasnim prometni pravci preko Rotterdama i Hamburga unatoč najnižim jediničnim i apsolutnim troškovima prijevoza (uz pravac preko Genoe). Razlog tomu je drugi *input*, vrijeme prijevoza, koje neizravno reprezentira eksterne troškove s kojima je u funkcionalnoj vezi, pa niti toliko manji troškovi prijevoza ne mogu, s pozicija efikasnosti, kompenzirati toliko duži put prijevoza. Prometni pravac preko Genoe pokazuje samostalnu efikasnost na pravcu prema Münchenu, ali samo u Kombinacijama 1 i 2 gdje se manipulira

troškovima prijevoza i ukupnim troškovima. Čim se eksternim troškovima daje na važnosti u ključnim Kombinacijama 3 i 4, prometni pravac preko Genoe više nije samostalno efikasan, već mu je pridružen i pravac preko Rijeke iako je ovaj opterećen s oko 35 % većim troškovima prijevoza. Na prometnom pravcu prema Pragu pravac preko Genoe nije samostalno efikasan ni u Kombinacijama 1 i 2, već je u društvu prometnog pravca preko Trsta, iako su troškovi prijevoza 35 % niži. Sumarno, sjevernojadranske luke se pokazuju efikasne (100 %) ili gotovo efikasne (99 % i više) unatoč nekonkurentnim vrijednostima troškova pomorskog prijevoza. Ta se efikasnost temelji na proporcionalno nižim troškovima željezničkog prijevoza prema geografski bližem odredištu i/ili kraćim vremenom prijevoza koje označava kvalitetniju prometnu uslugu, a indirektno i manje eksterne troškove. Ovo posebno dolazi do izražaja u Kombinaciji 3 AOMP-a u kojoj su eksterni troškovi istaknuti kao posebna stavka *inputa*. Kad bi troškovi pomorskog prijevoza bili konkurentni, ne bi se uopće dovodio u pitanje optimalni put prijevoza, a razlike u efikasnostima u okviru AOMP-a bile bi razmjerno veće u korist sjevernojadranskih luka i luke Solun. Troškovi pomorskog prijevoza najveći su kompetitivni adut sjevernoeuropskih luka.

Postavlja se pitanje na koji način utjecati na tržište i ispraviti ovakve paradokse i nelogičnosti, a istovremeno ne zadirati u načela slobodnog tržišta i samoregulaciju. Poznato je da se u slobodu tržišta smije zadirati samo u cilju onemogućavanja nezakonitih radnji. Je li štetno djelovanje prometa na okoliš i zdravlje ljudi nezakonita radnja? Nezakonita radnja ne može biti nužna radnja koja nema alternativu. Prometni sektor na ovom stupnju razvoja civilizacije je nužnost koja zagađuje okoliš i ugrožava ljudsko zdravlje i to se može promijeniti samo razvojem civilizacije odnosno inovacijama u prometnom sektoru. Drugo je pitanje razmjera štete. Ukoliko se šteta mora napraviti, onda treba nastojati da bude što manja. Ukoliko se učinila veća šteta, a mogla se učiniti manja, to bi trebala biti nezakonita radnja. Ukoliko se želi provoditi politika održivog prometa, onda treba provoditi i politiku najmanje moguće štete, a to je, kao teza i kao rezultat, i potvrda ovog istraživanja, najkraći put prijevoza. Najkraćim putem prijevoza čini se najmanja šteta po okoliš i zdravlje i to ne mogu promijeniti niti najniži troškovi prijevoza.

Opravdano se može postaviti pitanje koja je to optimalna točka sa stanovišta eksternih troškova u prijevozu tereta u kojoj treba završiti pomorski i nastaviti se kao željeznički prijevoz željeznicom na električni pogon. Koji su indikatori te optimalne luke? Iz rezultata ovog istraživanja može se zaključiti da su jedinični troškovi željezničkog prijevoza 10 – 20 puta veći od troškova pomorskog prijevoza. Smije li ova činjenica zbog koje DO može odlučiti smanjiti željeznički segment intermodalnog prijevoza na najmanju moguću mjeru biti

odlučujuća? Onog časa kad se zadovolje zakonski uvjeti koji u ovom slučaju znače da se eksterni troškovi zadrže ispod granice iznad koje predstavljaju nezakonitu radnju, o svemu ostalom odlučuju tržišni zakoni i poslovni interes. Jedinične vrijednosti eksternih troškova po km u pomorskom i željezničkom prijevozu koji su predstavljeni u ovom istraživanju i koje pokazuju vrlo slične vrijednosti (2-3 €ct/km/TEU), kako je već naglašeno, vrijede u okviru kapaciteta jednog prometnog vozila (npr. vlak 100 TEU, brod 3000 TEU). Za sada nema opasnosti da željeznica kapacitetom nadmaši pomorski prijevoz u jednom putovanju. Rijetke su pojedinačne krajnje destinacije prema kojima se u jednom putovanju prevozi više od 100 TEU. Zato nije važno, u okviru jednog željezničkog putovanja, kolika je dužina tog segmenta putovanja. Radi se o malim apsolutnim vrijednostima eksternih troškova. Sa stanovišta pomorskog prometa gdje se ovaj koeficijent množi s 3000 ili još više tisuća TEU izuzetno je važno da pomorski segment bude u okvirima najkraćeg puta prijevoza. Sa stanovišta samo eksternih troškova bilo bi važno da je taj segment što kraći. Ako se polazi sa stanovišta poslovnog interesa, onda bi u okvirima najkraćeg puta intermodalnog prijevoza bilo važno da je pomorski segment što duži, a željeznički što kraći. AOMP u okviru predloženog modela može baš u ovom segmentu jako pomoći DO-u.

Linijski servisi ne funkcioniraju na način da je čitav teret u jednom putovanju namijenjen istom tržištu. Naprotiv, kako je već napomenuto, stotinjak TEU je otprilike maksimalan broj TEU koji u praksi putuje prema jednoj destinaciji. Ovako uređen, linijski servis predstavlja ograničenje u mogućnostima poduzimanja mjera za smanjenje eksternih troškova jer nekoliko desetaka različitih, krajnjih destinacija tereta može praktično, u financijskom i prometno-tehnološkom smislu opravdati duži put prijevoza prema velikim sjevernoeuropskim lukama. *Feeder* servisi su u tom smislu zahvalniji. Iako kapacitetom manji i, zbog toga, s proporcionalno višim jediničnim eksternim troškovima, visina eksternih troškova *feeder* servisa ne mogu nadmašiti eksterne troškove dužeg puta prijevoza linijskih servisa. U okviru politike održivog razvitka prometa linijski servisi trebali bi doživjeti znatne promjene te istovremeno utjecati i na optimizaciju robnih tokova.

Zadržavanje eksternih troškova na razini zakonski dopuštenih ima i šire implikacije. U ovom istraživanju ciljne destinacije bile su velika srednjoeuropska gospodarska središta. Međutim, rezultati bi bili isti da se radilo o bilo kojoj europskoj destinaciji prema kojoj putuje roba s Dalekog istoka preko Sueskog kanala. To znači da bi za svaku europsku destinaciju optimalan put prijevoza bio preko neke mediteranske ili crnomorske luke, a to nikako ne bi mogle biti zapadnoeuropske odnosno sjevernoeuropske luke. Obrnuto bi bilo za robu koja putuje iz Sjeverne Amerike prema europskim destinacijama za koju mediteranske luke ne bi

bile konkurentne. Na taj bi način došlo do specijalizacija luka za terete iz onih krajeva svijeta kojima su najbliži. Mediteranske luke bi izgubile američku robu, a sjevernoeuropske kinesku. Tako bi se robni tokovi formirali po načelu najkraćih mogućih robnih tokova. Taj bi proces bio logičan i normalan u okviru politike održivog razvoja prometa. U tom procesu svi participiraju na jednoj strani tržišta prometnih usluga, a gube samo oni koji su većim dijelom participirali i na drugoj strani.

Ukoliko se provede politika održivog razvoja prometa, u kojoj sjevernojadranske luke traže svoju veliku priliku, onda neke luke (sjevernoeuropske) moraju izgubiti dio tereta. Treba isto tako reći da u slučaju poskupljenja pomorskog prijevoza internalizacijom eksternih troškova i prelijevanja dodatnih troškova na krajnjeg korisnika, postaje isplativ željeznički prijevoz s Dalekog istoka prema ciljanoj europskoj destinaciji u jednom putovanju (UNECE, 2016). Ovo skretanje tereta s mora na željezničku prugu već je opravdano sa stanovišta eksternih troškova (u jednom putovanju), a kočnica takvom scenariju su troškovi prijevoza. Intervencijama u troškove prijevoza kineska država je već omogućila takve linije prema europskim destinacijama, a internalizacija eksternih troškova olakšala bi ovaj scenarij.

Već i prije stupanja na snagu obveze internalizacije eksternih troškova eksperti iz prometnog sektora zalažu se za sprječavanje prelijevanja eksternog troška u troškove prijevoza. Međutim, internalizacija eksternih troškova ne može se pravično i pošteno provesti bez slobodnog tržišta i prava koja su jednaka za sve. S druge strane, zabrana prelijevanja troškova značila bi odustajanje od mjera ograničenja u okviru internalizacije eksternih troškova i zamrzavanje postojećeg stanja u kojem se isplati platiti kaznu u zamjenu za zadržavanje pozicija na tržištu. Mjere ograničenja ne znače gubitak, nego preustroj na tržištu prometnih usluga. Optimizacija robnih tokova u okviru politike održivog razvitka u konačnici svima donosi dobitak u obliku kvalitetnijih uvjeta za život. Internalizacija eksternih troškova je samo privremena mjera takve politike koja će prestati s otkrićima novih izvora energije i tome adekvatnih pogonskih strojeva.

#### **6.4. Analiza efekata internalizacije eksternih troškova na robne tokove u sjevernojadranskom području**

Internalizacija eksternih troškova kao alat politike održivog razvitka prometa Europske unije nije sustavno razrađena te se taksativno ne znaju mjere koje bi se trebale poduzeti. Obilježava je načelo „zagađivač plaća“ što se najčešće tumači kao mjera plaćanja dodatnog poreza na temelju tablica jediničnih vrijednosti pojedinih vrsta eksternih troškova za

koje je zagađivač odgovoran. Takav oblik internalizacije eksternih troškova moguće je nazvati jednostavnim oblikom za razliku od naprednog oblika koji kao adekvatan podržavaju i dobiveni rezultati ovog istraživanja. Neke predložene mjere ne spadaju u internalizaciju u užem smislu i mogu se drugačije klasificirati, ali radi lakšeg razumijevanja, termin internalizacije u ovom se istraživanju upotrebljava široko kao skupina mjera koje se poduzimaju radi smanjenja eksternih troškova u prometu na najmanju moguću mjeru.

Efekti ovise o obliku internalizacije koja se primjenjuje. S obzirom na to da se ne zna opseg takvih mjera, potencijalni efekti internalizacije u ovom su istraživanju izneseni u obliku minimalnog i maksimalnog scenarija. U središtu interesa ovog istraživanja je cilj internalizacije: smanjiti utjecaj prometa na okoliš i zdravlje u okviru obvezujućih dokumenata Europske unije. Minimalni scenarij predviđa potencijalne efekte internalizacije eksternih troškova primjenom mjera jednostavnog oblika. Maksimalan scenarij predviđa primjenu svih mjera naprednog oblika: povećanje jediničnih cijena zagađivača tako da se trošku štete pribroji preventivni trošak emisije pojedinog zagađivača (uz zabranu prelijevanja troška na teret krajnjeg korisnika ukoliko se ne uvedu mjere ograničenja), selektivna primjena internalizacije eksternih troškova (npr. željeznički prijevoz osloboditi plaćanja, pomorski prijevoz teretiti proporcionalno odstupanju od najkraćeg mogućeg puta, ukoliko se ne uvedu mjere ograničenja) i mjere ograničenja plovidbe vodeći se pravilom najkraćeg mogućeg puta (i najmanjih mogućih eksternih troškova) uz proglašenje zagađenja okoliša, iznad propisane, nužne razine, nezakonitom radnjom.

Sjevernojadransko područje je zanimljivo u kontekstu primjene internalizacije eksternih troškova jer se baš u tom području očekuju pozitivni efekti koji bi sjevernojadranskim lukama mogli vratiti dio ili cjelokupno tržište koje im geoprometno i tradicionalno pripada. Rezultati istraživanja pokazuju da primjenom jednostavnog oblika internalizacije ne može doći do poremećaja na tržištu prometnih usluga. Makar efikasne prema svim analiziranim srednjoeuropskim destinacijama, luke sjevernojadranskog područja nisu konkurentne u stavkama troškova pomorskog prijevoza. Niti sedam dana duže vrijeme prijevoza niti dvostruko veći troškovi željezničkog prijevoza (proporcionalno zbog veće udaljenosti destinacije) niti ukupni jedinični troškovi veći i do 1500 €/TEU u odnosu na sjevernojadranske pravce, ne mogu ugroziti konsolidirane robne tokove sjevernoeuropskih luka. Eksterni troškovi u visini od 10 % troškova prijevoza ne mogu utjecati na poslovnu politiku, a niti razlika jediničnih eksternih troškova od 100 €/TEU na sjevernoeuropskom u odnosu na sjevernojadranski pravac. Čak i da dođe do prelijevanja tog troška na teret krajnjeg

korisnika, sjevernoeuropski prometni pravci ostat će čvrsto konsolidirani i konkurentni. Sve bi to bio rezultat neselektivne primjene internalizacije eksternih troškova kojom su obuhvaćeni i najkraći pomorski prometni pravci i željeznički prijevoz te niskih, nestimulativnih jediničnih cijena polutanata. Istina je da se minimalnim oporezivanjem prijevoza TEU, s obzirom na ogroman svjetski promet kontejnera, mogu prikupiti ogromna financijska sredstva, ali se istovremeno ovom mjerom ne može spriječiti daljnje činjenje štete. Na taj način se gubi redoslijed prioriteta: primarno je zaustaviti daljnje zagađivanje, a zatim primjenjivati mjere fiskalne politike pa i u cilju ulaganja u istraživanje ekološki prihvatljivijih oblika prijevoza.

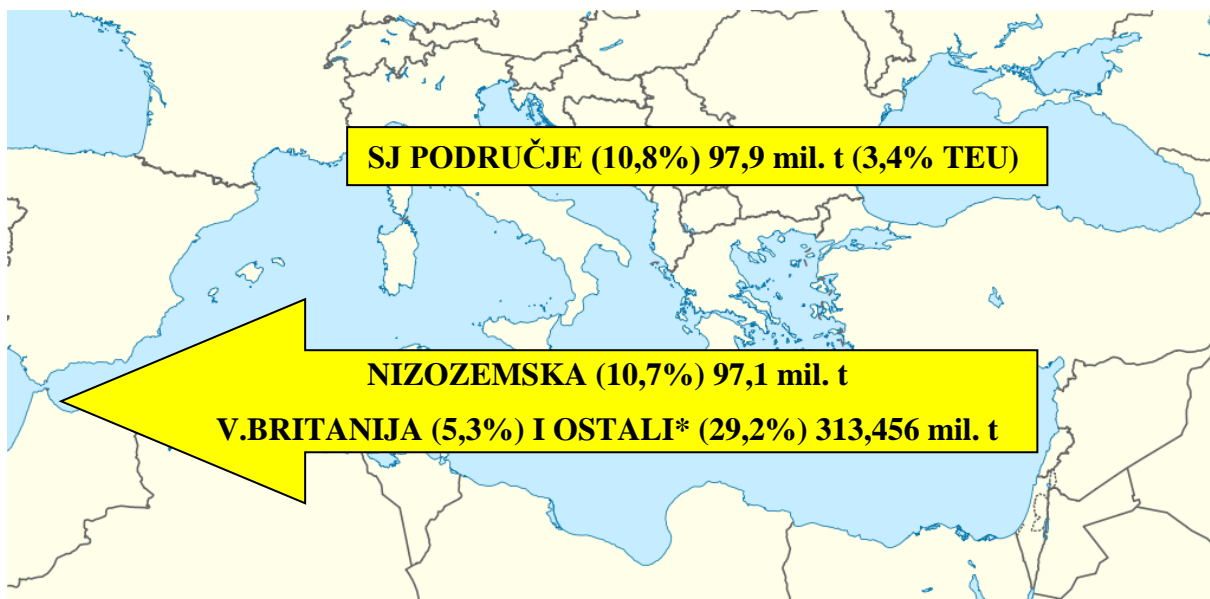
Maksimizirani scenarij mnogo je teže predvidjeti kako zbog nejasnog opsega internalizacije eksternih troškova koji bi se trebao primijeniti kao i nejednakih kriterija formiranja robnih tokova. Treba još jedanput naglasiti da ispitivani intermodalni prijevoz u ovom istraživanju na prometnim pravcima preko sjevernoeuropskih luka nije konkurentan ni s financijskog ni kvalitativnog aspekta (vrijeme prijevoza) pa ipak, unatoč tome, zadržava dominaciju u logističkom opskrbnom lancu prema srednjoeuropskim destinacijama. Stavka po kojoj su sjevernoeuropski prometni pravci iz ovog istraživanja konkurentni su troškovi pomorskog prijevoza. Analizom Kombinacija 5-8 AOMP-a u ovom istraživanju može se uočiti kako efikasnost na prometnim pravcima preko Rotterdama i Hamburga raste proporcionalno važnosti koja se daje troškovima pomorskog prijevoza. Dok se oni prikazuju sumarno, efikasnost je manja, a raščlanjivanjem stavki postaje veća. Uvođenje eksternih troškova u ukupne troškove prometne usluge trebalo bi motivirati DO na razmišljanje o smanjenju ukupnih troškova prijevoza. Da bi se takvo razmišljanje pretočilo u stvarne poslovne poteze, udar eksternih troškova mora biti dovoljno jak i ugroziti onu stavku koja određeni prometni pravac čini konkurentnim. U ovom slučaju to su troškovi pomorskog prijevoza prema sjevernoeuropskim lukama. Činjenica da su u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu 90 % eksternih troškova posljedica pomorskog prijevoza govori u prilog tezi da će povećanja vrijednosti eksternih troškova ugroziti baš stavku troškova pomorskog prijevoza koja sjevernoeuropske prometne pravce iz ovog istraživanja čini konkurentnijim u odnosu na ostale. Iako troškovi željezničkog prijevoza čine još veću stavku u ukupnim troškovima, očito je da nisu faktor konkurentnosti te da će, kad brod jednom pristane u luke Rotterdam ili Hamburg, teret putovati dalje bez obzira na troškove. To znači da je pomorski robni tok onaj koji definira daljnji smjer robnog toka. Prema rezultatima AOMP-a iz ovog istraživanja, proporcionalna, neselektivna internalizacija eksternih troškova ne dovodi ni do kakvih promjena efikasnosti. S druge strane, uvođenje načela zadane udaljenosti te selektivna internalizacija eksternih troškova, proporcionalna odstupanju od

zadane udaljenosti, predstavlja čimbenik optimizacije robnih tokova u onom času kad ukupni troškovi pomorskog prijevoza na određenim prometnim pravcima, opterećeni eksternim troškovima, ne budu više konkurentniji u odnosu na druge prometne pravce na kojima ukupni troškovi pomorskog prijevoza nisu opterećeni eksternim troškovima ili su opterećeni u mnogo manjoj mjeri. Teško je predvidjeti kada će se to dogoditi, tj. koliko je učešće eksternih troškova u troškovima pomorskog prijevoza potrebno da bi došlo poremećaja na tržištu i da dođe do skretanja robnih tokova prema drugim prometnim pravcima. Tržište to ne može samo odraditi te je potrebno uvesti i političko-pravne mjere, koje se u ovom istraživanju nazivaju mjerama ograničenja, da bi se u kratkom roku spriječila praksa plaćanja eksternih troškova, osobito na teret krajnjeg korisnika, i nastavak činjenja štete.

U procjenama maksimalnog scenarija za sjevernojadranske luke potrebno je uzeti u obzir opći rast pomorskog prometa, posebni rast pomorskog prometa kao posljedice bržeg gospodarskog rasta zemalja istočne u odnosu na zemlje zapadne Europe te direktan učinak naprednog oblika internalizacije eksternih troškova.

#### **6.4.1. Efekti internalizacije eksternih troškova na intenzitet i strukturu robnih tokova u sjevernojadranskim lukama**

Osnovna pretpostavka ovog istraživanja je da sav promet za sjevernojadranske luke prolazi kroz Sueski kanal. Ova pretpostavka nije daleko od istine znajući da u lukama sjevernojadranskog područja prometuju maksimalno 4 linijska servisa prema Dalekom istoku, a samo 2 prema zapadnoj obali Sjeverne Amerike kao nastavak istih (ne prevozeći nužno robu u sjevernojadranske luke/iz njih) te da 56 od 97,9 mil. tona prometa u 2017. godini (57 %) predstavljaju nafta i naftni derivati koji najčešće dolaze upravo tim prometnim pravcem. Ostali promet odnosi se na *feder* servise unutar Mediterana koji opet u znatnoj mjeri prevoze robu s Dalekog istoka. Relevantni podaci o smjeru i intenzitetu robnih tokova za potrebe ovog istraživanja mogu se dobiti evidencijom prolaska robe kroz Sueski kanal u 2017. g. Od 186,043 mil. t (20,5 %) robe namijenjene istočnom i jugoistočnom Mediteranu 97,9 mil. tona je završilo u sjevernojadranskom području ili 52,6 %, što bi ukupno značilo 10,8 % godišnjeg prometa Sueskog kanala (Slika 4.).



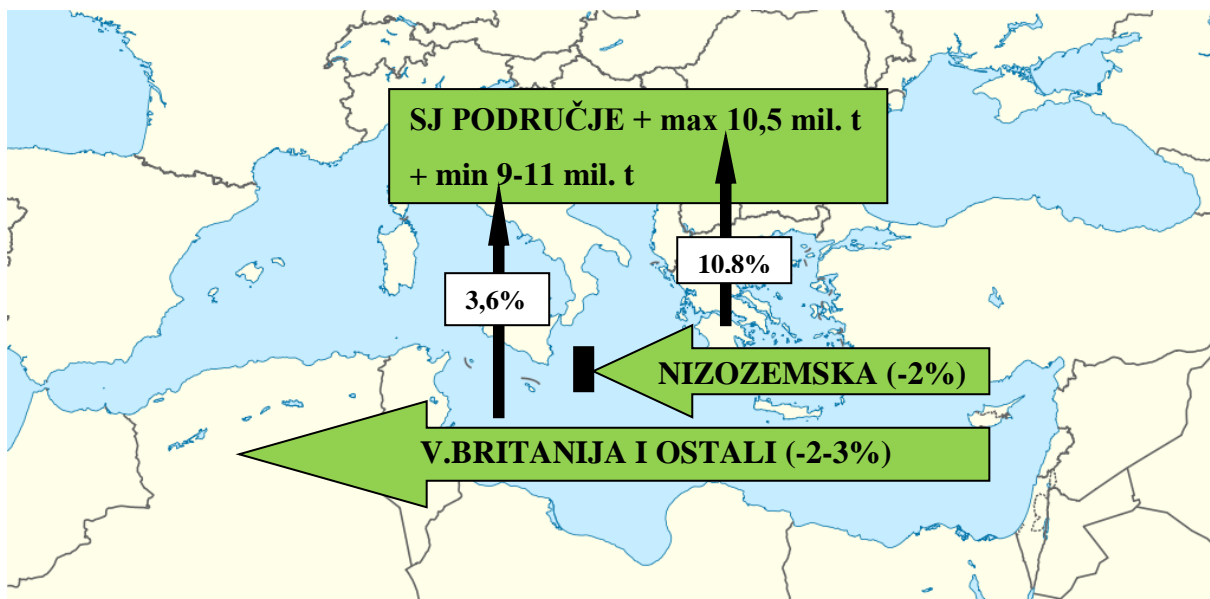
\* udio europskih zemalja iz kategorije Ostali je oko 200 mil. t (op. aut.)

**Slika 4.** Udjeli sjevernojadranskog područja (SJ), Nizozemske, Velike Britanije i ostalih europskih (bez Mediterana), sjevernoameričkih (bez SAD-a), južnoameričkih i zapadnoafričkih zemalja (bez Maroka) u ukupnom prometu Sueskog kanala u 2017. g.

Izvor: izradio doktorand; Suez Canal, 2017

Prema gore postavljenim uvjetima, promet sjevernojadranskih luka je u 2017. g. participirao u 10,8 % ukupnog prometa Sueskog kanala (97,9 od 908, 569 mil. tona) te u 3,4 % ukupnog prometa kontejnera (1,8 od 53 mil. TEU). U isto vrijeme je 97,1 mil. tona robe nakon prolaska kroz Sueski kanal završilo u Nizozemskoj (10,7 %), pretežno u luci Rotterdam. Koristeći iste omjere može se zaključiti da bi internalizacijom eksternih troškova u odnosu na luku Rotterdam i promet Sueskim kanalom, sjevernojadransko područje profitiralo s maksimalno 10,5 mil. t robe (10,8 % od 97,1 mil. tona) i to 4,2 mil. tona u odlasku i 6,3 mil. tona u dolasku (Suez canal, 2017) (Slika 5.).



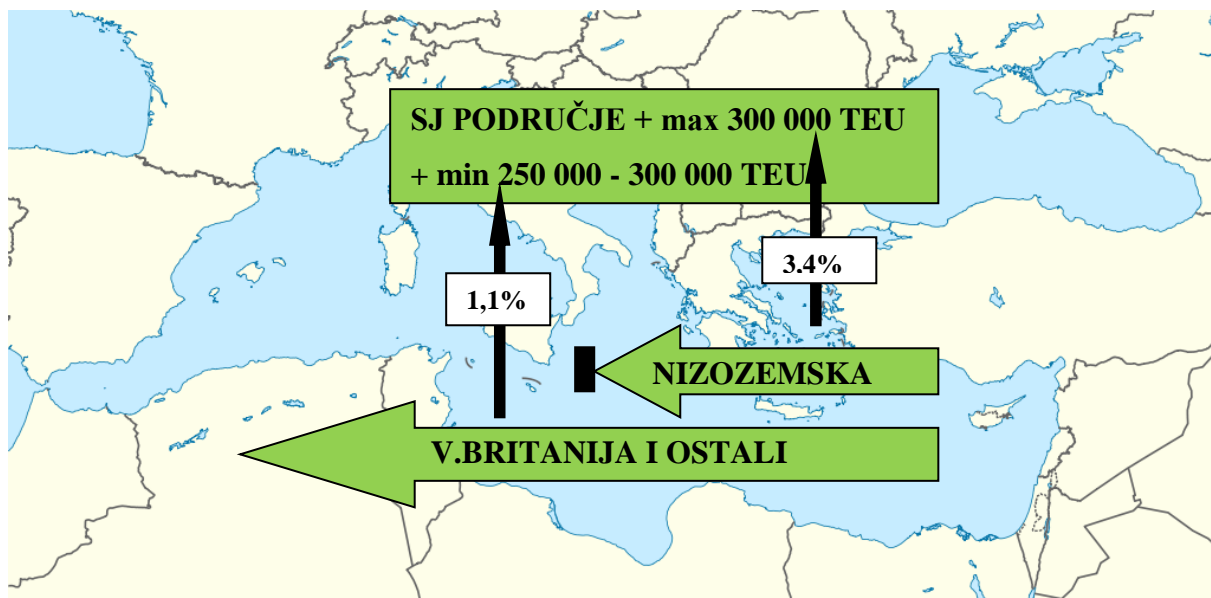


**Slika 5.** Efekti internalizacije eksternih troškova na pomorske robne tokove u sjevernojadranskom (SJ) području u odnosu na robne tokove prema Nizozemskoj te Velikoj Britaniji i ostalima

Izvor: izradio doktorand

U odnosu na luku Hamburg sjevernojadransko područje ne bi znatno profitiralo s obzirom na to da robni tokovi te luke znatno manje prolaze kroz Sueski kanal. Na temelju istih podataka Velika Britanija ostvaruje 5,3 % prometa kroz Sueski kanal, a sve ostale zemlje zajedno (bez zemalja Mediterana i SAD-a) 29,2 % što je zajedno u 2017. g. iznosilo 313,456 mil. tona. Za pretpostaviti je da bi se značajan dio i ovih robnih tokova zadržao u Mediteranu. Međutim, Velika Britanija je otočna zemlja, a postojeća željeznička pruga koja je povezuje s kopnom ograničenog je kapaciteta te povezana s izvanrednim troškovima. Zbog toga se ne može sa sigurnošću tvrditi da bi se navedeni robni tok internalizacijom eksternih troškova zadržao u Mediteranu. U odnosu na značajnu količinu robe u kategoriji „ostale zemlje“ polazišta i odredišta ovog robnog toka nisu decidirana, već se odnose na one zemlje koje se, zbog pojedinačno malog udjela u ukupnom prometu (< 5 %), izrijeком ne spominju u statistici prometa Sueskim kanalom. To su Francuska, Belgija, Njemačka, Poljska i nordijske zemlje. Tu su također i zemlje Sjeverne i Južne Amerike (bez SAD-a) i Zapadne Afrike čije bi podatke trebalo isključiti iz kalkulacije. Jednostavnom kalkulacijom iz Grafikona 1. lako je zaključiti da se radi o robnom toku od oko 200 mil. t, ali nije jasno koliko od toga odlazi u luke Portugala i zapadne Afrike, koliko u njemu participiraju španjolske i francuske atlantske luke u odnosu na mediteranske te koliko participiraju ruske baltičke luke u odnosu na crnomorske. Iz navedenih razloga u kalkulaciji za ove robne tokove ne može se koristiti

veličina udjela sjevernojadranskih luka koja je prethodno korištena (10,8 %), već znatno manja pa je u kalkulaciji korištena 3 puta manja veličina udjela od 3,6 %, odnosno 1,1 % u prometu kontejnera, pretpostavljajući takvu participaciju minimalnom, ali izvjesnom. Iz toga se može zaključiti da bi još minimalno 9-11 mil. tona robe godišnje moglo završiti u lukama sjevernojadranskog područja (ovisno o participaciji u robnim tokovima prema Velikoj Britaniji). Ukoliko bi se takva procjena ocijenila preskromnom, valja se prisjetiti polazišne pretpostavke da sva roba sjevernojadranskih luka prolazi Sueskim kanalom i da je zbog toga, u tom dijelu, procjena pretjerana. Na taj je način, kompenzacijom, procjena svedena u približno realne okvire s naglaskom da se u prvom slučaju (robni tok prema Rotterdamu) radi o procjeni maksimalne količine, a u drugom (robni tok prema V. Britaniji i ostalima) minimalne količine robe. Proračun, također, pretpostavlja zadržavanje trenutnih odnosa snaga između mediteranskih luka pa makar to uključivalo plaćanje eksternih troškova, proporcionalno odstupanju od zadanog puta, a koje svojom visinom ne bi bitno utjecalo na te odnose. U strukturi ovog povećanog prometa 60 % bi se odnosilo na uvoz, a 40 % na izvoz. U prometu kontejnera, u kojem sjevernojadranske luke u odnosu na promet u Sueskom kanalu participiraju skromno (3,4 %), došlo bi do povećanja prometa od maksimalno 3,3 mil. tona odnosno maksimalno 300 000 TEU (3,4 % od 97,1 mil. t) i još najmanje 250 000 – 300 000 TEU (1,1 % od 313,456 mil. t) participacijom u robnim tokovima Velike Britanije i ostalih zemalja (Slika 6.).

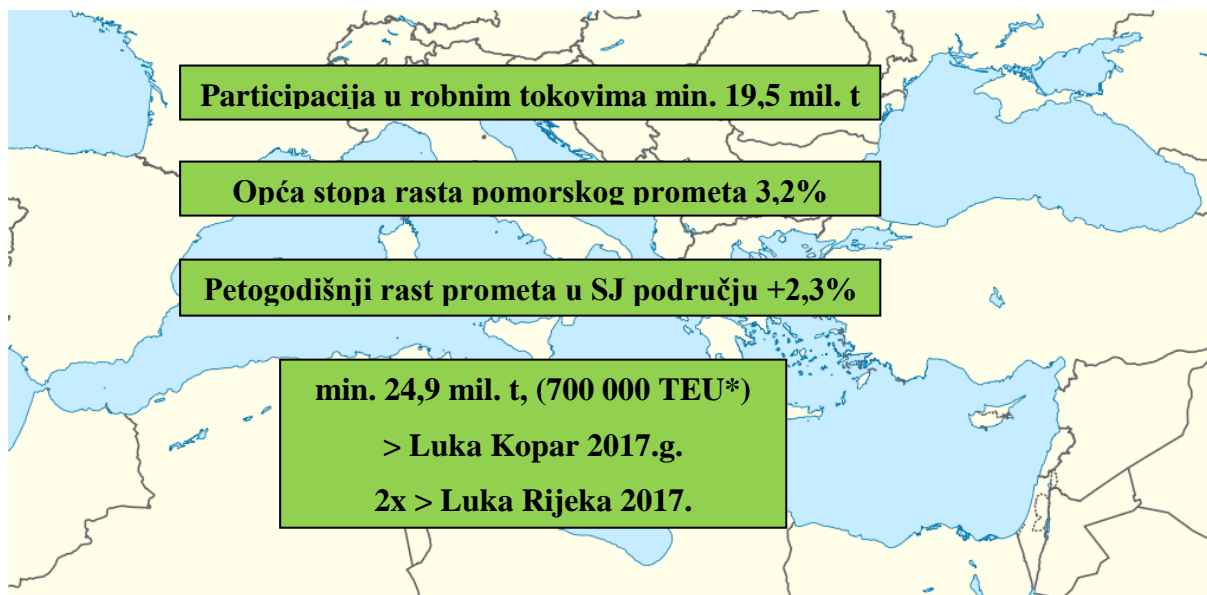


**Slika 6.** Efekti internalizacije eksternih troškova na promet kontejnera u sjevernojadranskom (SJ) području u odnosu na robne tokove prema Nizozemskoj te Velikoj Britaniji i ostalima

Izvor: izradio doktorand

Ova procjena može se potvrditi sličnim procjenama o već opisanom robnom toku 13 – 15 mil. TEU koji odlazi iz Mediterana prema sjevernoeuropskim lukama, a u kojem bi se tekućom participacijom od 3,4 % privuklo 440 000 – 510 000 TEU godišnje uz realna očekivanja da se taj udio poveća i približi stopi participacije općeg tereta te da se broj TEU poveća za još 2-3 puta. Luka Rotterdam bi u odnosu na sjevernojadranske luke izgubila oko 2 % robe, a sve ostale sjevernoeuropske luke zajedno još najmanje toliko, ukupno oko 4 – 5 %.

Prema općoj stopi rasta pomorskog prometa u svijetu od 3,2 % taj bi udio do 2022. g. narastao s 19,5 na 22,6 mil. tona, a prema prosječnom petogodišnjem rastu prometa u sjevernojadranskim lukama još za 2,3 % više što bi, po stopi rasta od 5,5 %, iznosilo 24,9 mil. tona (Slika 7.).



\*rast po stopi od 7 %

**Slika 7.** Projekcija efekata internalizacije eksternih troškova na veličinu robnog prometa u sjevernojadranskom području (SJ) 2017. – 2022. g.

Izvor: UNCTAD/RMT, 2017; vlastiti podaci

To je više od tekućeg godišnjeg prometa luke Kopar i dvostruko više od godišnjeg prometa luke Rijeka. U strukturi robe, prema petogodišnjim podacima, došlo bi do rasta prometa kontejnera po stopi od 7 %, a rast ostalih tereta, osobito nafte, naftnih derivata i plina, bio bi ispod prosjeka. Do rasta bi, naravno, došlo i bez internalizacije eksternih troškova, ali povećani promet u lukama sjevernojadranskih luka povećava i njihovu atraktivnost koja, ako je uz to povezana s visokokvalitetnom lučkom uslugom i dobrom, prometnom,

infrastrukturnom mrežom na kopnu, može rezultirati neočekivano velikim porastom prometa kakav se do nedavno bilježio u sjevernoeuropskim lukama.

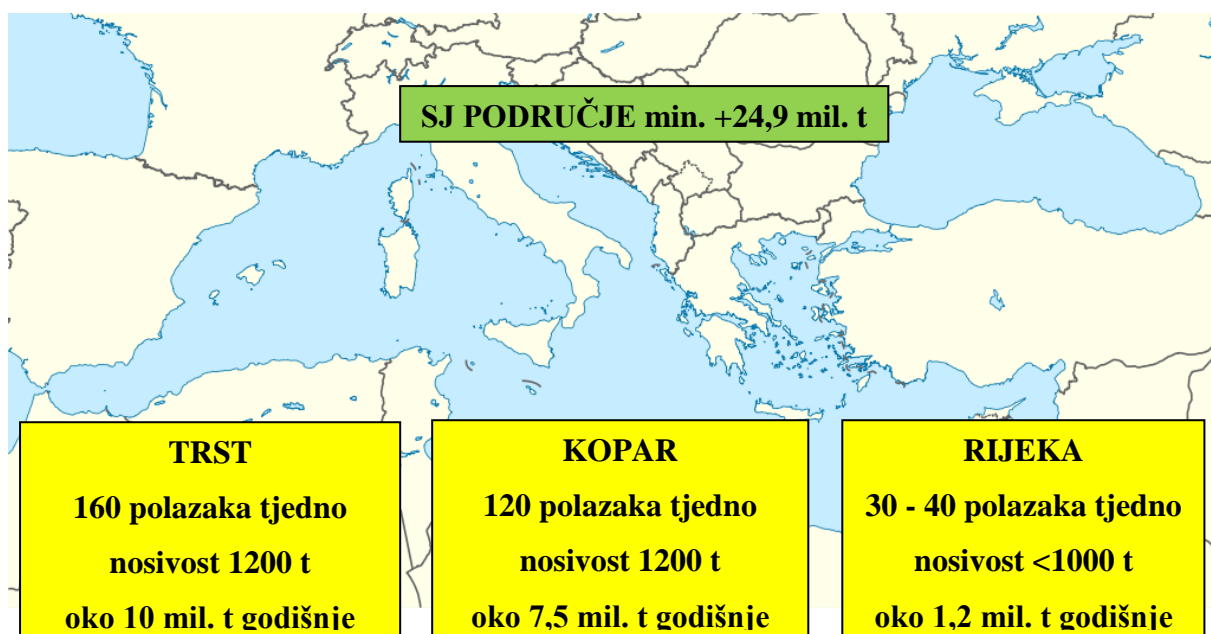
Prostorni kapacitet sjevernojadranskih luka već je u ovom trenutku sposoban prihvatiti ovaj dodatni teret uz dodatno ulaganje i modernizaciju lučkih postrojenja. Luka Rijeka je u svojoj povijesti već imala godišnji pretovar od 20 mil. tona sa sačuvanim prostornim kapacitetima te bi uz sadašnji promet i dodatna ulaganja mogla prihvatiti još 10 mil. tona. Luke Kopar i Trst bi na isti način u kratkom roku mogle prostorno prihvatiti zajedno još 10 mil. tona robe.

#### **6.4.2. Efekti internalizacije eksternih troškova na intenzitet, strukturu i usmjerenost robnih tokova kopnenim koridorima**

Kopneni koridori najveća su kočnica razvoja sjevernojadranskih luka. Sjecište strateških koridora nalazi se upravo u sjevernojadranskom području predstavljajući usko grlo na oba pravca. Iako su cestovno dobro povezane sa zaleđem, usko grlo za sve sjevernojadranske luke predstavlja željeznička infrastruktura. Dodatni teret 20 – 25 mil. tona robe bi promet u sjevernojadranske luke i iz njih učinio nemogućim. Naime, cilj internalizacije eksternih troškova nije preusmjeriti teret prema načelu najkraćeg mogućeg puta prijevoza, a zatim ga razvoziti cestovnim prijevozom. Preduvjet održivog razvitka prometa je moderni željeznički prijevoz. Izgradnja nove željezničke pruge Rijeka – Zagreb kapaciteta 22 mil. tona godišnje rasteretila bi koridor (Pajić, 2012) i omogućila frekvenciju 50 – 60 vlakova na dan kapaciteta 1000 – 1200 t. Rekonstrukcija željezničke pruge Šapjane – Pivka omogućila bi promet od još najmanje 5 mil. tona robe. Izgradnja drugog kolosijeka pruge Kopar – Divača omogućila bi porast frekvencije dnevnih polazaka od sadašnjih 72 (ukupan gradski promet) na 85 – 90 u prvoj fazi, a na 222 u završnoj s ukupnim kapacitetom od 43,4 mil. tona godišnje (Drugi tir, 2018). Sve navedene investicije još su daleko od realizacije te zahtijevaju ogromna financijska sredstva. Luka Trst je 2016. godine modernizirala pristupnu željezničku infrastrukturu i povećala kapacitet pruge za 45 % (Palladini, 2016.). To omogućuje porast frekvencije polazaka s 20 na 30 vlakova dnevno kapaciteta 1200 t po vlaku, a odnosi se samo na teretni promet luke (Campo Marzio) odvojeno od polazaka s ostalih željezničkih kolodvora iz grada Trsta (Rapporto Statistico Annuale, 2017).

Rezultati istraživanja nedvosmisleno pokazuju najveću efikasnost na prometnim pravcima preko Rijeke i Soluna prema Budimpešti i Beču, preko Genoe, Trsta i Rijeke prema Pragu i preko Genoe i Rijeke prema Münchenu. Pri tome pokazuju efikasnost ostalih

sjevernojadranskih luka veću od 99 % na svim ispitivanim prometnim pravcima i po tom kriteriju je baš sjevernojadransko područje najkonkurentnija regija za pretovar tereta na pravcima prema srednjoeuropskim destinacijama. Iz podataka o stanju na kopnenim koridorima vidi se da nijedna od sjevernojadranskih luka ne može sav svoj godišnji teret prevesti željezničkim prijevozom što onda znatno smanjuje njihovu konkurentnost u okviru projekta zelene logistike u prometu, a pada značenje internalizacije eksternih troškova i eventualni pozitivni efekti za sjevernojadransko područje. Dodatni teret samo bi pogoršao protočnost koridora, uzrokovao zagušenje i povisio eksterne troškove (Slika 8.).

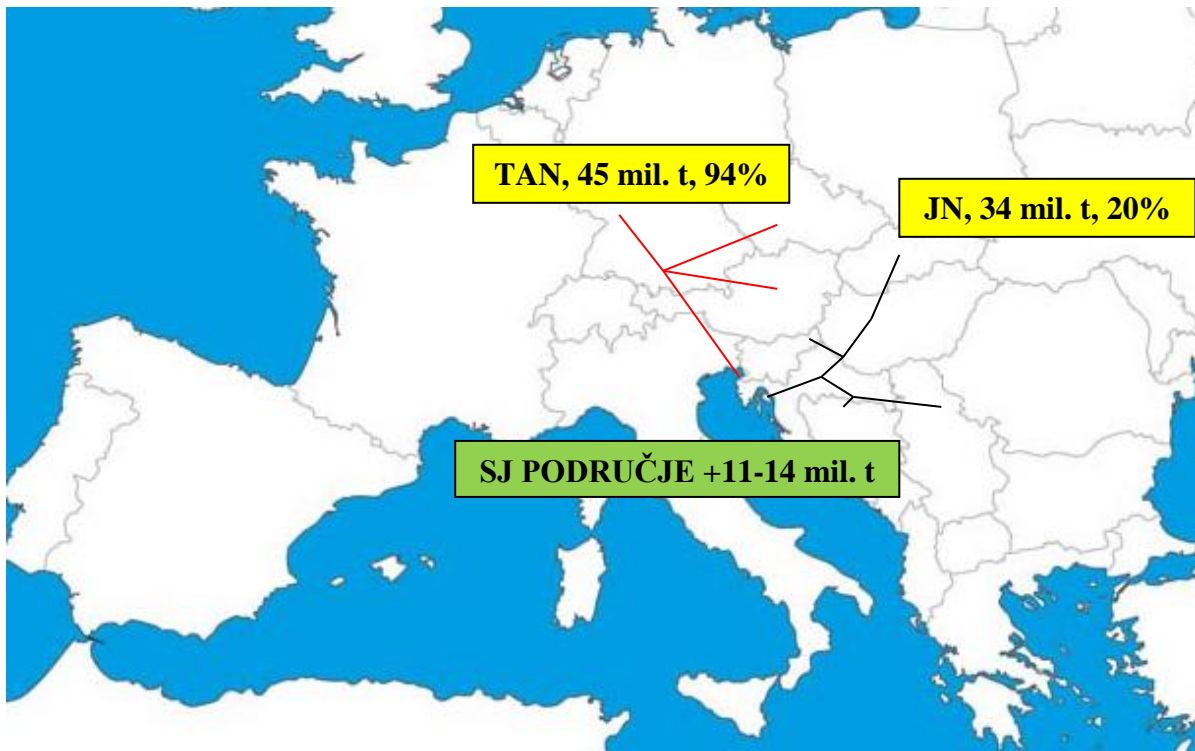


**Slika 8.** Kapacitet željezničkog prijevoza u odnosu na efekte internalizacije eksternih troškova na robne tokove u sjevernojadranskom području (SJ)

Izvor. HŽ, 2017; Port of Koper, 2016; The Port of Trieste, 2016; vlastiti podaci

Treba naglasiti da se 70,6 % prometa luke Trst odnosi na tekuće terete, poglavito naftu i naftne derivate. U okviru potencijalnog dodatnog tereta kao efekta internalizacije eksternih troškova, 11 – 14 mil. tona godišnje odnosilo bi se na tekuće terete. Transalpski naftovod kapaciteta 45 mil. tona godišnje je 2017. g. bio opterećen s 42,4 mil. tona robe (Tal-oil, 2017) te je blizu maksimalnog opterećenja. To znači da bi cjelokupni tekući teret bio usmjeren prema Jadranskom naftovodu kapaciteta 34 mil. tona godišnje (Janaf, 2018), koji je sada iskorišten maksimalno 20 %. U tom bi slučaju luka Rijeka bila sposobna preuzeti cjelokupni teret iz projekcije minimalnih efekata internalizacije eksternih troškova do 2022. g. Uvjet za

to je dostava nafte njemačkim rafinerijama do kojih Jadranski naftovod za sada nema poveznicu (Zemljovid 7.).



**Zemljovid 7.** Efekti internalizacije eksternih troškova na promet tekućih tereta u sjevernojadranskom području (SJ) te iskorištenost kapaciteta Transalpskog (TAN) i Jadranskog naftovoda (JN) u 2017. g.

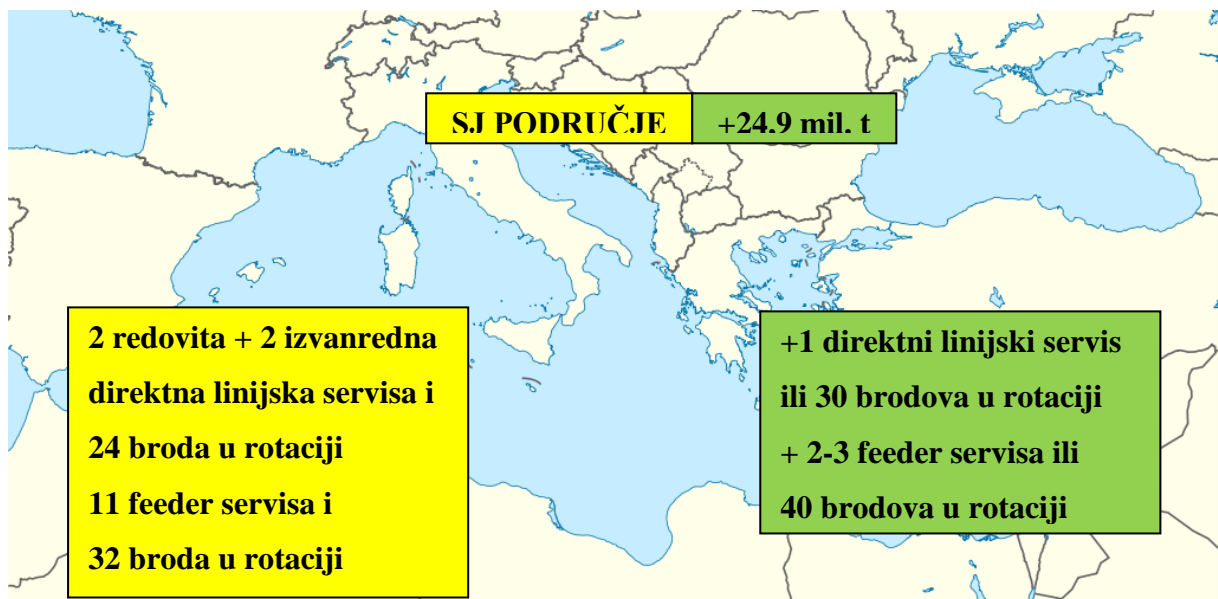
Izvor: Tal-oil, 2017; JANAF, 2018; vlastiti podaci

Dakle, unatoč dovoljnom kapacitetu i dobroj opremljenosti, luka Rijeka ne bi mogla isporučiti taj teret naručitelju pa bi on, u najvećem dijelu, bio izgubljen za sjevernojadransko područje.

Zagušenost koridora i nedostatak poveznica problemi su sjevernojadranskih luka bez obzira na internalizaciju eksternih troškova i njezine efekte. To je dokaz da bez pružanja barem jednako kvalitetne prometne usluge kao konkurentne luke, sjevernojadransko područje ni u uvjetima sveobuhvatne, napredne internalizacije eksternih troškova ne može biti konkurentno. Razvijena prometna mreža u zaleđu ima pri tome odlučujuću ulogu. Uključivanje luke Rijeka u Baltičko-jadranski koridor kao i nastojanje da se dionica Rijeka – Pivka ucrtava u osnovnu TEN-T mrežu ima strateško značenje za sjevernojadransko područje i Republiku Hrvatsku jer je završetak izgradnje infrastrukture osnovne mreže predviđen za kraj 2030. g. te je ostalo relativno malo vremena za pristup fondovima financiranja (Hlača, 2017).

### 6.4.3. Utjecaj eksternih troškova na konsolidaciju pomorskih linija prema sjevernojadranskim lukama

Rezultati provedenog istraživanja utjecaja eksternih troškova na robne tokove predviđaju povećanje robnog prometa u sjevernojadranskom području do 25 %. Sukladno tome, u sjevernojadranskom području povećao bi se broj i/ili frekvencija direktnih linijskih i *feeder* servisa. Dva direktna linijska servisa i 11 *feeder* servisa s pretežno tjednim rotacijama prevezu 97,9 mil. tona tereta godišnje (Hlača, 2017). Dakle, moglo bi se očekivati uvođenje još jednog linijskog servisa ili povećanje broja brodova u rotaciji s 24 na 30 i uvođenje još 2-3 *feeder* servisa ili povećanje brodova u rotaciji s 32 na 40. Luka Rijeka bi, prema modelu i prema raspoloživim kapacitetima, trebala najviše profitirati od potencijalnog pomaka tereta prema sjevernojadranskim lukama (50 %) pa prema tome, i u povećanju broja i frekvencija pomorskih linija. Makroekonomska kretanja, bez obzira na internalizaciju eksternih troškova, također idu u prilog osnaženja pomorskog prometa u pročelju sjevernojadranskih luka (Slika 9.).



**Slika 9.** Projekcija utjecaja internalizacije eksternih troškova na pomorske linije u pročelju sjevernojadranskog područja (SJ) (zeleno) u odnosu na aktualno stanje (žuto)

Izvor: Hlača, 2017; AGCT, 2018; Port of Koper Sailing list, 2018; Updoc site, 2013; vlastiti podaci

Konsolidacija pomorskih linija prema sjevernojadranskim lukama razumljiva je sama po sebi u svjetlu internalizacije eksternih troškova i njezinih ciljeva. Internalizacija pogađa poglavito pomorski prijevoz pa se baš u tom segmentu mogu očekivati promjene. Unatoč

rezultatima istraživanja koja idu u prilog sjevernojadranskim lukama, a osobito luci Rijeka, prema provedenom istraživanju, mogu se očekivati promjene smjera robnih tokova prema Mediteranu, uz jačanje intenziteta i dinamike na pravcima prema mediteranskim lukama, dok se navedene promjene u sjevernojadranskom području mogu očekivati tek u manjem opsegu. Razlozi su poglavito u lošoj željezničkoj prometnoj infrastrukturi, a zatim i činjenici da i danas sjevernojadransko područje skromno participira u mediteranskim robnim tokovima. Unatoč potencijalnom povećanju prometa, bez snažnih investicija u prometnu mrežu u zaleđu, sjevernojadransko područje neće povećati prometnu atraktivnost. Model internalizacije ne može biti tako strog da *a priori* određuje luke pretovara. Pa ako se i poštuje načelo najkraćeg mogućeg puta prijevoza, mora postojati određeno dozvoljeno odstupanje kojim će se, uz plaćanje, moći dosegnuti sve mediteranske luke. Iz rezultata istraživanja može se zaključiti da ovako internalizirani eksterni troškovi ne mogu bitno utjecati na troškove pomorskog prijevoza, a pogotovo unutar Mediterana gdje su udaljenosti između luka relativno kratke. U takvom slučaju robni tokovi kretat će se već konsolidiranim prometnim pravcima prema mediteranskim lukama koje pružaju kvalitetniju prometnu uslugu.

## **6.5. Primjena rezultata istraživanja**

U okviru općih vrijednosti, rezultati istraživanja pomažu osvijestiti i prihvatiti ekološke kriterije kao ravnopravne u odlučivanju kod donošenja poslovnih odluka u sektoru prometa kao i nazočnosti istih u mnogim drugim aspektima života. Ekološki kriteriji prestali su biti avangardni pogledi na svijet, nešto što je moderno ili u trendu, već su postali dio društvene stvarnosti (socioekološki kriterij) koja se suočava sa stvarnim, egzistencijalnim poteškoćama pomirbe čovjeka i okoliša u kojem živi. Klimatske promjene i predviđanja nesigurne budućnosti čine nužnim sveobuhvatna istraživanja ekoloških čimbenika i njihovih utjecaja na sve ljudske djelatnosti. Rezultati ovog istraživanja pokazuju kako su nekad potpuno zanemareni ekološki čimbenici danas postali važni s takvim potencijalom da utječu na društveno-ekonomske odnose. To je ujedno i najveći doprinos istraživanja u teorijskom smislu.

Rezultati istraživanja pokazuju da su eksterni troškovi relevantan kriterij formiranja i konsolidacije robnih tokova, ravnopravan s drugim navedenim kriterijima. Dokazuju da internalizacija eksternih troškova utječe na optimizaciju robnih tokova ističući upravo sjevernojadransko područje kao potencijalni prostor preusmjeravanja i preformiranja robnih



tokova. To je značajan doprinos ovog istraživanja jer ohrabruje strateško planiranje u prometnom sektoru u cilju pripreme i stvaranja pretpostavki za prihvata snažnijeg robnog toka.

U aplikativnom smislu, kao posebna vrijednost ovog istraživanja mogu se istaknuti model i metodologija kojima se mjeri efikasnost prometnog pravca. Podaci dobiveni primjenom ovog modela pomažu donositelju odluke izabrati optimalan prometni pravac, ravnopravno prema kvantitativnom, kvalitativnom i ekološkom kriteriju. Model promovira načelo najkraćeg mogućeg puta prijevoza kao krajnji cilj sva tri kriterija u planiranju robnih tokova. Može ga koristiti svaki dionik logističkog transportnog lanca čiji je interes istodobno smanjiti troškove prijevoza, eksterne troškove i vrijeme prijevoza.

Rezultati istraživanja pokazuju i posljedice provođenja odluka Europske unije u okviru politike održivog razvitka u prometu. U okviru istraživanja, pokazala se važnost, snaga i slabosti pojedinih instrumenata za provođenje takve politike te su na temelju rezultata ponuđene preporuke i smjernice kakve bi mjere europske politike praktično trebalo primijeniti. To se osobito odnosi na oblik internalizacije eksternih troškova koji promiču dokumenti Europske unije (korisnik plaća, onečišćivač plaća) kojim se, prema rezultatima ovog istraživanja, ne mogu ostvariti planirani ciljevi. Rezultati također upućuju na kompleksnost internalizacije eksternih troškova čija primjena nije jednostavna, već zahtijeva sustavnu razradu i testiranje. Na taj način ova disertacija doprinosi usmjeravanju budućih istraživanja.

Ostvarivanje poslovnog interesa u okviru zelene logistike u prometnom sektoru osobit je interes sjevernojadranskog područja. Rezultati pokazuju koji su preduvjeti potrebni i s kojim se poteškoćama potrebno suočiti da bi se iskoristile geoprometne i socioekološke prednosti i privukli robni tokovi. Istaknut je i poseban poslovni interes za luku Rijeka i Republiku Hrvatsku.

Principi održivosti i održivi razvitak nezaobilazna su tema u svim djelatnostima, a posebno u prometnom sektoru. Tema s kojom se nekad posao završavao kao poseban kvalitativni iskorak danas je tema s kojom svaki posao započinje. Rezultati istraživanja imaju edukativnu vrijednost i pokazuju do kojeg stupnja principi održivosti utječu na poslovni svijet i koliki će takav potencijal imati u budućnosti.

## 7. ZAKLJUČAK

Socioekološki kriterij formiranja robnih tokova može značajno utjecati na promjenu dinamike, intenziteta i smjera konsolidiranih, svjetskih robnih tokova. Rezultati istraživanja u potpunosti potvrđuju postavljenu znanstvenu hipotezu koja glasi:

*Internalizacija eksternih troškova u vrijednost prometne usluge na prometnim pravcima uvelike će utjecati na formiranje i konsolidaciju robnih tokova u sjevernojadranskom području. Ne umanjujući važnost geoprometnih, društveno-gospodarskih i ostalih logističkih čimbenika, robni će se tokovi u sjevernojadranskom području u perspektivi formirati, strukturirati i konsolidirati u zavisnosti od eksternih troškova kao relevantnog socioekološkog kriterija. Stoga, internalizacija eksternih troškova predstavlja očekivanu i potencijalno novu priliku za afirmaciju i prosperitet sjevernojadranskog prostora u kontekstu konkurentnog prometnog okruženja i interesnih tržišta.*

Rezultati istraživanja sugeriraju uvjete i mjere koji su potrebni da do takvih kretanja dođe. Sjevernojadransko područje ima potencijal participirati u takvoj, novoj konstelaciji odnosa na tržištu prometnih usluga. O veličini participacije odlučuje spremnost sjevernojadranskih luka za pružanje visokokvalitetne prometne usluge kao i odlučnost i stupanj praktične primjene principa održivog razvitka u prometu od strane Ujedinjenih naroda, Europske unije i gospodarski najrazvijenijih zemalja svijeta. Modernizacija luke Rijeka, izgradnja mreže željezničkih pruga u zaleđu i odgovarajućih poveznica Jadranskog naftovoda strateške su potrebe i interes Republike Hrvatske kojima bi se realizirale osnovne pretpostavke za skretanje postojećih robnih tokova prema sjevernojadranskom području, kao i pretpostavke za privlačenje novih robnih tokova koji bi se u sjevernojadranskom području formirali kao rezultat uvažavanja i provođenja principa održivosti prometa i prometne usluge.

Rezultati istraživanja u ovom radu daju odgovore na sva hipotetička pitanja koja su unutar plana i cilja istraživanja postavljena na samom početku istraživanja. Navedeni odgovori ogledaju se u sljedećim relevantnim zaključcima na teme istraživanja:

- u sadašnjim uvjetima poslovanja, uzimajući u obzir pozitivne propise i praksu u području zaštite okoliša te važeće, jedinične cijene zagađivača, nema statistički značajnih razlika u troškovima intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza u

varijantama s internaliziranim eksternim troškovima i bez njih na analiziranim prometnim pravcima; na nekim pravcima rezultati, samo uvjetno, pokazuju granične vrijednosti

- komparativnom analizom konkurentnosti sjevernojadranskih luka i pravaca, nedvojbeno je utvrđeno da revalorizacija sjevernojadranskog područja s aspekta eksternih troškova ističe konkurentnost sjevernojadranskih luka u odnosu na alternativne mediteranske, crnomorske, a osobito sjevernomorske luke, i to već u trenutnim okolnostima; pritom se striktnom primjenom propisa Europske unije iz područja održivog transporta očekuje još veća konkurentnost sjevernojadranskih luka; primjenom „načela naprednog oblika“ internalizacije eksternih troškova utvrđenog u ovom istraživanju, a osobito „načela selektivnosti“, može se prognozirati preusmjeravanje robnih tokova i značajno veći intenzitet robnih tokova u sjevernojadranskom području
- analizom ponašanja troškova prijevoza na analiziranim prometnim pravcima utvrđeno je da ne postoji statistička veza zavisnosti troškova prijevoza i udaljenosti prijevoza u analiziranom integralnom, intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu i u pomorskom segmentu intermodalnog prijevoza; istovremeno je dokazana potpuna veza, odnosno zavisnost eksternih troškova i udaljenosti prijevoza u istim modalitetima prijevoza; na taj je način potvrđena ključna uloga prostorne komponente održivog prometa te je afirmirano načelo najkraćeg puta prijevoza
- analizom omeđivanja podataka, unutar postavljenog modela istraživanja, određeni su optimalni prometni pravci prema ciljanim srednjoeuropskim destinacijama s aspekta troškova prijevoza, eksternih troškova i vremena prijevoza pod uvjetom najkraćeg puta kao principa i kriterija održivosti u prometnom sektoru; slijedom toga, modelom vrednovanja i efekata eksternih troškova, proizlazi da su optimalni prometni pravci iz smjera Sueskog kanala, u zavisnosti od analiziranih srednjoeuropskih destinacija, sljedeći: prema Budimpešti i Beču optimalni su pravci preko Rijeke i Soluna, prema Pragu optimalni su pravci preko Rijeke, Trsta i Genoe, a prema Münchenu optimalni su pravci preko Rijeke i Genoe; ujedno je analizom efekata eksternih troškova na formiranje i konsolidaciju robnih tokova procijenjeno da je efikasnost na prometnim pravcima iz smjera Sueskog kanala preko sjevernojadranskih luka veća od 99 % prema svim analiziranim srednjoeuropskim odredištima (destinacijama); prometni pravci iz smjera Sueskog kanala preko sjevernoeuropskih luka nisu efikasni ni prema jednoj

analiziranoj srednjoeuropskoj destinaciji; rezultati su jednaki bez obzira na opseg poslovanja, odnosno intenzitet, tj. volumen robnih tokova na prometnim pravcima

- uvažavanjem socioekološkog kriterija kao čimbenika održivog razvitka i kriterija konkurentnosti prometnog pravca u sjevernojadranskom području, rezultati istraživanja upućuju na potencijalni rast prometa u sjevernojadranskom području koji bi u petogodišnjem razdoblju iznosio do 25 %; navedeno bi povećanje u realnim uvjetima bilo znatno niže zbog nedovoljnog kapaciteta željezničke infrastrukture u sjevernojadranskom prostoru i nedostatku poveznica Jadranskog naftovoda s područjima najveće potražnje za tekućim teretom; pritom treba istaknuti da bi sjevernojadranske luke mogle kapitalizirati navedene komparativne prednosti samo u uvjetima pružanja približno jednako kvalitetne prometne usluge u odnosu na analizirane konkurentne luke u okruženju
- predloženi model analize utjecaja eksternih troškova na formiranje robnih tokova u sjevernojadranskom području u realnim uvjetima predviđa mogućnost značajnog rasta intenziteta robnih tokova u sjevernojadranskom području kao posljedicu potencijalne, striktno i obvezatne primjene propisa Europske unije o održivom razvitku prometa respektiranjem socioekološkog kriterija kao kriterija konkurentnosti i održivosti prometnog pravca
- rezultati modela vrednovanja eksternih troškova potvrđuju značaj i potrebu strateškog planiranja robnih tokova, prometne ponude i kapaciteta u određenom prometnom prostoru koje, uz uvažavanje geoprometnih, društveno-gospodarskih, i ostalih logističkih (organizacijskih, kvalitativnih...) čimbenika valorizacije prometnog pravca, svakako treba uvažavati i socioekološke čimbenike, među kojima su eksterni troškovi bitan reprezentant istih; navedena hipoteza rezultat je istraživanja modela unutar kojega je istraživanje ograničeno i usmjereno na sjevernojadranski prostor i prometno okruženje, ali je kao takva primjenjiva i u kontekstu ostalih prometnih prostora i tržišta formiranja robnih tokova.

Podizanje svijesti o socioekološkim kriterijima valorizacije prometnog pravca relevantan je teorijski i aplikativni doprinos ovog istraživanja. Prema socioekološkom kriteriju, prijevoz prvog izbora je prijevoz najmanjeg štetnog utjecaja na okoliš i zdravlje. Slijedom toga je unutar robnog prometa intermodalni, pomorsko-željeznički prijevoz (željeznicom na električni pogon) optimalan oblik prijevoza i prijevozne usluge, te je put prvog izbora ujedno i najkraći put.

Iz provedenog istraživanja proizlazi da je jedinični eksterni trošak tereta po jedinici prijeđenog puta relativno jednak u pomorskom i željezničkom prijevozu na analiziranim prometnim pravcima, a da je u isto vrijeme željeznica na električni pogon kao prijevozno sredstvo ekološki prihvatljivija (posebice onda kad se električna struja ne proizvodi iz fosilnih goriva). Eksterni troškovi pomorsko-željezničkog prijevoza pretežno su „okolišni“, tj. odnose se na utjecaj ovog oblika prijevoza na okoliš, a udio prometnih zagušenja i nezgoda je u usporedbi s ostalim vrstama prijevoza zanemariv. Ujedno, okolišni eksterni troškovi su ujedno i najlakše mjerljivi te ih je u tom kontekstu moguće sustavno pratiti i kontrolirati.

Politika i tendencije preusmjeravanja robnog prometa s cestovnog na željeznički prijevozni modalitet upravo se temelji na niskim eksternim troškovima u željezničkom prijevozu u odnosu na cestovni prijevoz. Unatoč tome, trendovi razvoja pokazuju suprotne tendencije budući da se sve više tereta prevozi cestom. Cestovna infrastruktura je toliko razvijena da omogućuje dostupnost gotovo svakom odredištu i poslovnom subjektu u razvijenim zemljama. U poslovnom smislu, cestovna prometna mreža ima neusporedive i neosporive prednosti nad željezničkom te svaka ili gotovo svaka prometna usluga uključuje i segment cestovnog prijevoza. Afirmacija cestovnog prijevoza prisutna je i u ekonomskom smislu. Analizom troškova prijevoza na prometnim pravcima u ovom istraživanju, u cestovnoj varijanti prijevoza zabilježeni su niži troškovi u usporedbi s željezničkim prijevozom.

Znanstvena hipoteza u ovoj disertaciji proizlazi između ostaloga i iz obvezujućih dokumenata Ujedinjenih naroda i Europske unije, a posebno Bijele knjige iz 2011. godine prema kojima je održivi razvitak prometa onaj oblik razvitka prometa koji nema alternativu. Elementi održivog razvitka kao što su eksterni troškovi u prometu i njihova internalizacija će unutar provođenja spomenute politike i obvezujućih mjera i aktivnosti održivog razvitka prometa definitivno utjecati na prestrukturiranje i formiranje robnih tokova.

Dokazavši definiranu znanstvenu hipotezu istraživanja da socioekološki čimbenici i eksterni troškovi kao relevantni reprezentanti istih imaju ključnu ulogu u formiranju i konsolidaciji robnih tokova, rezultati istraživanja kroz predloženi model pokazuju kako se mjerenjem efikasnosti prometnog pravca može odabrati optimalni put prijevoza poštujući istovremeno principe održivosti i poslovni interes. Dobiveni se rezultati mogu koristiti kao konkretna podloga za planiranje robnih tokova te svih čimbenika formiranja prometne ponude (kvalitete prometne usluge, kapaciteta prometne infrastrukture i suprastrukture i sl.) kako bi ponuda na kompetitivni način odgovorila potrebama prometne potražnje i apsorbirala postojeće i potencijalno novoformirane robne tokove.

Rezultati istraživanja u ovom radu potvrđuju hipotetičku pretpostavku da je internalizacija eksternih troškova ključan postupak kojim se realizira optimizacija robnih tokova sa socioekološkog aspekta čije uvažavanje postaje sve veći prioritet prometne politike. Navedeni postupak i oblik internalizacije eksternih troškova može biti jednostavan ili složen (napredan) te se u zavisnosti od oblika i stupnja primjene internalizacije eksternih troškova mogu prejudicirati minimalni i maksimalni scenarij utjecaja eksternih troškova na formiranje robnih tokova u sjevernojadranskom području. Drugim riječima, s učešćem od 10 % u troškovima prijevoza, eksterni troškovi ne mogu bitno utjecati na poslovne odluke o eventualnim promjenama smjerova kretanja roba i tereta te se predlaže da eksterni troškovi u ukupnim troškovima prijevoza participiraju minimalno s 20 % kako bi internalizacija eksternih troškova ostvarila svoj cilj. Uvođenje i primjena mjera internalizacije eksternih troškova nije ni jednostavna ni laka, jer će njena primjena u perspektivi imati značajan utjecaj na globalne trgovinske, odnosno društveno-ekonomske odnose u kojima neki vide svoju tržišnu priliku, a drugi je istovremeno gube.

Rezultati ovog istraživanja pokazuju kako pojedini oblici primjene internalizacije eksternih troškova ne moraju imati nužan utjecaj na robne tokove. Neselektivnim povećanjem jedinične cijene CO<sub>2</sub> ukupni troškovi pomorsko-željezničkog i pomorsko-cestovnog prijevoza na analiziranim prometnim pravcima prema Budimpešti su jednaki. Naime, učešće vrijednosti emisije CO<sub>2</sub> u eksternim troškovima željezničkog prijevoza je 77 %, a u eksternim troškovima cestovnog prijevoza samo 16 %. Unatoč tome što su eksterni troškovi u cestovnom prijevozu 12 – 30 puta veći nego u željezničkom, učešće vrijednosti emisije CO<sub>2</sub> u strukturi ukupnih eksternih troškova cestovnog prijevoza je preskromno, a u željezničkom prijevozu preveliko da bi ukupni troškovi željezničkog prijevoza bili konkurentniji. U okolnostima podjednakih troškova, logistički operator uvijek odabire cestovnu varijantu prijevoza.

U praksi, eksterni troškovi cestovnog prijevoza ne mogu se izbjeći. Robni tokovi cestovnog prijevoza su konsolidirani i ne mogu se lako degradirati, s obzirom na sve prednosti cestovnog prijevoza. Udio eksternih troškova cestovnog prijevoza u ukupnim eksternim troškovima intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza u ovom istraživanju iznosi od 46,65 % do 65,42 %. Ovako visoki udio u ukupnim eksternim troškovima olakšava primjenu mjera internalizacije jer se, za razliku od željezničkog prijevoza, radi o značajnim apsolutnim vrijednostima u odnosu na ukupne troškove prijevoza.

Što je veća razlika između najniže i najviše apsolutne vrijednosti eksternih troškova na prometnim pravcima prema istoj destinaciji i što je veće učešće eksternih troškova u troškovima prijevoza, veći će biti efekti internalizacije eksternih troškova.

Prema ovom istraživanju, načela „korisnik plaća“ i „zagađivač plaća“, koja se ističu kako u Bijeloj knjizi, tako i u Strategiji prometnog razvitka Republike Hrvatske, ne utječu na formiranje pa prema tome ni na optimizaciju robnih tokova. Primjenom spomenutih načela potencijalno ne bi došlo do povećanja robnog prometa u sjevernojadranskom području. Glavni razlog tomu je nastavak činjenja štete prema okolišu i zdravlju. Takvim pristupom ne samo da se ne poštuje svrha uvođenja principa održivosti, već se, prema prezentiranim, aktualnim, jediničnim cijenama onečišćivača i visinama troškova prijevoza, isplati platiti i nastaviti činiti štetu.

Iako efikasne prema svim analiziranim srednjoeuropskim destinacijama, luke sjevernojadranskog područja nisu konkurentne u stavkama troškova pomorskog prijevoza. Ni sedam dana duže vrijeme prijevoza, ni dvostruko veći troškovi željezničkog prijevoza (proporcionalno zbog veće udaljenosti destinacije), ni ukupni jedinični troškovi veći i do 1500 €/TEU u odnosu na sjevernojadranske pravce ne mogu ugroziti konsolidirane robne tokove sjevernoeuropskih luka.

Troškovi pomorskog prijevoza glavni su kompetitivni adut sjevernoeuropskih luka. Unatoč tome što unutar intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza na analiziranim prometnim pravcima troškovi željezničkog prijevoza čine veću stavku u ukupnim troškovima, očito je da nisu faktor konkurentnosti i da je pomorski robni tok onaj koji definira daljnji smjer robnog toka. U sadašnjim okolnostima pomorski prijevoz nema alternativu jer su pomorski prometni pravci slobodni i neograničenog kapaciteta. U ekološkom smislu, alternativa pomorskom prijevozu danas je pomorski prijevoz najmanje moguće štete.

U intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu vrijeme prijevoza najviše zavisi od duljine pomorskog segmenta putovanja. Što je pomorski segment kraći, i vrijeme prijevoza je kraće. Zbog malih brzina u pomorskom prometu razlike su po prometnim pravcima značajne. Razlika između najkraćeg i najduljeg vremena prijevoza na analiziranim prometnim pravcima prema istim srednjoeuropskim destinacijama u ovom istraživanju iznosi 7 dana. Ovaj podatak ne samo što ukazuje na bitne razlike u visinama eksternih troškova na prometnim pravcima prema istoj destinaciji, nego i na bitne razlike u kvaliteti pružene prometne usluge u vremenskoj komponenti prijevoza. U kontekstu formiranja robnih tokova, vremenska komponenta, očito kvalitativno nepovoljna za sjevernoeuropske luke, govori o snazi konsolidiranih robnih tokova prema zapadnoj i sjevernoj Europi koje ne može narušiti ni tako očita i bitna vremenska razlika u isporuci prometne usluge, djelatnosti u kojoj vremenska i financijska komponenta imaju gotovo esencijalno značenje.

Eksterni troškovi pomorskog prijevoza označeni su kao najvažniji cilj djelovanja mjera internalizacije. U tom cilju nužna je primjena naprednog oblika internalizacije eksternih troškova koji osim plaćanja troškova štete predviđa i plaćanje preventivnih troškova, selektivnu primjenu i mjere ograničenja koje, zapravo, predstavljaju zabranu daljnjeg činjenja štete.

Znanstveni i aplikativni doprinos ovog istraživanja je ponuđeni model koji, uvažavajući istovremeno kvantitativni (trošak prijevoza), kvalitativni (vrijeme prijevoza) i socioekološki (eksterni trošak) kriterij, na temelju pripremljenih ulaznih podataka metodom analize omeđivanja podataka određuje optimalni prometni pravac i na taj način utječe na donositelja odluke i pridonosi optimizaciji robnih tokova.

Kroz predloženi model, rezultati istraživanja ukazuju na potrebu usklađivanja troškova prijevoza, eksternih troškova i vremena prijevoza te na potrebu njihova svodenja na optimalnu mjeru. Model nudi i podatke koliko i na koje stavke prijevozne usluge treba utjecati da bi se postigla maksimalna relativna efikasnost prometnog pravca. Tako se provedenom analizom može zaključiti da se stavke troškova prijevoza s jedne strane te stavke eksternih troškova i vremena prijevoza s druge strane ponašaju u potpunosti neovisno jedni od drugih. Naprotiv, stavke eksternih troškova i vremena prijevoza su međusobno zavisne te rastu ili padaju proporcionalno. Kroz pojam i princip zadane udaljenosti, ponuđeni model također afirmira načelo najkraćeg prijevoznog puta i dokazuje funkcionalnu vezu eksternih troškova i prostorne komponente prijevoza.

U dosadašnjim istraživanjima čimbenika formiranja robnih tokova u sjevernojadranskom području selektivno su analizirani kvantitativni ili kvalitativni kriteriji konkurentnosti prometnih pravaca, te je višekriterijskim analizama ispitivan njihov istodobni utjecaj, pri čemu se u dosadašnjim istraživanjima nisu analizirali relevantni socioekološki kriteriji, tj. eksterni troškovi. S obzirom na geoprometni položaj sjevernojadranskog područja i ulogu prostorne komponente eksternih troškova, rezultati istraživanja ukazuju na konkurentnost sjevernojadranskog područja upravo prema socioekološkom kriteriju.

Potpuna internalizacija eksternih troškova interes je i prilika sjevernojadranskog područja i Republike Hrvatske u mogućnosti povratka izgubljenih tržišta prometnih usluga i značajnijeg utjecaja na tržištu srednjoeuropskih zemalja. Povećanje robnog prometa u sjevernojadranskom području do 25 %, od čega bi potencijalno najviše profitirala luka Rijeka (s povećanjem prometa od potencijalno 50 %), ostvarivo je po maksimiziranom scenariju: da se primijeni napredni oblik internalizacije eksternih troškova uključujući mjere ograničenja i da je sjevernojadransko područje spremno prihvatiti novu robu.



Definiranje oblika internalizacije eksternih troškova koji će se primijeniti zahtijeva posebno, kompleksno i dubinsko istraživanje koje bi trebalo obuhvatiti interdisciplinarna znanja i problematiku društveno-ekonomskih odnosa što nije bio predmet i cilj ovoga rada. Sukladno preporukama o načinu uvođenja mjera internalizacije eksternih troškova procjenjuje se da se radi o kombiniranim, političko-tržišnim mjerama o kojima se ne odlučuje u lokalnim i regionalnim jedinicama uprave pa tako ni u sjevernojadranskom području. U tom smislu, sukladno rezultatima dobivenim u ovom istraživanju, preporuke u kontekstu internalizacije eksternih troškova odnose se na uvođenje što opsežnijih i cjelovitijih mjera i aktivnosti koje je, naravno, potrebno i formalizirati.

Pružanje visoko kvalitetne prometne usluge u sjevernojadranskim lukama u isključivoj je nadležnosti lokalne i regionalne, moguće i nacionalne uprave, što znači da se mjere u cilju planiranja konkurentne prometne usluge, odnosno planiranja prometne ponude sukladno zahtjevima prometne potražnje, mogu poduzimati čim se donesu odgovarajuće odluke sukladno aktualnim konstelacijama. Na taj bi način sjevernojadranske luke bile spremne prihvatiti nove količine tereta, koji se prema rezultatima modela vrednovanja eksternih troškova može očekivati u uvjetima uvažavanja socioekoloških kriterija (eksternih troškova) koji podrazumijevaju i provođenje mjera internalizacije eksternih troškova. Pritom treba naglasiti da su poboljšanje kvalitete prometne usluge, ulaganje u luke i intermodalne terminale na kopnu, razvojni projekti koji nezavisno uvažavaju socioekološki kriterij konkurentnosti prometnog pravca i internalizacije eksternih troškova, i predstavljaju preduvjet razvoja i progressa u poslovanju, a njihovo je planiranje uvjetovano tržišnim konstelacijama i uvjetima poslovanja (ponude i potražnje) unutar kojih će i uvažavanje socioekoloških kriterija konkurentnosti zasigurno postati relevantan čimbenik afirmacije prometnog pravca.

Slobodno tržište regulira se samostalno zakonima ponude i potražnje, koje direktno ili indirektno uvjetuju brojni čimbenici. Eksterni troškovi kao jedan od tih čimbenika dugoročno će utjecati na odnose na tržištu prometnih usluga. Oni doduše nisu podložni klasičnim tržišnim zakonitostima ponude i potražnje, budući da veća potražnja za prometnom uslugom povećava, a ne smanjuje cijenu u segmentu eksternih troškova. Poslovni interes je ostvarivanje viška vrijednosti u što kraćem roku, a interes principa održivosti je dugoročan. Eksterni troškovi čine prometnu uslugu skupljom, manje konkurentnom i mijenjaju odnose na tržištu. Ove kontradikcije su posljedica uplitanja principa održivosti u slobodno tržište i ne može se očekivati da ih tržište samostalno riješi. Principi održivosti teško se prihvaćaju u poslovnom svijetu, te je u promociji tzv. zelene logistike nužna temeljita i sveobuhvatna edukacija, ali i legislativa.

Temeljem strateških dokumenata Ujedinjenih naroda, Europske unije i Republike Hrvatske, kao i temeljem provedenog istraživanja u ovom radu može se zaključiti da:

Eksterni troškovi prometa postaju bitan čimbenik prometnog planiranja i odlučivanja koji impliciraju sve veći utjecaj na intenzitet, strukturu i pravce formiranja i konsolidiranja robnih tokova na tržištu prometnih usluga.

U tom je smislu dokazana i osnovna znanstvena hipoteza ovoga istraživanja koja u teorijskom i aplikativnom smislu predstavlja značajnu argumentaciju za isticanje važnosti socioekoloških čimbenika i eksternih troškova kao relevantnih čimbenika prometnog planiranja i odlučivanja.

## LITERATURA

- [1] Acciaro, M.: *Corporate responsibility and value creation in the port sector*, International Journal of Logistics Research and Applications, Vol. 18, Issue 3: Strategizing Port Logistics Management and Operations for Value Creation in Global Supply Chains, 2015, pp. 291-311.
- [2] Adriatic Gate Container Terminal, Rijeka, 2018. <http://www.ictsi.hr/index.php/hr/o-nama> (6.10.2018.)
- [3] AGCT, Rijeka, 2018. <http://www.ictsi.hr/index.php/hr/servisi/brodske-linije> (6.10.2018.)
- [4] Ambrosino, D., Ferrari, C., Sciomachen, A., Tei, A.: Intermodal nodes and external costs: Re-thinking the current network organization, Research in Transportation Business & Management, Vol. 19, 2016, pp. 106-117. DOI:10.1016/j.rtbm.2016.05.001
- [5] Aronietis, R., Van de Voorde, E., Vanelslander, T.: *Port competitiveness determinants of selected European ports in the containerized cargo market*, European Transport Conference Proceedings, Glasgow, UK, 2010.
- [6] Asić, A.: *Analiza efikasnosti putničkih luka u Republici Hrvatskoj*, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 25, No. 1, 2011, str. 71-86.
- [7] Austin, D.: *Pricing Freight Transport to Account for External Costs*, Congressional Budget Office, Washington, D.C., 2015.
- [8] Banister, D., Berechman, Y.: *Transport Investment and the Promotion of Economic Growth*, Journal of Transport Geography, Vol. 9, No.3, 2001, pp. 209-218. DOI:10.1016/S0966-6923(01)00013-8
- [9] Banxia Software: Frontier Analyst, Data Envelopment Analysis Software, 2018. <https://banxia.com/frontier/> (6.10.2018.)
- [10] Bešković, B., Jakomin, L., Challenges of Green Logistics in Southeast Europe Promet – Traffic & Transportation, Vol. 22, No.2, 2010, str. 147-155. DOI: <https://doi.org/10.7307/ptt.v22i2.174>
- [11] Bogović, T.: *Ocjena učinkovitosti upravljanja hrvatskim gradovima metodom omeđivanja podataka (AOMP)*, Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike Varaždin, 2014.
- [12] Božičnik, S.: *Advantages and Perspectives of North Adriatic Ports and BAC for Sustainable European Regional Development*, University of Maribor, Slovenia, Port of

- Rijeka Gateway to Adriatic-Baltic Core Network Corridor, Opatija, November 20-22<sup>th</sup> 2017.
- [13] Break Bulk Services, 2018. [www.breakbulk.ro](http://www.breakbulk.ro) (6.10.2018.)
- [14] Brnjac, N.: *Analiza modalne razdiobe i stanje intermodalnog prijevoza u RH*, Željeznice 21, Vol. 13, No. 2, Zagreb, 2014, str. 7-16.
- [15] Bughin, J., Lund, S., Manyika, J.: *Harnessing the power of shifting global flows*, McKinsey & Company, McKinsey Quarterly, February, 2015.  
[http://www.mckinsey.com/insights/business\\_technology/harnessing\\_the\\_power\\_of\\_shifting\\_global\\_flows](http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/harnessing_the_power_of_shifting_global_flows) (3.10.2018.)
- [16] CMA CGM, Export Sailing Schedule 2018. <https://www.cma-cgm.com/static/AE/attachments/Vessel%20Schedule%20Week%2032%20-2018.pdf>. (6.10.2018.)
- [17] Cooper, W.W., Seiford, L.M., Tone, K.: *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references, and DEA-Solver software*, Boston: Kluwer Academic, 2000.
- [18] Cost of carbon.org, Social cost of carbon pollution fact sheet, The cost of carbon pollution project, Environmental Defense Fund, the Institute for Policy Integrity, and the Natural Resources Defense Council, New York, USA, 2014.  
[http://costofcarbon.org/files/Cost\\_of\\_Carbon\\_Fact\\_Sheet.pdf](http://costofcarbon.org/files/Cost_of_Carbon_Fact_Sheet.pdf) (5.10.2018.)
- [19] Cukrov, M.: *Model implementacije sustava morskih autocesta u funkciji zaštite okoliša*, Doktorska disertacija, Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2016.
- [20] Dejan, D., Intihar, M., Prah, K., Kramberger, T.: *Forecasting of Maritime cargo flows to support the planning activities in Napa ports - The Preliminary Research Study*, Celje: University of Maribor, 2013, p. 105.
- [21] Demker, G.: *Freight transport– how to make it sustainable*, Sustainable Baltic Region, Chapter 9, Teaching Materials, Uppsala University, Sweden, 2012.  
[www2.balticuniv.uu.se/.../1375-chapter-9-freight-transport--how-...](http://www2.balticuniv.uu.se/.../1375-chapter-9-freight-transport--how-...) (5.10.2018.)
- [22] Dizdar, D.: *Kvantitativne metode*, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Kineziološki fakultet: Zagreb, 2006.
- [23] Došlić, T., Vrgoč, D.: *Vjerojatnost i statistika*, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet: Zagreb, 2008.
- [24] Drugi Tir, 2018. <http://www.drugitir.si/drugi-tir/opis>

- [25] Dundovic, Č., Hess, S.: *Competitiveness of the North Adriatic Ports in Various Cargo Flows on Selected Transport Routes*, Promet-Traffic-Traffico, Vol. 17, No. 4, 2005, pp. 205-216.
- [26] Dundović, Č., Jurić, M., Kolanović, I.: *Comparative analysis of external costs of different means of transport*. Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 27, No. 2, 2013, str. 351-360.
- [27] DZS RH, Statističko izvješće 1587, Intemodalni transport u 2014. i 2015., Zagreb, 2016.
- [28] DZS, Statistički ljetopis Republike Hrvatske 2017, Zagreb, str. 395-396.
- [29] EC, The Barcelona Convention, 1995.  
[http://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/barcelona-convention/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/marine/international-cooperation/regional-sea-conventions/barcelona-convention/index_en.htm) (4.10.2018.)
- [30] EC, European Commission, White paper, European transport policy for 2010: time to decide, COM (2001) 370 final, Brussels, 2001
- [31] EC, The Greening Transport Package, 2008,  
[https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2008\\_greening\\_transport\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2008_greening_transport_en) (5.10.2018.)
- [32] EC, White paper, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, 2011. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:EN:PDF> (4.10.2018.)
- [33] EC, Internalisation of transport external costs, 2014.  
[http://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/internalisation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/themes/sustainable/internalisation_en.htm) (4.10.2018.)
- [34] EC, INEA, Connecting Europe Facility (CEF), 2018.  
<https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility> (3.10.2018)
- [35] EC, Infrastructure-TEN-T-Connecting Europe, TransEuropean Transport Network, 2018.  
[https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure_en) (3.10.2018.)
- [36] EC, Mobility and Transport, Baltic Adriatic, 2018. :  
[https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/baltic-adriatic\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/baltic-adriatic_en) (6.10.2018.)
- [37] EC, Mobility and Transport, The Corridors, 2018.  
[https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/ertms/corridors\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/ertms/corridors_en) (6.10.2018.)
- [38] EC, Mobility and Transport, The Mediterranean Corridor, 2018.  
[https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/ertms/corridors/mediterranean-corridor\\_en](https://ec.europa.eu/transport/modes/rail/ertms/corridors/mediterranean-corridor_en) (6.10.2018.)
- [39] EcoTransIT World, 2016. <https://www.ecotransit.org/calculation.en.html> (6.10.2016.)

- [40] EcoTransIT World, Methodology and Data Update, 2016.  
[https://www.ecotransit.org/download/ETW\\_Methodology\\_Background\\_Report\\_2016.pdf](https://www.ecotransit.org/download/ETW_Methodology_Background_Report_2016.pdf)  
 (6.10.2018.)
- [41] Eidhammer, O., Andersen, J.: *The logistics and forwarding industry, Development and supply of services*, TOI Report 1019/2009, Institute of Transport Economics, Oslo, Norway, 2009.  
<https://www.toi.no/getfile.php/1312255/Publikasjoner/T%C3%98I%20rapporter/2009/1019-2009/sum-1019-2009.pdf> (5.10.2018.)
- [42] Electricity General Industry, Ecocost, 2018. [www.ecocostsvalue.com](http://www.ecocostsvalue.com) (6.10.2018.)
- [43] EU Strategy for the Adriatic and Ionian Region, EUSAIR 2017. <http://www.adriatic-ionian.eu/> (6.10.2018.)
- [44] EUR-lex, Seventh Framework Programme (2007 to 2013), 2014. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3Ai23022> (4.10.2018)
- [45] EUR-lex, Pariški sporazum, 2016. [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)&from=HR](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:22016A1019(01)&from=HR) (5.10.2018.)
- [46] European Commission, A sustainable future for transport — Towards an integrated, technology-led and user-friendly system, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2009, 26 pp. <https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/fp7/coop/fp7-transport-2009-future-of-transport.pdf> (4.10.2018.)
- [47] European Commission, Detailed Implementation Plan for Motorways of the Sea, 2016.  
<http://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility/cef-transport/cef-transport-motorways-sea> (5.10.2018.)
- [48] European Commission, Transport, Marco Polo, 2016.  
[http://ec.europa.eu/transport/marcopolo/about/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/marcopolo/about/index_en.htm) (5.10.2018.)
- [49] Eurostat Statistics, 2017. [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/National\\_accounts\\_and\\_GDP](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/National_accounts_and_GDP) (6.10.2018.)
- [50] Eurostat, 2017.  
[http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama\\_10\\_gdp&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama_10_gdp&lang=en)  
 (6.10.2018.)
- [51] Fabian, A., Krmpotić, M.: *Analiza kontejnerskog prometa u pomorskim robnim tokovima*, Pomorski zbornik, Vol. 45, No.1, pp. 99-110, 2008.
- [52] Freight Insurance Center, 2018.  
<http://www.freightinsurancecenter.com/freightinsuranceonlinerates.htm> (6.10.2018.)

- [53] Goh, M., Ang, A.: *Some logistics realities in Indochina*, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 30 Issue 10, 2000, pp.887-911. DOI:10.1108/09600030010351273
- [54] Heat values for various fuels, 2016. <http://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/heat-values-of-various-fuels.aspx> (6.10.2018)
- [55] Hekkenberg, R.: *Inland Ships for Efficient Transport Chains*, Thesis, Delft University of Technology, The Netherlands, 2013.
- [56] Hendriks, Ch.F., Vogtländer, J.G., Janssen, G.M.T.: *The eco-costs/value ratio: A tool to determine the long-term strategy for delinking economy and environmental ecology*, WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering, Vol 51, WIT Press, 2011. DOI: 10.2495/978-1-84564-654-7/24
- [57] Hlača, B., Rudić, D., Gržin, E.: *Promet kontejnera na pravcu Daleki istok – sjever ili jug Europe*, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol. 2, No. 1, 2014, pp. 235-254.
- [58] Hlača, B.: *Riječka luka - Ulaz u koridor TEN-T Jadran-Baltik*, Međunarodna multidisciplinarna konferencija o moru, transportu i logistici, Riječka luka kao ulazna vrata koridora Baltik-Jadran, Opatija, 20.-22. studenog 2017. [http://www.stlconference.eu/documents/presentations/day\\_one/Bojan%20Hlaca%20Prezentacija%20Opatija%2020%2011%20N2.pdf](http://www.stlconference.eu/documents/presentations/day_one/Bojan%20Hlaca%20Prezentacija%20Opatija%2020%2011%20N2.pdf) (6.10.2018.)
- [59] Horizon 2020, Work Programme 2016 – 2017, Smart, green and integrated transport (European Commission Decision C(2016)4614 of July 25<sup>th</sup> 2016 [http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016\\_2017/main/h2020-wp1617-intro\\_v2.0\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-intro_v2.0_en.pdf) (6.10.2018.)
- [60] HŽ Cargo, Go rail-Go green, 2013. <http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=59> (5.10.2018.)
- [61] HŽ Infrastruktura, 2017. <http://www.hzinfra.hr/wp-content/uploads/2017/07/Godisnje-poslovno-izvjesce-za-2016-godinu.pdf> (6.10.2018.)
- [62] International Chamber of Shipping: Shipping and World Trade, 2018. <http://www.ics-shipping.org/shipping-facts/shipping-and-world-trade> (3.10.2018.)
- [63] IPCC, Climate Change 2014, Impacts, Adaptation, and Vulnerability, 2014. Available at: [www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/](http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/) (5.10.2018.)
- [64] IUCN, The Mediterranean Action Plan-MAP, 1995. <https://www.iucn.org/content/mediterranean-action-plan-map> (4.10.2018.)

- [65] IVE, INFRAS, ifeu, EcoTransIT World, Ecological Transport Information Tool for Worldwide Transports, Methodology and Data Update, EWI, Berne-Hannover-Heidelberg, 2016.
- [66] Jadranski naftovod, 2018. [www.janaf.hr](http://www.janaf.hr) (6.10.2018.)
- [67] Jardine, C.N.: *Calculating the Environmental Impact of Aviation Emissions*, Environmental Change Institute, Oxford University, 2013.  
<https://climatecare.org/wordpress/wp-content/uploads/2013/07/Calculating-the-Environmental-Impact-of-Aviation-Emissions.pdf> (6.10.2018.)
- [68] Jiang L., Kronbak J., Kristensen L.P.: *External costs of maritime shipping: A voyage-based methodology*, Unit for Maritime Research, Department of Environmental and Business Economics, University of Southern Denmark. Esbjerg, Denmark, 2012.  
[https://www.sdu.dk/-/media/files/om\\_sdu/.../externalcosts.pdf](https://www.sdu.dk/-/media/files/om_sdu/.../externalcosts.pdf) (5.10.2018.)
- [69] Jugović, A., Hess, S, Poletan Jugović, T.: *Traffic Demand Forecasting for Port Services*, Promet - Traffic & Transportation, Vol. 23, No. 1, 2011, pp. 59-69.
- [70] Jugović, A., Slišković, M., Vukić, L.: *Concept of External Costs Calculation in the Ports: Environmental Impacts*, Tehnicki vjesnik - Technical Gazette, Vol. 25, No. Supplement 2, 2018, pp. 495-502. DOI:10.17559/tv-20161201113235
- [71] Jurjević, M., Dundović, Č., Hess, S.: *A model for determining the competitiveness of the ports and traffic routes*, Tehnički vjesnik, Vol. 23, No. 5, 2016, pp. 1489-1496.
- [72] Karmelić, J.: *North Adriatic vs. North Europe – myths, facts and truth*, Regional Conference „Development of Sustainable Intermodal Transport“, Rijeka, March 4<sup>th</sup> 2014.
- [73] Korzhenevych, A., Dehnen, N., Bröcker, J., Holtkamp, M., Meier, H., Gibson, G., Varma, A., Cox, V.: *Update of the Handbook on External Costs of Transport*, Final report for European Commission, RICARDO-AEA, Oxfordshire, UK, 2014.
- [74] Kotowska, I.: *External costs in feeder shipping as an element of a socio-economic analysis*, Journal of Machine Construction and Maintenance, Vol. 2, 2017, pp. 123-129.
- [75] Kujundžić Tiljak, M., Ivanković, D.: *Multivarijantne metode*, Vol. 14, 2011.  
[studentski.hr/system/materials/w/6a80319e2fde31c461b37add0f0369cecfad4e1f.zip?...](http://studentski.hr/system/materials/w/6a80319e2fde31c461b37add0f0369cecfad4e1f.zip?...)  
(6.10.2018.)
- [76] Landamore, M.J., Dinwoodie, J.: *What is the likely future demand for shipping?*, Low Carbon Shipping Conference, London, 2013.  
[http://www.lowcarbonshipping.co.uk/files/ucl\\_admin/LCS%202013/Landamore\\_et\\_al.pdf](http://www.lowcarbonshipping.co.uk/files/ucl_admin/LCS%202013/Landamore_et_al.pdf)  
(6.10.2018.)



- [77] López-Navarro, M.A.: *Environmental Factors and Intermodal Freight Transportation: Analysis of the Decision Bases in the Case of Spanish Motorways of the Sea, Sustainability*, Vol. 6, pp. 1544-1566, 2014. DOI:10.3390/su6031544
- [78] Lučka uprava Rijeka, 2017, Promet po vrstama tereta 1996.-2016.godine.  
<http://www.portauthority.hr/docs/portauthorityHR/documents/2259/Original.pdf>  
 (6.10.2018.)
- [79] Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., Van Essen, H.P., Boon, B.H., Smokers, R., Schrotten, A., Doll, C., Pawlowska, B., Bak, M.: *Handbook on estimation of external costs in the transport sector – IMPACT D1 Version 1.1*, INFRAS, Report Delft, CE Delft, The Netherlands, 2008.
- [80] Manyika, J., Bughin, J., Lund, S., Nottebohm, O., Poulter, D., Jauch, S., Ramaswamy, S.: *Global Flows in a Digital Age: How trade, finance, people, and data connect the world economy*, McKinsey Global Institute, April 2014.  
[http://www.mckinsey.com/insights/globalization/global\\_flows\\_in\\_a\\_digital\\_age](http://www.mckinsey.com/insights/globalization/global_flows_in_a_digital_age)  
 (3.10.2018.)
- [81] Mapchart.net, 2018. <https://mapchart.net/europe.html> (20.02.2019.)
- [82] Marchal, J.L.J., Zhang, Z., Kischeva, D.: *Feasibility Study on Development of Intermodal Freight Transport Between Belgium and Bulgaria*, University of Liege and ANAST, Liege, Belgium, BSHC, Varna, Bulgaria, 2003. Available at:  
<https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/18173/1/Finrep104-03.doc> (6.10.2018.)
- [83] Matešić, M.: *Principi održivog razvoja u strateškim dokumentima RH*, Soc. ekol., Vol.18, No. 3-4, 2009, str. 323-339.
- [84] Mellin, A., Wikberg, A., Vierth, I., Karlsson, R.: *Internalisation of External Effects in European Freight Corridors*, International Transport Forum Discussion Papers, No. 2013/10, OECD Publishing, Paris, 2013. DOI: 10.1787/5k4618wpzf7b-en (5.10.2018.)
- [85] Merk, O., Hesse, M.: *The Competitiveness of Global Port-Cities: the Case of Hamburg*, OECD Regional Development Working Papers, 2012/06, OECD Publishing.
- [86] Merk, O.: *Shipping Emissions in Ports*, International Transport Forum, Paris, France, Discussion Paper No. 2014-20, OECD Publishing, Paris, 2014.
- [87] MS Excel, Microsoft Office 2007, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA, 2007.  
<https://www.microsoft.com> (26.02.2019.)
- [88] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture RH, EU prometni koridori i TEN-T, 2013.  
<http://www.promet-eufondovi.hr/eu-prometni-koridori-i-ten-t> (5.10.2018.)

- [89] Ministry of Infrastructure of the Republic of Slovenia, 2015.  
[http://www.intesi2017.at/intesi\\_db/document.php?id=174&&dl](http://www.intesi2017.at/intesi_db/document.php?id=174&&dl) (6.10.2018.)
- [90] Ministry of Maritime Affairs, Transport & Infrastructure of the Republic of Croatia, Support in the preparation of the strategic environmental assessment (sea) for the Republic of Croatia's transport development strategy, Environmental report 2014.  
[http://www.mppi.hr/UserDocsImages/strategija-prometnog-razvoja25082015/STRATEGIC%20IMPACT%20STUDY\\_FINAL.pdf](http://www.mppi.hr/UserDocsImages/strategija-prometnog-razvoja25082015/STRATEGIC%20IMPACT%20STUDY_FINAL.pdf). (6.10.2018.)
- [91] Moore, F.C., Diaz, D.B.: *Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy*, Nature Climate Change, Vol. 5, pp. 127–131, 2015. DOI: 10.1038/nclimate2481
- [92] Mostert, M., Limbourg, S.: *External costs as competitiveness factors for freight transport – a state of the art*, Transport Reviews, Vol. 36, No. 6, 2016, pp. 692-712. DOI: org/10.1080/01441647.2015.1137653
- [93] Mueller, M.A.: *Container Port Development, A Port Choice Model for the European Mainland*, Master Thesis, Delft University of Technology, The Netherlands, 2014.
- [94] Nacionalni portal energetske učinkovitosti, Smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, 2013.  
<https://www.enu.hr/ee-u-hrvatskoj/20-20-20-i-dalje/rezultati/smanjenje-emisija-co2/>
- [95] NAPA, North Adriatic Ports Association, 2018. <http://www.portsofnapa.com/> (3.10.2018)
- [96] North Adriatic Ports Association, About NAPA, 2016.  
<http://www.portsofnapa.com/about-napa> (4.10.2016.)
- [97] North Adriatic Ports Association, About NAPA, 2018.  
<http://www.portsofnapa.com/about-napa> (6.10.2018.)
- [98] Notteboom, T.: *Strategies and future development of transport corridors*, Les corridors de transports / Alix, Yann [edit.] - ISBN 9782847694482 - S.l., Fondation Séfacil, 2012, pp. 289-312.
- [99] Notteboom, T.E.: *Dynamics in Port Competition in Europe: Implications for North Italian ports*, Workshop 'I porti del Nord', Milano, April 18<sup>th</sup> 2012.
- [100] OEC, MIT, Boston, Mass., USA, 2016. <https://atlas.media.mit.edu/en/> (6.10.2018.)
- [101] ONE, Ocean Network Express, 2018. <https://www.one-line.com/> (6.10.2018.)
- [102] Pajić, D.: *Nizinska pruga ide goranskom trasom: od Rijeke do Zagreba dva sata kraće*, 2018. godine, Novi list, 20.10.2012. <http://www.novilist.hr/Vijesti/Rijeka/Nizinska-pruga-ide-goranskom-trasom-od-Rijeke-do-Zagreba-dva-sata-krace-2018.-godine> (6.10.2018.)

- [103] Palladini, G.: *Sui binari del porto di Trieste il 45% dei treni in più*, Il Piccolo, 30.07.2016, [http://ilpiccolo.gelocal.it/trieste/cronaca/2016/07/30/news/sui-binari-del-porto-di-trieste-il-45-dei-treni-in-piu-1.13892015?refresh\\_ce](http://ilpiccolo.gelocal.it/trieste/cronaca/2016/07/30/news/sui-binari-del-porto-di-trieste-il-45-dei-treni-in-piu-1.13892015?refresh_ce) (6.10.2018.)
- [104] Pastori, E.: *Modal Share of Freight Transport To and From EU Ports Study*, European Parliament's Committee on Transport and Tourism, 2015.
- [105] Poletan Jugović, T.: *Analiza relevantnih indikatora formiranja robnih tokova*, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 22, No. 2, 2008, str. 185-208.
- [106] Poletan Jugović, T., Kolanović, I., Šantić, L.: *Svjetski pomorski robni tokovi*, Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo, Vol. 57, No. 3-4, 2010, pp. 103-112.
- [107] Poletan Jugović, T.: *Robni tokovi*, Pomorski fakultet u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2014.
- [108] Poletan Jugović, T.: *Međunarodni robni tokovi u pomorskom prometu*. [https://www.pfri.uniri.hr/~poletan/RT/RT\\_PREDAVANJA/2.%20kolokvij%20\\_RT\\_WEB\\_2015\\_2016.ppt%20\[Compatibility%20Mode\].pdf](https://www.pfri.uniri.hr/~poletan/RT/RT_PREDAVANJA/2.%20kolokvij%20_RT_WEB_2015_2016.ppt%20[Compatibility%20Mode].pdf) (3.10.2018.)
- [109] Poletan Jugović, T., Vukić, L.: *Competencies of logistics operators for optimisation the external costs within freight logistics solution*, Pomorstvo : Scientific Journal of Maritime Research, Vol 30 , No.1, 2016, pp. 120-127
- [110] Poletan Jugović, T.: *Kolegij Robni tokovi*, PFRI, UniRi, 2017. [https://www.pfri.uniri.hr/~poletan/RT/1\\_UVODNO\\_RT\\_predavanja\\_nast.plan\\_ocjenjivanje.ppt%20\[Compatibility%20Mode\].pdf](https://www.pfri.uniri.hr/~poletan/RT/1_UVODNO_RT_predavanja_nast.plan_ocjenjivanje.ppt%20[Compatibility%20Mode].pdf) (6.10.2018.)
- [111] Poletan, T.: *Višekriterijska analiza u valoriziranju Paneuropskog koridora Vb*, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 19, 2005, str. 302-306.
- [112] Port of Antwerp, 2017. [http://www.portofantwerp.com/sites/portofantwerp/files/Statistisch\\_Jaarboek\\_2017.pdf](http://www.portofantwerp.com/sites/portofantwerp/files/Statistisch_Jaarboek_2017.pdf) (6.10.2018.)
- [113] Port of Hamburg, 2017. [www.hafen-hamburg.de/en/statistics](http://www.hafen-hamburg.de/en/statistics) (6.10.2018.)
- [114] Port of Hamburg: Green Port, Port of Hamburg Magazine 2/2018. <https://www.hafen-hamburg.de/en/press/media/brochure/port-of-hamburg-magazine-2-2018---37999>
- [115] Port of Koper, General presentation, April 2013. <http://slideplayer.com/slide/6339911/22/images/20/Hinterland+markets+Czech+R.:+2%25+Germany:+2%25+Slovakia.:+6%25+Austria:+27%25.jpg>
- [116] Port of Koper, Railway connections, 2016. <https://luka-kp.si/eng/railway-connections> (6.10.2018)
- [117] Port of Koper, 2018 <https://www.luka-kp.si/> (4.10.2018.)

- [118] Port of Koper, Annual Reports, 2018. <https://luka-kp.si/eng/annual-reports> (6.10.2018.)
- [119] Port of Koper, Sailing list, 2018. <https://www.luka-kp.si/eng/sailing-list> (8.10.2018.)
- [120] Port of Rijeka Authority, 2018. <http://www.portauthority.hr/en/> (4.10.2018.)
- [121] Port of Rotterdam, Throughput, 2017. <https://www.portofrotterdam.com/en/our-port/facts-and-figures/facts-figures-about-the-port/throughput> (6.10.2018.)
- [122] Port of Venice, 2018. <https://www.port.venice.it/en/the-port-in-figures.html> (6.10.2018.)
- [123] PortNews, St. Petersburg, Russia, Koper remains the most important port for Austria, June 19<sup>th</sup> 2018. <http://www.en.portnews.ru/news/259980/> (6.10.2018.)
- [124] Porto di Ravenna, 2018. <http://www.port.ravenna.it/category/portoravenna/statistiche/> (6.10.2018.)
- [125] Porto Trieste, Statistiche, 2017. <http://www.porto.trieste.it/ita/statistiche> (6.10.2018.)
- [126] Rabar, D.: *Ispitivanje efikasnosti bolnica primjenom analize omeđivanja podataka*, Magistarski rad, Ekonomski fakultet, Zagreb, 2009.
- [127] Račić, M.: *Statistika 4. Korelacijska i regresijska analiza (Deskriptivni pristup)*, Sveučilište u Dubrovniku, 2018. [www.unidu.hr/datoteke/racic/STATISTIKA4.ppt](http://www.unidu.hr/datoteke/racic/STATISTIKA4.ppt) (6.10.2018.)
- [128] Regione autonoma Friuli Venezia Giulia, Mobilità e trasporti, Rapporto statistico annuale, 2017. [https://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/GEN/statistica/Allegati/15112017\\_Rapporto\\_statistico\\_annuale\\_2017\\_sito.pdf](https://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/GEN/statistica/Allegati/15112017_Rapporto_statistico_annuale_2017_sito.pdf) (6.10.2018.)
- [129] Rodrigue, J.P.: *The transport geography of logistics and freight distribution*, Journal of Transport Geography, Vol. 12, Issue 3, 2004, pp. 171-184. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2003.12.004
- [130] SeaRates, Edinburg, 2018. <https://www.searates.com/> (6.10.2018.)
- [131] Sherman, H.D., Zhu, J.: *Service Productivity Management, Improving Service Performance using Data Envelopment Analysis (DEA)*, Springer Nature Switzerland AG, 2006. <http://www.springer.com/978-0-387-33211-6> (6.10.2018.)
- [132] Steiner, S.: *Valorizacija prometnog sustava Hrvatske*, 2007. [https://bib.irb.hr/datoteka/537763.CRO\\_trans\\_valorizacija.doc](https://bib.irb.hr/datoteka/537763.CRO_trans_valorizacija.doc) (6.10.2018.)
- [133] Stojanović, M., Poletan Jugović, T.: *Perspective of the valorisation of the North Adriatic Area within the European traffic environment*, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 27, No. 1-2, 2013, pp. 179-200.
- [134] Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske, NN 30/09, Zagreb, 2009.

- [135] Suez Canal Authority, Suez Canal Traffic Statistics, Annual Report, 2017.  
<https://www.suezcanal.gov.eg/English/Downloads/DownloadsDocLibrary/Navigation%20Reports/Annual%20Reports%E2%80%8B%E2%80%8B%E2%80%8B/2017.pdf>  
 (3.10.2018)
- [136] Šporčić, M., Martinić, I., Landekić, M., Lovrić, M.: *Analiza omeđivanja podataka kao metoda efikasnosti-mogućnosti primjene u šumarstvu*, Nova meh.šumar., Vol. 29, str. 51-59, 2008.
- [137] Tal-oil, 2017. <https://www.tal-oil.com/en/tal-group/the-company-in-figures.html>  
 (6.10.2018.)
- [138] Terrier, JC.: *Marketing and promotion of port regions - Intermed, the association of the north western Mediterranean ports*, ESPO Conference, Varna, May 30<sup>th</sup> 2013.
- [139] The Motorways of the Sea Digital Multichannel Platform, ITS Multi-port Adriatic Gateway, 2015. <https://www.onthemosway.eu/multi-port-adriatic-gateway/> (3.10.2018)
- [140] The Port of Trieste, Autorità Portuale Trieste, 2015. [http://www.porto.trieste.it/wp-content/uploads/2015/09/brochure\\_porto\\_vecchio\\_eng.pdf](http://www.porto.trieste.it/wp-content/uploads/2015/09/brochure_porto_vecchio_eng.pdf) (6.10.2018.)
- [141] Trieste Port Authority, 2018. <http://www.porto.trieste.it/eng/port/description>  
 (4.10.2018.)
- [142] TU Delft, The Model of the Eco-costs / Value Ratio (EVR), Eco-costs of emissions (Virtual Pollution Prevention Costs, VPPC), Delft University of Technology, The Netherlands, 2012. <http://www.ecocostsvalue.com/EVR/model/theory/2-emissions.html>
- [143] Twrdy, E., Batista, M.: *Port Competition in North Adriatic*, Naše more, Vol. 61, No. 3-4, 2014, pp. 47-51.
- [144] UN, Millenium Declaration, 55/2, New York, 2000.  
<http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.htm> (4.10.2018.)
- [145] UNCED, Agenda 21, Rio de Janeiro, 1992.  
<https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&nr=23&type=400&menu=35> (4.10.2018.)
- [146] UNCED, Earth Summit, Rio de Janeiro, 1992.  
<https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/unced> (4.10.2018.)
- [147] UNCTAD, 2017.  
<http://unctadstat.unctad.org/wds/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=92>  
 (6.10.2018.)
- [148] UNCTAD/RMT/2017, Review of Maritime Transport, United Nations, New York, 2017. [https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2017\\_en.pdf](https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2017_en.pdf) (3.10.2018.)

- [149] UNCTAD/RMT/2018, Review of Maritime Transport, United Nations, New York, 2018. [https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2018\\_en.pdf](https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2018_en.pdf) (3.10.2018.)
- [150] UNEP(DEPI)/MED IG.16/13 Annex V, Portoroz Declaration, Portorož, 2005. [http://www.rac-spa.org/sites/default/files/meetings/portoroz\\_declaration\\_eng.pdf](http://www.rac-spa.org/sites/default/files/meetings/portoroz_declaration_eng.pdf) (4.10.2018.)
- [151] UNEP, Mediterranean Strategy for Sustainable Development-MSSD, Athens, 2005. [http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/egmIndicators/MSSD\\_latest\\_eng.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/egmIndicators/MSSD_latest_eng.pdf) (4.10.2018.)
- [152] UNEP/MAP, Mediterranean Strategy for Sustainable Development 2016-2025. Valbonne, Plan Bleu, Regional Activity Centre, 2016. [https://planbleu.org/sites/default/files/publications/mssd\\_2016-2025\\_final.pdf](https://planbleu.org/sites/default/files/publications/mssd_2016-2025_final.pdf) (4.10.2018.)
- [153] United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), Identification of cargo flows on the Euro-Asian transport links, Working Party on Rail Transport, Euro-Asian rail transport, Geneva, 22–24 November 2016. <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2016/sc2/ECE-TRANS-SC2-2016-id02e.pdf> (3.10.2018.)
- [154] Updoc.site, Shipping routes and destinations, Regular shipping services, 2013. [https://updoc.site/download/shipping-routes-and-destinations-regular-shipping-services-2013\\_pdf](https://updoc.site/download/shipping-routes-and-destinations-regular-shipping-services-2013_pdf) (6.10.2018.)
- [155] Van Essen, H., Schroten, A., Otten, M., Sutter, D., Schreyer, C., Zandonella, R., Maibach, M., Dol, C.: *External Costs of Transport in Europe, Update Study for 2008*, Infrac, Fraunhofer ISI, CE Delft, Delft, The Netherlands, 2011.
- [156] Van Essen, N., Nelissen, D., Smit, M., Van Grinsven, A., Aarnink, S., Breemersch, T., Martino, A., Rosa, C., Parolin, R., Harmsen, J.: *An inventory of measures for internalizing external costs in transport*. European Commission Directorate-General for Mobility and Transport, DM 28 - 0/110 - Archives B-1049 Brussels, Belgium, 2012, p.115.
- [157] Vilke, S.: *Koncepcija razvitka sjevernojadranskih luka Rijeke, Kopra i Trsta*, Pomorski zbornik Vol. 43, No. 1, 2005, str. 85-111.
- [158] Vlada Republike Hrvatske, Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture, Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. godine, 2014. [http://www.mppi.hr/UserDocsImages/Strategija\\_prometnog\\_razvoja\\_VRH%201-studeni.pdf](http://www.mppi.hr/UserDocsImages/Strategija_prometnog_razvoja_VRH%201-studeni.pdf) (5.10.2018.)

- [159] Vukić, L., Poletan Jugović, T., Kolanović, I.: *External costs as competitive factor for affirmation of the Rijeka – Pivka railway route in the Baltic – Adriatic Corridor*, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 31, No. 2, 2017, pp. 102-110.
- [160] Vukić, L., Poletan Jugović, T.: *Planning and valorization of the branch Xa of Corridor X from the aspects of external costs*, Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, Vol. 30, No. 2, 2016, pp. 151-159.
- [161] Vukić, L., Ukić Boljat, H., Slišković, M.: *Comparison of climate change cost of freight road, rail and maritime transport*, Maritime, transport and logistics science : Conference proceedings / Zanne, M., Bajec, P., Vidan, P., Krčum, M. (ur.), Portorož, Slovenia: Faculty of maritime studies and transport, Portorož, 2018, str. 405-408.
- [162] White, J.: *LCA (Logistic Capacity Assessments)*, Green Logistics, 2015.  
<http://dlca.logcluster.org/display/LOG/Green+Logistics> (5.10.2018.)
- [163] World Freight Rates, Miami, Fl, 2018. <http://worldfreightrates.com/en/freight> (6.10.2018.)
- [164] World Summit on Sustainable Development, Johannesburg Summit, 2002.  
<https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/wssd> (4.10.2018.)
- [165] Xe.com, 2018. <https://www.xe.com/currencyconverter/convert/> (6.10.2018.)

## POPIS TABLICA

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tablica 1.</b> Intenzitet i smjer globalnog, pomorskog prometa kontejnera u razdoblju od 2014. do 2017. (u mil. TEU).....   | 27  |
| <b>Tablica 2.</b> Intenzitet i dinamika kretanja robnih tokova sjevernojadranskih luka Rijeka, Kopar i Trst od 2005. do 2017. godine (u tonama).....                           | 49  |
| <b>Tablica 3.</b> Kontejnerski promet sjevernojadranskih luka od 2015. do 2017.godine (u TEU).....   | 49  |
| <b>Tablica 4.</b> Dinamika i struktura robnih tokova luke Rijeka prema vrsti tereta od 2003. do 2017.godine (u tonama).....  | 50  |
| <b>Tablica 5.</b> Dinamika i struktura robnih tokova luke Kopar prema vrsti tereta od 2005. do 2017.godine (u tonama).....   | 51  |
| <b>Tablica 6.</b> Dinamika i struktura robnih tokova luke Trst prema vrsti tereta od 2005. do 2017. godine (u tonama).....   | 52  |
| <b>Tablica 7.</b> Međunarodni polasci željezničkih linija u teretnom prometu iz luke Kopar   | 57  |
| <b>Tablica 8.</b> Frekvencija polazaka (dolazaka) željezničkih linija u teretnom prometu iz Trsta prema inozemnim i tuzemnim destinacijama.....                                | 58  |
| <b>Tablica 9.</b> Usporedba ukupnog pretovara europskih luka u 2017.g. (mil. t).....   | 60  |
| <b>Tablica 10.</b> Usporedba kontejnerskog prometa u europskim lukama 2017.g. (mil. TEU).....  | 61  |
| <b>Tablica 11.</b> Scenarij potencijalnog razvoja kontejnerskog prometa NAPA luka i konkurentnih luka do 2030.g.(u mil. TEU).....  | 62  |
| <b>Tablica 12.</b> Komparacija pomorskih linija u sjevernojadranskom području i širem prometnom okruženju u razdoblju od 2012. – 2017.g. ....                                  | 68  |
| <b>Tablica 13.</b> Ciljani prometni pravci.....  | 82  |
| <b>Tablica 14.</b> Vrijednosti udaljenosti korištenih u obračunu eksternih troškova (ET) pomorskog prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima.....                            | 91  |
| <b>Tablica 15.</b> Vrijednosti udaljenosti korištenih u obračunu eksternih troškova (ET) i troškova prijevoza (TP) te vrijeme prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima..... | 98  |
| <b>Tablica 16.</b> Vrijednosti udaljenosti (s), energetske potrošnje (E), emisija i klimatskih utjecaja (GHG) na ispitivanim prometnim pravcima.....                           | 100 |
| <b>Tablica 17.</b> Jedinične prosječne vrijednosti emisija u teretnom pomorskom i željezničkom prijevozu u Europskoj uniji (€/kg).....   | 101 |



|  |     |
|--|-----|
| <b>Tablica 18.</b> Valorizacija eksternih troškova emisija, klimatskih promjena i <i>up and down streaming</i> procesa (WTW) na prometnim pravicima .....  | 103 |
| <b>Tablica 19.</b> Troškovi iskrcaja punog kontejnera (TEU 20') s broda na terminal i ukrcanja na vozilo (vlak, kamion).....   | 107 |
| <b>Tablica 20.</b> Troškovi pomorskog prijevoza kontejnera, jedinični i ukupni troškovi pomorskog prijevoza kontejnera s osiguranjem tereta na prometnim pravicima Shenzhen-Shekou (CHN) – europska intermodalna čvorišta (IMČ).....                 | 108 |
| <b>Tablica 21.</b> Konvertirane srednje vrijednosti troškova pomorskog prijevoza (TPP) na ispitivanim pravicima.....   | 109 |
| <b>Tablica 22.</b> Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) - Constanța (RO)..... | 110 |
| <b>Tablica 23.</b> Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) - Solun (GR).....     | 111 |
| <b>Tablica 24.</b> Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) – Genoa (IT).....     | 112 |
| <b>Tablica 25.</b> Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) – Rijeka (HR).....    | 113 |
| <b>Tablica 26.</b> Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) – Kopar (SI).....     | 114 |
| <b>Tablica 27.</b> Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) – Trieste (IT).....   | 115 |
| <b>Tablica 28.</b> Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) – Rotterdam (NL)..... | 116 |
| <b>Tablica 29.</b> Troškovi željezničkog i cestovnog prijevoza kontejnera, jedinični troškovi prijevoza, troškovi tereta u luci i eksterni troškovi broda i tereta u luci na prometnim pravicima iz intermodalnog čvorišta (€) – Hamburg (DE).....   | 117 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tablica 30.</b> Troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na ispitivanim prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekoua (CHN) i odredištem u Budimpešti (HUN)..... | 118 |
| <b>Tablica 31.</b> Troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na ispitivanim prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekoua (CHN) i odredištem u Beču (AUT).....       | 119 |
| <b>Tablica 32.</b> Troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekou (CHN) i odredištem u Pragu (CZE).....                   | 120 |
| <b>Tablica 33.</b> Troškovi intermodalnog prijevoza i eksterni troškovi na prometnim pravcima i intermodalnim čvorištima (IMČ) s polazištem iz Shenzhen Shekoua (CHN) i odredištem u München-u (DE).....               | 121 |
| <b>Tablica 34.</b> Vrijeme intermodalnog prijevoza na prometnim pravcima iz Shenzhen-a (CHN) do europskih destinacija preko različitih europskih luka (intermodalnih čvorišta).....                                    | 122 |
| <b>Tablica 35.</b> Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza (ŽET) u ukupnim eksternim troškovima (ET) na prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – Budimpešta (HUN).....   | 125 |
| <b>Tablica 36.</b> Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza (ŽET) u ukupnim eksternim troškovima (ET) na prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – Beč (AUT).....  | 126 |
| <b>Tablica 37.</b> Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza (ŽET) u ukupnim eksternim troškovima (ET) na prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – Prag (CZE).....   | 126 |
| <b>Tablica 38.</b> Udio eksternih troškova željezničkog prijevoza (ŽET) u ukupnim eksternim troškovima (ET) na prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – München (DE)...   | 127 |
| <b>Tablica 39.</b> Kontrola vrijednosti eksternih troškova na ispitivanim prometnim pravcima u pomorskom prijevozu (PET) vrijednostima eksternih troškova potrošenog goriva.....                                       | 127 |
| <b>Tablica 40.</b> Chadock-ova ljestvica koeficijenata determinacije ili reprezentativnosti regresije $R^2$ (linearna regresija).....  | 128 |
| <b>Tablica 41.</b> Vrijednost koeficijenta korelacije – Spearman-ov koeficijent korelacije ranga (test korelacije).....  | 129 |
| <b>Tablica 42.</b> Koeficijenti korelacije između udaljenosti u odnosu na troškove prijevoza (TP) i eksterne troškove (ET) prema vrstama prijevoza (test korelacije).....  | 131 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tablica 43.</b> Plan izvođenja AOMP-a kombinacijama glavnih i parcijalnih ulaznih parametara.....   | 132 |
| <b>Tablica 44.</b> Zadane (najkraće) udaljenosti (s) kao izlazne vrijednosti AOMP-a ( <i>output</i> ) na relacijama od Shenzhena (CHN) do ciljanih srednjoeuropskih odredišta .....                      | 134 |
| <b>Tablica 45.</b> AOMP na analiziranim prometnim pravcima prema Budimpešti.....   | 135 |
| <b>Tablica 46.</b> Potencijalne mogućnosti poboljšanja efikasnosti u % na prometnom pravcu prema Budimpešti (Kombinacija 3 AOMP-a).....  | 137 |
| <b>Tablica 47.</b> AOMP na analiziranim prometnim pravcima prema Beču.....   | 138 |
| <b>Tablica 48.</b> Potencijalne mogućnosti poboljšanja efikasnosti u % na prometnom pravcu prema Beču (Kombinacija 3 AOMP-a).....  | 140 |
| <b>Tablica 49.</b> AOMP na analiziranim prometnim pravcima prema Pragu.....  | 141 |
| <b>Tablica 50.</b> Potencijalne mogućnosti poboljšanja efikasnosti u % na prometnom pravcu prema Pragu (Kombinacija 3 AOMP-a).....   | 143 |
| <b>Tablica 51.</b> AOMP na analiziranim prometnim pravcima prema München-u.....  | 144 |
| <b>Tablica 52.</b> Potencijalne mogućnosti poboljšanja efikasnosti u % na prometnom pravcu prema München-u (Kombinacija 3 AOMP-a).....   | 146 |
| <b>Tablica 53.</b> Eksterni troškovi simuliranog intermodalnog, pomorskog-željezničkog prijevoza na prometnom pravcu prema Budimpešti (251 €/tCO <sub>2</sub> ).....                                     | 147 |
| <b>Tablica 54.</b> Jedinične vrijednosti eksternih troškova u teretnom cestovnom prometu   | 148 |
| <b>Tablica 55.</b> Eksterni troškovi u cestovnom segmentu simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na analiziranim prometnim pravcima.....   | 149 |
| <b>Tablica 56.</b> Troškovi prijevoza, udaljenosti korištene za kalkulaciju troškova prijevoza i jedinične vrijednosti troškova u simuliranom cestovnom prijevozu na ispitivanim prometnim pravcima..... | 150 |
| <b>Tablica 57.</b> Ukupni eksterni troškovi simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na ispitivanim prometnim pravcima.....  | 152 |
| <b>Tablica 58.</b> Eksterni troškovi simuliranog pomorsko-cestovnog prijevoza i simulirane revalorizirane jedinične vrijednosti CO <sub>2</sub> na prometnom pravcu prema Budimpešti...                  | 154 |
| <b>Tablica 59.</b> Udio eksternih troškova cestovnog prijevoza u ukupnim eksternim troškovima na simuliranom prometnom pravcu Shenzhen (CHN) – Budimpešta (HUN)  | 155 |
| <b>Tablica 60.</b> Troškovi prijevoza i ukupni troškovi u simulacijama intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na prometnim pravcima prema Budimpešti.....   | 155 |

## POPIS GRAFIKONA

|   |     |
|---|-----|
| <b>Grafikon 1.</b> Udjeli pojedinih regija u ukupnom prometu sjevernog pravca Sueskog kanala u 2017. g.....   | 23  |
| <b>Grafikon 2.</b> OECD indeks industrijske proizvodnje i svjetski indeksi BDP-a, trgovinske razmjene i pomorskog prijevoza.....                                    | 25  |
| <b>Grafikon 3.</b> Intenzitet, struktura i dinamika pomorskih robnih tokova u svijetu u periodu od 2006. do 2017. g. (u milijardama ton-milja).....                 | 26  |
| <b>Grafikon 4.</b> Ukupni promet u najvećim europskim i NAPA lukama u 2015. g.....  | 31  |
| <b>Grafikon 5.</b> Promet kontejnera (TEU) u najvećim europskim i NAPA lukama u 2015. g. ....   | 32  |
| <b>Grafikon 6.</b> Struktura i važnost pojedinih vrsta eksternih troškova (bez troškova prometnog zagušenja).....   | 46  |
| <b>Grafikon 7.</b> Komparacija osnovnih karakteristika prometa luka Rijeka, Kopar i Trst.   | 53  |
| <b>Grafikon 8.</b> Struktura tranzitnog prometa luke Rijeka u 2007. g.....  | 55  |
| <b>Grafikon 9.</b> Stope rasta ukupnog i kontejnerskog prometa sjevernoeuropskih i sjevernojadranskih luka u razdoblju od 2012. do 2017. g. ....                    | 70  |
| <b>Grafikon 10.</b> Udio različitih oblika prijevoza u ukupnim eksternim troškovima u prometu (bez troškova prometnog zagušenja).....                               | 76  |
| <b>Grafikon 11.</b> Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u intermodalnom prijevozu na ispitivanim prometnim pravcima metodom linearne regresije..... | 129 |
| <b>Grafikon 12.</b> Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u pomorskom prijevozu na ispitivanim prometnim pravcima metodom linearne regresije.....     | 130 |
| <b>Grafikon 13.</b> Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u željezničkom prijevozu na ispitivanim prometnim pravcima metodom linearne regresije.....  | 130 |
| <b>Grafikon 14.</b> Analiza zavisnosti troškova željezničkog prijevoza o udaljenosti na ispitivanim prometnim pravcima metodom linearne regresije.....              | 131 |
| <b>Grafikon 15.</b> Analiza zavisnosti troškova simuliranog cestovnog prijevoza o udaljenosti na prometnim pravcima metodom linearne regresije.....                 | 151 |
| <b>Grafikon 16.</b> Analiza zavisnosti eksternih troškova o udaljenosti u simuliranom cestovnom prijevozu metodom linearne regresije.....                           | 153 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Grafikon 17.</b> Rasponi razlika najnižih i najviših eksternih troškova u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu i simulacijama na prometnim pravicima prema Budimpešti.....                   | 156 |
| <b>Grafikon 18.</b> Udio eksternih troškova u troškovima prijevoza u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu (PŽ) i simulacijama na prometnim pravicima prema Budimpešti (okvirno).....            | 157 |
| <b>Grafikon 19.</b> Ukupni troškovi prijevoza u intermodalnom, pomorsko-željezničkom prijevozu i simulacijama na prometnim pravicima prema Budimpešti .....   | 157 |
| <b>Grafikon 20.</b> AOMP intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza i simulacije s povećanjem jedinične cijene CO <sub>2</sub> na prometnim pravicima prema Budimpešti.....                           | 158 |
| <b>Grafikon 21.</b> AOMP simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza bez i s povećanjem jedinične cijene CO <sub>2</sub> na prometnim pravicima prema Budimpešti.....                        | 159 |
| <b>Grafikon 22.</b> Komparacija troškova prijevoza intermodalnog, pomorsko-željezničkog prijevoza i simuliranog, intermodalnog, pomorsko-cestovnog prijevoza na prometnim pravicima prema Budimpešti..... | 160 |

## POPIS SLIKA

|  |     |
|--|-----|
| <b>Slika 1.</b> Godišnji promet Sueskog kanala u 2017. g. i potencijal participacije sjevernojadranskih i ostalih mediteranskih luka u mediteranskom, kontejnerskom robnom toku.....   | 28  |
| <b>Slika 2.</b> Geoprometna analiza zaleđa sjevernoeuropskih i sjevernojadranskih luka.....  | 54  |
| <b>Slika 3.</b> Dijagram toka istraživanja.....  | 75  |
| <b>Slika 4.</b> Udjeli sjevernojadranskog područja (SJ), Nizozemske, Velike Britanije i ostalih europskih (bez Mediterana), sjevernoameričkih (bez SAD-a), južnoameričkih i zapadnoafričkih zemalja (bez Maroka) u ukupnom prometu Sueskog kanala u 2017. g. | 180 |
| <b>Slika 5.</b> Efekti internalizacije eksternih troškova na pomorske robne tokove u sjevernojadranskom (SJ) području u odnosu na robne tokove prema Nizozemskoj te Velikoj Britaniji i ostalima.....  | 181 |
| <b>Slika 6.</b> Efekti internalizacije eksternih troškova na promet kontejnera u sjevernojadranskom (SJ) području u odnosu na robne tokove prema Nizozemskoj te Velikoj Britaniji i ostalima.....  | 182 |
| <b>Slika 7.</b> Projekcija efekata internalizacije eksternih troškova na veličinu robnog prometa u sjevernojadranskom području (SJ) od 2017. do 2022. g. ....  | 183 |
| <b>Slika 8.</b> Kapacitet željezničkog prijevoza u odnosu na efekte internalizacije eksternih troškova na robne tokove u sjevernojadranskom području (SJ).....   | 185 |
| <b>Slika 9.</b> Projekcija utjecaja internalizacije eksternih troškova na pomorske linije u pročelju sjevernojadranskog područja (SJ) (zeleno) u odnosu na aktualno stanje (žuto)..  | 187 |

## POPIS ZEMLJOVIDA

|  |     |
|--|-----|
| <b>Zemljovid 1.</b> Strateški prometni pravci sjevernojadranskog područja.....   | 22  |
| <b>Zemljovid 2.</b> Geoprometna granica gravitacijskog područja sjevernojadranskih luka (plava linija) i stvarna, tržišna granica s kretanjem robe u 2012. g. (crna linija).....                                     | 30  |
| <b>Zemljovid 3.</b> Zaleđe luke Kopar s obzirom na udio pojedinih tržišta u 2012. g. ....  | 56  |
| <b>Zemljovid 4.</b> Zaleđe luke Trst s obzirom na destinacije u željezničkom teretnom prometu u 2015. g.....   | 59  |
| <b>Zemljovid 5.</b> Intermodalna čvorišta i destinacije na ciljanim prometnim pravcima....   | 81  |
| <b>Zemljovid 6.</b> Odabir optimalnih prometnih pravaca prema postavljenom modelu istraživanja.....  | 166 |
| <b>Zemljovid 7.</b> Efekti internalizacije eksternih troškova na promet tekućih tereta u sjevernojadranskom području (SJ) te iskorištenost kapaciteta Transalpskog (TAN) i Jadranskog naftovoda (JN) u 2017. g. .... | 186 |

## POPIS KRATICA I SIMBOLA\*

- \* – napomena
- \$ – U.S. dollar
- € – euro
- €ct – eurocent
- °C – stupnjevi Celzija
- 20' – 20 feet, 20 stopa
- AGCT – Adriatic Gate Container Terminal
- AOMP – Analiza omeđivanja podataka
- AUT – Austrija
- ax – Alexandria
- BCC – Banker, Charnes & Cooper
- BDP – bruto domaći proizvod
- be – Beč
- bu – Budimpešta
- CCR – Charnes, Cooper & Rhodes
- CEF – Connecting Europe Facility
- CET – eksterni troškovi cestovnog prijevoza
- CH<sub>4</sub> – metan
- CHN – Kina
- CMA CGM – shipping company
- CNG – Compressed Natural Gas, komprimirani metan
- co – Constanta
- CO<sub>2</sub> – ugljični dioksid
- CORREL – test korelacije
- CZE – Češka
- d – dan
- DE – Njemačka
- DEA – Data Envelopment Analysis
- DO – donositelj odluka
- DOI – Digital Object Identifier



- DZS – Državni zavod za statistiku
- E – energija
- EC – European Commission, Europska komisija
- ECA – Emission Control Area
- EEZ – Europska ekonomska zajednica
- EGY – Egipat
- EMS – Environmental Management Systems
- Eq – ekvivalent
- ET – eksterni troškovi
- ETF – empty trip factor, učešće prijevoza praznog vozila
- EU – Europska unija
- EUR-lex – pravo Europske unije
- EURO – European emission standards (I-VI)
- EUSAIR – EU Strategy for the Adriatic – Ionian Region
- EVR – Eco-cost/ Value Ratio
- g. – godina
- ge – Genoa
- GHG – greenhouse gases, staklenički plinovi
- GR – Grčka
- ham – Hamburg
- HFO – heavy fuel oil, teško uljno gorivo
- HGV – heavy goods vehicle, teški kamion
- HR – Hrvatska
- HUN – Mađarska
- HŽ – Hrvatske željeznice
- ifeu – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg
- IMČ – intermodalno čvorište
- IMČET – eksterni troškovi intermodalnog čvorišta
- IMO – International Maritime Organisation
- INEA – Innovation & Networks Executive Agency
- INFRAS – consulting and research company Bern
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

- IT – Italija
- ITS – International Transport & Shipping
- IUCN – International Union for Conservation of Nature
- IVE – Ingenieurgesellschaft für Verkehrs- und Eisenbahnwesen Hannover
- JN – Jadranski naftovod
- kg – kilogram
- km – kilometer
- ko – Kopar
- kTEU – kiloTEU, 1000 TEU
- LCA – Logistic Capacity Assessments
- LF – load factor, faktor popunjenosti vozila
- LNG – Liquid natural gas, ukapljeni prirodni plin
- LPG – Liquid propan gas, ukapljeni propan
- LR – linearna regresija
- LSCI – Liner Shipping Connectivity Indeks
- MAP – Mediterranean Action Plan
- MARPOL – Maritime pollution, Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja s brodova
- MDO – marine diesel oil
- MED – Mediterranean
- mi – München
- mil. – milijun(i)
- mil. t – milijuna tona
- MIT – Massachusetts Institute of Technology
- MJ – megajoule
- MMF – Međunarodni monetarni fond
- MoS – Motorways of the Sea
- MS – Microsoft
- MSSD – Mediterranean Strategy for Sustainable Development
- N<sub>2</sub>O – dušični oksidul
- NAPA – North Adriatic Ports Association
- NL – Nizozemska

- NMHC – non-methan hydrocarbons, nemetanski ugljikovodici
- NMVOC – non-methan volatile organic compounds, nemetanski hlapljivi organski spojevi
- NO<sub>x</sub> – dušični oksidi
- OEC – Observatory of Economic Complexity
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development
- PET – eksterni troškovi pomorskog prijevoza
- PFRI – Pomorski fakultet u Rijeci
- PM<sub>10</sub> – particulate matter 10 μm
- PM<sub>2,5</sub> – particulate matter 2,5 μm
- pra – Prag
- RH – Republika Hrvatska
- ri – Rijeka
- RMT – Review of Maritime Transport
- RO – Rumunjska
- rot – Rotterdam
- s – oznaka za duljinu
- SAD – Sjedinjene Američke Države
- she – Shenzhen
- SI – Slovenija
- SIM C – simulirani cestovni prijevoz
- SIM PC – simulirani pomorsko-cestovni prijevoz
- SIM PC+ – simulirani pomorsko-cestovni prijevoz (251 €/ tCO<sub>2</sub>)
- SIM PŽ+ – simulirani pomorsko-željeznički prijevoz (251 €/ tCO<sub>2</sub>)
- SJ – sjevernojadransko područje
- so – Solun
- SO<sub>2</sub> – sumporni dioksid
- SO<sub>x</sub> – sumporni oksidi
- t – time, SI jedinica za vrijeme (osim u t-testu)
- t – tona, 1000 kg (osim u t-testu)
- t(ž) – vrijeme željezničkog prijevoza
- t© – vrijeme cestovnog prijevoza

- TAN – Transalpski naftovod
- TEN-T mreža – TransEuropean Transport Networks
- TEU - twenty-foot equivalent unit, kontejner duljine 20 stopa
- tis. t – tisuća tona
- TIMČ – troškovi intermodalnog čvorišta
- ton-milja – količinska jedinica u pomorskom robnom prometu, broj tona x broj nautičkih milja
- TP – troškovi prijevoza
- TP + ET – troškovi prijevoza + eksterni troškovi, ukupni troškovi
- TPP – troškovi pomorskog prijevoza
- TREMOD – Transport Emission Model Software
- tri – Trst
- TTW – tank to wheel
- TŽP – troškovi željezničkog prijevoza
- uk – ukupno
- UNCED – United Nations Conference on Environment and Development
- UNCTAD – United Nations Trade and Development
- UNECE – United Nations Economic Commission for Europe
- v – vehicle, vozilo
- via – preko (u prometu)
- vkm – vehiclekilometer, vozilo-kilometar
- VPPC – Virtual Pollution Prevention Costs
- WSSD – World Summit on Sustainable Development
- WTO – World Trade Organisation
- WTT – well to tank
- WTW – well to wheel
- ŽET – eksterni troškovi željezničkog prijevoza

---

\*Kratice statističkih i ekonomskih analiza obrazložene su u tekstu.

## ŽIVOTOPIS

Luka Vukić rođen je 9. 1. 1989. g. u Splitu gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Diplomirao je na Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Splitu 2015. g. i dobitnik je dekanovog priznanja za najboljeg studenta. Iste godine upisuje poslijediplomski sveučilišni studij „Pomorstvo“ na Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci. Profesionalni je vaterpolist od 2006. g. Zaposlen je na Pomorskom fakultetu u Splitu.

Na Pomorskom fakultetu u Splitu suradnik je u izvođenju kolegija „Nautički turizam i menadžment marina I i II“, „Pomorski strategijski menadžment I i II“, „Strategijski menadžment u pomorstvu“, „Pomorski financijski menadžment I i II“, „Računovodstvo i financije I i II“, „Menadžment u brodarstvu i lukama“, „Financiranje u brodarstvu“, „Lučko poslovanje“, „Tehnologija uklanjanja onečišćenja“ i „Mornarske vještine II“, na studijskim smjerovima Pomorski menadžment, Pomorske tehnologije jahta i marina, Pomorska nautika i Brodostrojarstvo, a od akademske godine 2018./2019. suradnik je na kolegiju „Akademske pisanje“ koji se izvodi na Vojnim studijima.

Sudjeluje u nizu projekata: projektu Ministarstva mora, prometa i infrastrukture – „Nacionalni plan razvoja luka otvorenih za javni promet od županijskog i lokalnog značaja“, EU projekt – „SIROCCO – Održivi međuregionalni obalni i kruzing turizam kroz suradnju i zajedničko planiranje“, program transnacionalne suradnje Mediteran MED i znanstveni projekt Pomorskog fakulteta u Rijeci uz potporu Sveučilišta u Rijeci – „Utjecaj i efekti eksternih troškova i kvalitete usluge na valorizaciju prometnog pravca“.

U travnju 2017. godine na Festivalu znanosti u Splitu prezentirao je rad „Hrvatski povijesni brodovi“ u suradnji sa znanstvenicima s Pomorskog fakulteta u Splitu.

Aktivno je sudjelovao na nizu skupova i konferencija (Adriaspillcon, Opatija, 2016; IMSC, Solin, 2017; Adriatic 2017 – Zaštita Jadranskog mora od onečišćenja s brodova; IMSC Portorož, 2018; 5th International Scientific Conference – Trends In Development Of Tourism And Hospitality, Kotor, 2018 itd.).

Ima položen tečaj „Voditelj pripreme EU projekata – konzultant za EU fondove“.

Aktivno govori engleski i talijanski jezik.

Jedan je od urednika zbornika „7. International Maritime Science Conference Book of Proceedings 2016, Split: Pomorski fakultet, 2017“.

Radovi u znanstvenim časopisima i na međunarodnim znanstvenim skupovima:

1. Guidi, G., Sliskovic, M., Violante, A.C., Vukic, L. (2016), Best available techniques (BATs) for oil spill response in the Mediterranean Sea: calm sea and presence of economic activities. *Environ Sci. Pollut. Res*, 23: 1944. doi:10.1007/s11356-015-5543-y
2. Poletan Jugović, T., Vukić, L. (2016), Competencies of logistics operators for optimisation the external costs within freight logistics solution. *Pomorstvo*, 30(2), 120-127.
3. Vukić, L., Poletan Jugović, T. (2016), Planning and valorization of the branch Xa of Corridor X from the aspects of external costs. *Pomorstvo*, 30(2), 151-159.
4. Kos, S., Vukić, L., Brčić, D. (2017), Comparison of external costs in multimodal container transport chain. *Promet – Traffic&Transportation*, 29(2), 243-252.
5. Slišković, M., Perić Hadžić, A., Vukić, L. (2017), Analyzing of Environmental External Costs of Cruise Traffic in the Port of Split. *The Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*, 50(122), 91-97.
6. Čović, M., Vukić, L., Slišković, M. (2017), Analysis of ballast water quantity and type of cargo in main ports of Croatia for 2015. *International Maritime Science Conference, Book of Proceedings / Faculty of Maritime Studies Split (ur.)*, str. 481-486, Split, Croatia
7. Vukić, L., Ukić, H., Slišković, M. (2017), Oil spill in Marine Protected Areas (MPAs) – a possible adjustment of Croatian Contingency plan. *International Maritime Science Conference, Book of Proceedings / Faculty of Maritime Studies Split (ur.)*, pp.156-162, Split, Croatia
8. Vukić, L., Poletan Jugović, T., Kolanović, I. (2017), External costs as competitive factor for affirmation of the Rijeka – Pivka railway route in the Baltic – Adriatic Corridor, *Scientific Journal of Maritime Research/ Pomorstvo*, 31(2), pp. 102-110.
9. Peronja, I., Borovac Zekan, S., Vukić, L., Ukić, H. (2017), Social Responsibility on the Example of a Family Business Atlantic Group d.d. *International Journal of Business and Management Studies*, 6 (2), 23-30.
10. Poletan Jugović, T., Vukić, L., Jugović, A. (2018), Current carbon tax role in the choice of ecologically more acceptable transport mode. *European transport/Trasporti Europei*, 67 (2018), No. 6.
11. Vukić, L., Peronja, I., Slišković, M. (2018), Port Pricing in the North Port of Split: A Comparative Analysis, *Transactions on Maritime Science*, 7 (1), pp. 59-70. doi:10.7225/toms.v07.n01.006

12. Vukić, L., Ukić Boljat, H., Slišković, M. (2018), Comparison of climate change cost of freight road, rail and maritime transport, In: *Maritime, Transport and Logistics Science: Conference Proceedings*, Zanne, M., Bajec, P., Vidan, P., Krčum, M. (ur.), Faculty of Maritime Studies and Transport, pp. 405-408., Portorož, Slovenia
13. Jugović, A., Slišković, M., Vukić, L. (2018), Concept of External Costs Calculation in the Ports: Environmental Impacts, *Tehnički Vjesnik - Technical Gazette*, 25, Supplement 2, pp. 495-502. doi:10.17559/tv-20161201113235
14. Vukić, L., Ukić Boljat, H., Slišković, M. (2018), Short Sea Shipping – an Opportunity for Development of the North Port of Split, *NAŠE MORE: znanstveno-stručni časopis za more i pomorstvo*, 65, 3 Supplement, pp. 18-25. doi:10.17818/NM/2018/3.10
15. Vukić, L., Vidan, P., Marušić E. (2018). Comparative analysis of Croatian sojourn tax in nautical tourism with corresponding tax in Greece. *5th International Scientific Conference - Trends In Development Of Tourism And Hospitality*, Stanovčić, T. (ed.). Kotor, Montenegro/ Faculty of Tourism and Hotel Management, Kotor, 2018.
16. Vukić, L., Mulić, R., Peronja, I., Slišković, M. (2018), Regulation for providing medical first aid/medical care on board ferry vessels in Croatia, *Transactions on Maritime Science*, 7 (2), pp. 189-198. doi:10.7225/toms.v07.n02.009