

Modeliranje kapaciteta integrirane željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari

Radoš, Božica

Doctoral thesis / Disertacija

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:371799>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Božica Radoš

**MODELIRANJE KAPACITETA
INTEGRIRANE ŽELJEZNIČKE
INFRASTRUKTURE ZA PRIJEVOZ
OPASNIH TVARI**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2020.



Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

Božica Radoš

**MODELIRANJE KAPACITETA
INTEGRIRANE ŽELJEZNIČKE
INFRASTRUKTURE ZA PRIJEVOZ
OPASNIH TVARI**

DOKTORSKI RAD

Mentor:
prof. dr. sc. Tomislav Josip Mlinarić

Zagreb, 2020.



University of Zagreb

Faculty of Transport and Traffic Sciences

Božica Radoš

MODELING OF THE CAPACITY OF AN INTEGRATED RAILWAY INFRASTRUCTURE FOR TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisor:
Full Professor Tomislav Josip Mlinarić, PhD

Zagreb, 2020.

PODACI I INFORMACIJE O DOKTORANDU

1. Ime i prezime: Božica Radoš
2. Datum i mjesto rođenja: 13.11.1970.
3. Naziv završenog fakulteta i godina diplomiranja:
Fakultet prometnih znanosti, 1998, diplomirani inženjer prometa
Fakultet prometnih znanosti, 2007, magistra tehničkih znanosti

INFORMACIJE O DOKTORSKOM RADU

1. Naziv doktorskog studija: **Tehnološki sustavi u prometu i transportu**
2. Naslov doktorskog rada: **MODELIRANJE KAPACITETA INTEGRIRANE ŽELJEZNIČKE INFRASTRUKTURE ZA PRIJEVOZ OPASNIH TVARI**
3. Fakultet na kojem je doktorski rad branjen: **Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu**

INFORMACIJE O DOKTORSKOM RADU

1. Datum prijave doktorskog rada: 23.06.2017.
2. Datum obrane teme doktorskog rada: 29.08.2017.
3. Mentor: prof. dr. sc. Tomislav Josip Mlinarić
4. Povjerenstvo za ocjenu i obranu doktorskog rada:
izv. prof. dr. sc. Mladen Nikšić, predsjednik
prof. dr. sc. Tomislav Josip Mlinarić, mentor
doc. dr. sc. Goranka Nogo, (Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet), vanjski član
prof. dr. sc. Mihaela Bukljaš, član
prof. dr. sc. Stjepan Lakušić, (Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet), vanjski član
izv. prof. dr. sc. Borna Abramović, zamjena
5. Lektor: Antonija Jurčić, prof. hrvatskog jezika i književnosti
6. Datum obrane doktorskog rada: 04.03.2020.

INFORMACIJE O MENTORU

Tomislav Josip Mlinarić rođen je 14. svibnja 1969. godine u Zagrebu. Državljanin je Republike Hrvatske, po nacionalnosti Hrvat. Osnovnu i srednju školu (MIOC) završio je u Zagrebu. Diplomirao je na Fakultetu prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, 1994. godine s odličnim uspjehom. Na posljednjoj godini studija dodijeljena mu je, od strane Rektora, stipendija Sveučilišta u Zagrebu. Od 01.10.1994. godine u stalnom je radnom odnosu na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu na Zavodu za željeznički promet. Akademske godine 1996./97. i 1997./98. na „Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft“ pri TU Graz, radio je na istraživačkom projektu iz područja kvalitete kolosiječne geometrije tijekom životnog vijeka kolosijeka. Akademske godine 1997./98., upisao je poslijediplomski studij na Fakultetu prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Dana 15. prosinca 2000. položio kvalifikacijski doktorski ispit pod naslovom: „Dugoročna procjena kvalitete kolosiječne geometrije s ciljem identificiranja zahtjeva održavanja“. U tijeku poslijediplomskog studija na Fakultetu prometnih znanosti i kasnije, sudjelovao je u radu na projektima Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske. Akademske godine 2000./01. radio je na „Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrswirtschaft“ TU Graz na istraživačkom projektu pod nazivom: „Strategie Fahrweg“. Od 26. srpnja 2002. godine predstavlja HŽ-Hrvatske željeznice na projektu Europskog željezničkog istraživačkog centra pod nazivom „ECOTRACK“ u suradnji s TU Delft. Dana 15. studenog 2002. godine obranio je doktorski rad pod nazivom "Dugoročna procjena kvalitete kolosiječne geometrije s ciljem identificiranja zahtjeva održavanja". Izabran je u znanstveno-istraživačko zvanje istraživač-suradnik pod matičnim brojem 213372 u znanstvenom polju Tehnologije prometa i transporta 2004 godine. Iste je godine izabran u znanstveno-nastavno zvanje docenta za područje tehničkih znanosti, polje tehnologija prometa i transport. Od 22. travnja 2004. do 29. rujna 2005. godine obavljao je dužnost Predsjednika uprave i Generalnog direktora Hrvatskih željeznica d.o.o. Osnivač je Intermodalnog promotivnog centra "IPC Dunav - Jadran" i njegov prvi predsjednik. U periodu 2006-2008 bio je voditelj Katedre za tehnologiju željezničkog prometa. Kao voditelj katedre aktivno je sudjelovao u izradi prijedloga novog nastavnog plana i programa u skladu s Bolonjskim procesom prihvaćenog od strane Sveučilišta u Zagrebu iz područja Tehnologije željezničkog prometa. Od akademske godine 2005./06., do danas sudjeluje u izvođenju nastave na kolegijima iz područja tehnologije željezničkog prometa na dodiplomskom i poslijediplomskom studiju na Fakulteti za građbeništvo pri TU Maribor, te je do sada bio mentor na više diplomskih i magistarskih radova. Inicirao je i organizirao održavanje 3. i 4. Međunarodnog znanstvenog i stručnog kongresa

upravljača željezničkom infrastrukturom RIMC-2007. i RIMC 2010., gdje je bio predsjednik znanstvenog odbora. Isto tako aktivno surađuje i s Fakultetom za pomorstvo in promet, Univerze v Ljubljani i s Transportnim Sveučilištem u Sofiji. Od 2007 godine član je Uredničkog odbora časopisa Promet – Traffic and Transportation. Od 14. studenog 2012. imenovan je predstojnikom zavoda za željeznički promet. Od 01. listopada 2018. do danas Dekan je Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu. Član je Hrvatske komore inženjera tehnologije prometa i transporta. Član je Znanstvenog vijeća za promet Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti. Aktivno se služi engleskim, njemačkim i slovenskim jezikom. Oženjen je i otac je dvoje djece.

Tebi čije je ime suvišno napisati na papir...

SAŽETAK

Na najvažnijim prometnim koridorima infrastrukturne mreže u Republici Hrvatskoj (dalje u tekstu RH) istražiti će se prometna potražnja u segmentu prijevoza opasnih tvari, uvažavajući potrebu transfera opasnih tvari između različitih prometnih podsustava. Na bazi provedene analize ustanovit će se sigurnosni i tehničko-tehnološki kriteriji za modeliranje integriranja kapaciteta željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari u RH. Svaki element željezničke infrastrukture ponderirat će se kvantifikatorima definiranim na osnovi obilježja sigurnosti, pouzdanosti i raspoloživosti infrastrukture. Modaliteti navedenih obilježja pripadat će ordinalnim skalama (tj. redosljedno obilježenim ili rang varijablama). Modaliteti obilježja brzine, vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja pojedinog dijela željezničke infrastrukture pripadat će numeričkim skalama (tj. onima kojima vrijednost dodjeljujemo prema omjernoj skali). Na temelju navedenog, u radu će se izraditi makroskopski model integriranja kapaciteta ostale željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari na prostorno-vremenskim mrežama. Model utvrđuje optimalnu razinu integracije mreže za prijevoz opasnih tvari, a na temelju tog modela će biti optimiran kapacitet željezničke infrastrukturne mreže za prijevoz opasnih tvari. Ciljana razina tehničko-tehnološke integracije željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari biti će unaprijed postavljena.

Ključne riječi: modeliranje kapaciteta; integrirana željeznička infrastruktura; prijevoz opasnih tvari; metoda AHP

ABSTRACT

On the most important corridors of the infrastructure network in the Republic of Croatia (further in text RH) the research of traffic demand in function of dangerous goods transport will be conducted, taking in consideration the need of dangerous goods transfer between various traffic's subsystems. On the basis of a conducted analysis the security and technical-technological criteria will be determined for the needs of capacity integration modelling of a railway infrastructure for transport of dangerous goods in RH. Each element of the railway infrastructure will be pondered by quantifiers, defined on the basis of the features of security, reliability and availability of infrastructure. Modalities of aforementioned characteristics will belong to ordinal scales (i.e. sequentially marked or rank variables). Modalities of speed, time of occupancy and maximal load characteristics of an individual part of railway infrastructure will belong to numerical scales (those to whom the value is assigned according to a proportional scale). On the basis of the aforementioned, in this thesis the macroscopic model of capacity integration of a remaining railway infrastructure for transport of dangerous goods on space-time networks will be made. The model determines the optimal level of integration of the network for dangerous goods transport, and on the basis of that model the capacity of the railway infrastructure network for dangerous goods transport will be optimized. Aimed level of the technical-technological integration of the railway infrastructure network for transport of dangerous goods will be set in advance.

Key words: capacity modeling; integrated railway infrastructure; transportation of dangerous goods; method AHP

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. PROBLEM ISTRAŽIVANJA.....	1
1.2. SVRHA I CILJ ISTRAŽIVANJA.....	1
1.3. OCJENA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	2
1.4. ZNANSTVENE METODE	4
1.5. OČEKIVANI ZNANSTVENI DOPRINOS U POLJU TEHNOLOGIJE PROMETA	5
1.6. KOMPOZICIJA RADA.....	6
2. ZAKONSKA REGULATIVA U PRIJEVOZU OPASNIH TVARI	7
2.1. PODJELA OPASNIH TVARI	10
2.2. OPASNE TVARI KOJE SE PREVOZE ŽELJEZNICOM	11
2.3. METODOLOGIJA ZA VREDNOVANJE I MEĐUSOBNO RANGIRANJE ZAHTJEVA KORISNIKA	12
3. UTVRĐIVANJE I PROCJENA VJEROJATNOSTI NESREĆA PRI PRIJEVOZU OPASNIH TVARI	16
3.1. DETEKCIJA I PREVENCIJA KRIZNIH SITUACIJA	16
3.2. ANALIZA STANJA ŽELJEZNIČKE MREŽE I ŽELJEZNIČKIH VOZILA	32
3.3. BENCHMARK ANALIZA STANJA KOINCIDENCIJE NESREĆA U PRIJEVOZU OPASNIH TVARI.....	39
3.4. ANALIZA TEHNIČKIH KARAKTERISTIKA KORIDORA RH1 I RH2	45
3.4.1. Željeznička pruga M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo.....	45
3.4.2. Željeznička pruga M103 Dugo Selo – Novska	46
3.4.3. Željeznička pruga M104 Novska – Tovarnik – DG.....	47
3.4.4. Željeznička pruga M201 DG – Botovo – Dugo Selo.....	49
3.4.5. Željeznička pruga M202 Zagreb Gk – Rijeka.....	50
3.4.6. Željeznička pruga M203 Rijeka – Šapjane – DG.....	51
3.5. RANŽIRNI KOLODVORI I KOLOSIJECI ZA FORMIRANJE VLAKOVA UKLJUČUJUĆI KOLOSIJEKE ZA MANEVRIRANJE	51
3.6. TUNELI I RANŽIRNI KOLODVORI ZA PRIHVAT OPASNIH TVARI	52
3.7. PROCJENA STANJA SIGURNOSTI: TEHNIČKO-SIGURNOSNO STANJE INFRASTRUKTURE.....	54
4. RAZRADA I MODELIRANJE KAPACITETA INTEGRIRANE ŽELJEZNIČKE MREŽE	62
4.1. PODJELA MREŽE.....	62
4.2. POLOŽAJ REPUBLIKE HRVATSKE U TRANSEUROPSKOJ PROMETNOJ MREŽI EUROPE (TEN-T)	62
4.2.1. Mediteranski koridor	63
4.2.2. Rajnsko-dunavski koridor.....	63
4.2.3. Koridor za teretni prijevoz.....	63
4.3. TRENUTNO STANJE ŽELJEZNIČKIH PRUGA ZA MEĐUNARODNI PROMET RH1 KORIDORA	64
4.3.1. Željeznička pruga M101 DG - S. Marof - Zagreb Gk.....	64
4.3.1.1. Putnički promet	64
4.3.1.2. Teretni promet	65
4.3.2. Željeznička pruga M102 Zagreb Gk – Dugo Selo	66
4.3.2.1. Putnički prijevoz.....	66
4.3.2.2. Teretni promet	67
4.3.3. Željeznička pruga M103 Dugo Selo - Novska	68
4.3.3.1. Putnički prijevoz.....	68
4.3.3.2. Teretni promet	68
4.3.4. Željeznička pruga M104 Novska - Tovarnik - DG	69
4.3.4.1. Putnički promet	69
4.3.4.2. Teretni promet	69
4.4. TRENUTNO STANJE ŽELJEZNIČKIH PRUGA ZA MEĐUNARODNI PROMET RH2 KORIDORA	70
4.4.1. Željeznička pruga M201 DG - Botovo - Dugo Selo	70
4.4.1.1. Putnički promet	70
4.4.1.2. Teretni promet	70
4.4.2. Željeznička pruga M202 Zagreb Gk - Rijeka.....	71
4.4.2.1. Putnički promet	71

4.4.2.2. Teretni promet	72
4.4.3. Željeznička pruga M203 Rijeka – Šapjane – DG.....	73
4.4.3.1. Putnički promet	73
4.4.3.2. Teretni promet	73
4.5. UPORABNO STANJE MREŽE NA KORIDORIMA	74
4.5.1. M101 (Dobova) – državna granica – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor.....	74
4.5.2. M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo.....	77
4.5.3. M103 Dugo Selo – Novska	78
4.6. PROGNOZA PROMETA NA MODELU I PROCJENA RASTA.....	91
4.6.1. Faktori o kojima ovisi prognoza prometa	92
4.6.1.1. Stanovništvo	92
4.6.1.2. Bruto domaći proizvod	92
4.6.1.3. Luke.....	93
4.6.2. Obujam i analiza prijevoza putnika i tereta na željezničkim prugama HŽ Infrastrukture.....	93
4.7. IZRAČUN RASPOLOŽIVIH KAPACITETA PRUGE	100
4.7.1. Kapacitet pruge	100
4.7.2. Modeliranje kapaciteta pruga prema danim prognozama prometa.....	103
4.8. PROGNOZA PROMETA OPASNIH TVARI NA KORIDORSKIM PRUGAMA RH1 I RH2	108
5. MODELIRANJE INTEGRIRANE MREŽE	114
5.1. KRITERIJI KVALITETE (PARAMETRI) MREŽE	114
5.2. OBRADA KRITERIJA.....	115
5.3. MODEL MREŽE ZA PRIJEVOZ OPASNIH TVARI	116
5.3.1. Razvoj modela	116
5.3.2. Opis metode.....	117
5.4. VERIFIKACIJA MODELA MREŽE ZA PRIJEVOZ OPASNIH TVARI.....	121
5.5. OSVRT NA DOBIVENE REZULTATE.....	125
5.5.1. Kriteriji odlučivanja.....	126
5.5.1.1. Prostorni kriteriji	127
5.5.1.2. Vremenski kriteriji.....	129
5.5.1.3. Prijevozni supstrat	129
5.5.1.4. Zahtjevi korisnika	129
5.5.2. Obrazloženje rezultata.....	129
5.5.2.1. Pruge koridora RH1.....	129
5.5.2.2. Za pruge koridora RH2.....	133
5.5.3. Zaključne konstatacije	136
6. ZAKLJUČAK	140
7. LITERATURA	143
POPIS KRATICA.....	148
POPIS OZNAKA I MJERNIH JEDINICA.....	150
POPIS SLIKA.....	151
POPIS TABLICA	152
POPIS DIJAGRAMA	155
PRILOZI.....	157

1. UVOD

1.1. Problem istraživanja

Na najvažnijim prometnim koridorima promatrane mreže istražiti će se prometna potražnja u segmentu prijevoza opasnih tvari, uvažavajući potrebu transfera opasnih tvari između različitih prometnih podsustava. Na bazi prije provedene analize ustanovit će se sigurnosni i tehničko-tehnološki kriteriji za modeliranje integriranja kapaciteta željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari u Republici Hrvatskoj (kasnije u tekstu RH). Svaki element željezničke infrastrukture ponderirat će se kvantifikatorima definiranim na osnovi obilježja sigurnosti, pouzdanosti i raspoloživosti infrastrukture. Modaliteti navedenih obilježja pripadat će ordinalnim skalama. Modaliteti obilježja brzine, vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja pojedinog dijela željezničke infrastrukture pripadat će numeričkim skalama. Na temelju navedenog, u radu će se modificirati makroskopski model integriranja kapaciteta željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari na dijakronim (prostorno-vremenskim) mrežama. Modelom će biti optimiran dio kapaciteta željezničke mreže na glavnim prometnim koridorima RH koji će se integrirati s infrastrukturom ostalih prometnih podsustava koji će imati unaprijed određenu razinu tehničko-tehnološke integracije željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari.

1.2. Svrha i cilj istraživanja

Cilj predloženog istraživanja je model optimalnog integriranja kapaciteta željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari u RH. Postizanje cilja zahtijeva sljedeće hipoteze:

1. preduvjet za održivo tehničko-tehnološko uključivanje Republike Hrvatske u mrežu prometne infrastrukture Europske unije (dalje u tekstu EU) za prijevoz opasnih tvari je integrirana željeznička mreža opremljena i upravljana prema smjernicama i direktivama integrirane željezničke mreže EU,
2. postojeće kapacitete željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari moguće je jednoznačno klasificirati i rangirati, a potom i ponderirati prema unaprijed definiranim sigurnosnim parametrima i parametrima pripadajućeg tehnološkog procesa,
3. moguće je objektivno rangirati zahtjeve korisnika prijevoza opasnih tvari, ovlasti upravitelja infrastrukturne mreže i kapaciteta prijevoznika,

4. moguća je kvantifikacija dijelova željezničke mreže koji poštuju kvalitativnu i kvantitativnu klasifikaciju svakog unaprijed definiranog parametra iz hipoteze 2 te na temelju klasifikacija moguće je izvesti jedinstveni kvantifikator za svaki pojedini dio željezničke mreže,
5. primjenom modificiranog makroskopskog modela baziranog na dijakronim mrežama moguće je odrediti lokacije na infrastrukturi integrirane željezničke mreže za prijevoz opasnih tvari koje treba tehnički i tehnološki redizajnirati.

Dijelovi istraživanja koji su provedeni ovim radom dio su studije „Studija uvođenja ERTMS-a u Republici Hrvatskoj“ iz 2016. godine. Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj putem Operativnog programa Promet 2007. – 2013.

1.3. Ocjena dosadašnjih istraživanja

Nacionalnim programom željezničke infrastrukture Republike Hrvatske za period 2016. – 2020., Vlada je prihvatila srednjoročni operativni program razvoja željezničkog prometa. Iz analize prometnih željezničkih potencijala obrađenih u Nacionalnom transportnom modelu [1], koji je kao druga faza završena u lipnju 2016. godine postao integralni dio Strategije prometnog razvoja Republike Hrvatske 2017. – 2030. [2], može se zaključiti kako se RH nalazi u izuzetno važnom trenutku za daljnji razvoj infrastrukture. Ekonomski pokazatelji ukazuju da je s obzirom na situaciju s financiranjem projekata iz fondova Europske unije izuzetno bitno odabrati razvojne ciljeve koji će dugoročno agregirati puni prometni potencijal RH kroz luku Rijeka i željezničke koridore [3], a na razini EU definirati i uspostavljati jedinstvenu Europsku željezničku mrežu za konkurentni željeznički promet (engl. *European Rail Network for Competitive Freight*). Stvaranje jedinstvene europske željezničke mreže detaljnije je određeno u Direktivi EU/913/2010, u kojoj je definirano devet teretnih koridora na području EU. U tom kontekstu strategija razvitka željezničkog prometa u RH temelji se na potrebi zadovoljenja sveukupnih prometnih zahtjeva, pomorskoj orijentaciji RH, strategiji prostornog razvitka RH i opredjeljenju o uključivanju u europske prometne tokove [4, 5].

U pogledu prometne potražnje u željezničkom prometu koju će generirati prije naglašeni procesi u RH i EU, prijevoz i transport opasnih tvari zauzimat će posebno mjesto zbog svoje kompleksnosti i specifičnosti. Zakon o prijevozu opasnih tvari usvojen je u Hrvatskom saboru 2007. g. (Narodne novine, NN 79/07), a stupio je na snagu 1. siječnja 2008. g. [6]. Zakonom su u zakonodavstvo RH implementirani sporazumi EU o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu ADR (engl. *The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road*, ADR) s pripadajućim Prilozima A i B, te COTIF i RID

(engl. *The Convention concerning International Carriage by Rail*, COTIF; *Regulation concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail*, RID) u željezničkom prometu. Prema trenutno dostupnim podacima iz službenog statističkog ureda EU Eurostata za 2017. godinu, ukupne količine prevezenih opasnih tvari željeznicom u RH u proteklih deset godina pokazuju tendenciju rasta po svim klasama opasnih tvari [7]. Istraživanja u doktorskom radu fokusirat će se na Mediteranski koridor i Rajna – Dunav koridor (bivši X i Vb koridori) s pripadajućim prometnim čvorovima Rijeke, Zagreba i Vinkovaca (Vukovara). Za potrebe planiranja kapaciteta mreže za prijevoz opasnih tvari u doktorskom radu detaljno će se analizirati sigurnosni aspekt i koristiti dosadašnja istraživanja i analize [8, 9, 10] postojećih tokova promatranog prijevoza. U studijama drugih autora [11, 12, 13] postoji problem vremenskog perioda projekcije analiza pa će se stoga iz njih koristiti samo kriteriji analize.

Opasne se tvari na području RH prevoze kroz naseljena i zaštićena područja bez dovoljnog nadzora i kontrole, zanemarujući činjenicu da takve tvari zahtijevaju posebne uvjete prijevoza, posebna prijevozna sredstva i posebne jedinice za zbrinjavanje i sanaciju šteta u slučaju nesreće [10, 11, 12]. Tehnološko-uporabno stanje kapaciteta do sada integrirane željezničke infrastrukture neadekvatno je zbog nedovoljnog broja opremljenih mjesta za manipulaciju, skladištenje, parkiranje vozila i ostale operacije vezane uz opasne tvari. Nedostaju terminali gdje bi opasne tvari sigurno mijenjale prometne podsustave u transportnom lancu. Na postojećim prometnicama dolazi do istovremenog prijevoza putnika, konvencionalnih tereta i opasnih tvari. Tuneli, željezničko-cestovni prijelazi u ravnini i dionice s lošim uporabnim stanjem eksponencijalno povećavaju sigurnosni i ekološki rizik [10]. Nezgode i nesreće pri prijevozu i manipulaciji opasnim tvarima ukazuju na nedovoljno znanje o njihovim značajkama [11, 12] i potrebu za definiranjem štićenih koridora prijevoza i mjesta pretovara koja će štititi okolinu od posljedica nesreća u prijevozu opasnih tvari ili terorističkog djelovanja. U isto vrijeme prijevoz opasnih tvari transportni je zadatak koji integrira zahtjeve kvalitete usluge i komercijalne kriterije poslovanja [14, 15]. Pritom se moraju uzeti u obzir karakteristike predmeta prijevoza koje uvjetuju izbor prijevoznog sredstva [16, 17, 18] i manipulativne tehnike. Dosadašnji znanstveno-istraživački projekti i radovi većinom se koncentriraju na transportne lance u funkciji prijevoza tereta, a manje na problem raspoloživosti kapaciteta prometne infrastrukture koja čini integriranu željezničku infrastrukturnu mrežu. Raspoloživost i uporabno stanje prometne infrastrukture (postojeća kolosiječna geometrija, maksimalna dozvoljena brzina, najveća dozvoljena osovinska opterećenja, slobodni profil kolosijeka i druge karakteristike [19]), pri tehničko-tehnološkoj integraciji prometnih podsustava predstavljaju rizik za uspješno

funkcioniranje, upravljanje i sigurnost. U dosadašnjim radovima nije provedeno detaljno istraživanje tehnološke funkcije terminala u prijevozu opasnih tvari [20] niti su kapaciteti bili dizajnirani s vremenski baziranog aspekta [21, 22]. Izrađeni model vremenski bazirane transportne mreže bit će dodatno testiran u tehničko-tehnološkom i sigurnosnom smislu korištenjem rezultata do sada obavljenih istraživanja [23, 24]. Pritom su za izradu modela citirani autori [25, 26, 27] koji navode relevantne kriterije za analizu i vrednovanje parametara sigurnog funkcioniranja kapaciteta integrirane željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari. Za definiranje kriterija optimalnog funkcioniranja kapaciteta integrirane željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari citirani su ostali autori [6, 28].

1.4. Znanstvene metode

Postavljene hipoteze u doktorskom radu ukazuju na potrebu detaljnog istraživanja tehnološkog procesa prijevoza opasnih tvari koje predstavlja prirodni nastavak istraživanja doktorandice započetog u znanstvenom magistarskom radu „Model razvoja intermodalnog transporta u Republici Hrvatskoj“ [29]. Problematika je djelomično istraživana u znanstvenim radovima drugih autora. U doktorskom radu će se posebno analizirati postojeći kapaciteti prometne infrastrukture na dijelu Mediteranskog koridora i Rajna – Dunav koridora unutar RH, uključujući čvorove koji do sada nisu posebno razrađivani u funkciji prijevoza opasnih tvari.

Planirano je u prvom dijelu istraživanja izvršiti detaljnu sigurnosnu procjenu postojećeg stanja prijevoza opasnih tvari u prometnoj mreži RH. U nastavku će se dobiveni podaci testirati i komparirati metodom za procjenu rizika ovisno o vrsti i količini opasnih tvari koje se prevoze. Istražit će se prometna potražnja u segmentu prijevoza opasnih tvari kako bi se utvrdili trendovi. Paralelno će se analizirati podaci o izvanrednim događajima i nesrećama pri prijevozu opasnih tvari u prometnoj mreži RH.

Navedeni će se podaci statistički ekstrapolirati, a zatim će se teorija vjerojatnosti primijeniti u predviđanju ishoda događaja na temelju slučajnog odabira uzorka. Budući da će se dobiveni rezultati testirati u realnom okruženju dijela Mediteranskog koridora i Rajna – Dunav koridora unutar prometne infrastrukture RH, popratni će se rezultati iskoristiti za prijedlog bolje pravne regulative u prijevozu opasnih tvari na teritoriju RH te za utvrđivanje smjernica kvalitetne organizacije ukupnog prometnog sustava RH u segmentu prijevoza opasnih tvari.

Analizirat će se uporabno stanje željezničke infrastrukture, a rezultati istraživanja će se sintetizirati na željezničkoj mreži integriranoj u prijevoz opasnih tvari. Hipoteze će se

dokazivati induktivno temeljem sakupljenih činjenica. Pritom će se modificirati makroskopski model integriranja željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari koji se bazira na analiziranim ulaznim parametrima. Definirat će se osnovni elementi modela i utvrditi model ponude i potražnje na temelju kojeg će se generirati optimalno tehničko-tehnološko i sigurnosno rješenje. Optimalno rješenje dobit će se upotrebom metode kriterija težine (engl. *Weight criterion method*) za predstavljanje relativne važnosti kriterija u višekriterijskoj analizi. Njome će se analizirati i ocijeniti kapaciteti željezničke mrežne infrastrukture integrirani u prijevoz opasnih tvari na promatranim koridorima, uključujući željezničke čvorove. Spomenuti prometni koridori ključni su za integraciju RH u prometne tokove Europe i svijeta te je na njima realno očekivati vrlo brzu primjenu tehničko-tehnološke i sigurnosne regulative EU koja donosi promjene u strukturi i volumenu robnih tokova. To će se odraziti na tehnološke procese prijevoza opasnih tvari zbog potrebe redizajna postojećih transportno-logističkih lanaca prema ciljanom kapacitetu infrastrukturne mreže na koridorima. U doktorskom radu će se zbog toga analizirati vozni park, postojeća i prateća infrastruktura te postrojenja za prijevoz opasnih tvari. Navedene metode će biti primijenjene na stvarnim tehničko-tehnološkim parametrima navedenih koridora koje karakterizira velika neujednačenost (u smislu kapaciteta i efikasnosti prometnica i terminala) te visoka razina unutarnje tehnološke neusklađenosti željezničkog prometnog podsustava. Rezultat ovakvog pristupa je izrada makroskopskog modela integriranja željezničke infrastrukture prema kojem će se u prometnoj mreži odabirati prijevozni put s najmanjim rizikom u procesu prijevoza opasnih tvari i detektirati kritični i uzročni čimbenici za sigurno, tehnološki efikasno i ekonomično funkcioniranje sustava prijevoza opasnih tvari. Rezultati istraživanja bit će razrađeni u šest poglavlja.

1.5. Očekivani znanstveni doprinos u polju tehnologije prometa

Temeljem postavljenih hipoteza, definiranih ciljeva i rezultata predloženog istraživanja, očekuje se sljedeći znanstveni doprinos:

- modifikacija makroskopskog modela, baziranog na dijakronim mrežama, za dizajniranje integrirane željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari,
- izrada metodologije za vrednovanje i međusobno rangiranje kriterija korisnika, upravitelja infrastrukture integrirane željezničke mreže i prijevoznika opasnih tvari,
- klasifikacija i rangiranje redizajniranih kapaciteta željezničke mreže s obzirom na veličine prijevoznih tokova i smjernice razvoja EU mreže za prijevoz opasnih tvari,
- kvantificiranje kvalitativnih karakteristika vezanih uz tehničko-tehnološke i sigurnosne procese u prijevozu opasnih tvari.

1.6. Kompozicija rada

Kompozicija disertacije proizlazi iz temeljne hipoteze i istraživanja koja su provedena s ciljem izrade modela optimalnog integriranja kapaciteta željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari u RH. Disertacija je podijeljena u sedam poglavlja.

U prvom poglavlju, **Uvodnom dijelu** ove disertacije, opisani su predmet, svrha i cilj istraživanja, prikazan je pregled dosadašnjih istraživanja i značajnijih radova koji se bave problematikom prijevoza opasnih tvari.

U drugom je poglavlju pod nazivom **Zakonska regulativa u prijevozu opasnih tvari** dana zakonska regulativa za prijevoz opasnih tvari, njihova podjela te ograničenja za prijevoz istih.

U trećem je poglavlju pod nazivom **Utvrđivanje i procjena vjerojatnosti nesreća pri prijevozu opasnih tvari** učinjena detekcija i prevencija kriznih situacija, analiza sigurnosnog stanja na mreži, tehnička analiza najvažnijih željezničkih koridora na mreži RH te tzv. benchmark analiza stanja koincidencije nesreća pri prijevozu opasnih tvari.

U četvrtom je poglavlju pod nazivom **Razrada i modeliranje kapaciteta integrirane željezničke mreže** prikazano uporabno stanje mreže i položaj RH u EU prometnoj mreži te je dana prognoza prometa i prikazan trend rasta.

U petom su poglavlju pod nazivom **Modeliranje integrirane mreže** dani kriteriji kvalitete, odnosno parametri mreže, te sam model mreže za prijevoz opasnih tvari i njegova verifikacija.

U šestom je poglavlju dan **Zaključak** te su objedinjeni najvažniji zaključci rada i opisane mogućnosti daljnjeg istraživanja.

U sedmom, tj. posljednjem poglavlju je dan pregled korištene **Literature**.

2. ZAKONSKA REGULATIVA U PRIJEVOZU OPASNIH TVARI

Liberalizacija tržišta željezničkih usluga odvija se u RH pod utjecajem dviju posebno važnih okolnosti:

1. Pristup RH Europskoj uniji i harmoniziranje zakonodavstva s politikama i pravnim okvirom zajednice,
2. Potreba strateškog razvoja i modernizacije željezničkog prometa.

To je stvorilo pogodan okvir za pojavu novih operatera na tržištu. Krajem 2014. g. prvi put u povijesti željezničkog prometa u RH u teretnom prijevozu bila su prisutna tri nova prijevoznika pored HŽ Carga. Početkom 2019. g., imamo već sedam privatnih prijevoznika koji se bave prijevozom tereta.

Iz grubo segmentirane analize potražnje može se zaključiti da i u ovim, trenutno zahtjevnim vremenima, po pitanju stanja infrastrukture i otvorenih radova na pojedinim dionicama, dionici na tržištu nalaze svoje tržišne niše. Liberalizacija nacionalnog tržišta teretnog prijevoza jedan je od glavnih preduvjeta za pristupanje željezničke prometne infrastrukture RH u integriranu EU željezničku mrežu tj. unutarnje željezničko tržište koju se odvija na Transeuropskoj mreži prometnica (engl. *Trans-European Network-Transport*, TEN-T).

Tehnička usklađivanja željezničkih prometnih podsustava i pozicioniranje na tzv. osnovnu mrežu (engl. *core network*), odnosno sveobuhvatnu mrežu (engl. *comprehensive network*) te 6. koridor za željeznički teretni prijevoz (engl. *Rail Freight Corridor 6*, RFC 6) u funkciji su uklanjanja prepreka za veću konkurentnost željezničkog sektora, zajedno s boljim vezama između EU i susjednih tržišta. Veća konkurentnost dovodi do učinkovite i korisniku-orijentirane željeznice.

S tim u vezi otvaranjem pretpristupnih pregovora za ulazak RH u Europsku Uniju stekli su se uvjeti za pripremu oDGovarajuće zakonodavne osnove za prijevoz opasnih tvari. Kroz uspostavljanje radnih skupina pri Ministarstvima započela je i priprema zakonodavnih tijela i zakona. Rezultat rada tih tijela je vidljiv u kvalitetnoj podlozi za prijevoz opasnih tvari. Danas je na snazi „Zakon o prijevozu opasnih tvari“ objavljen u NN 79/07 [6].

Ovim se Zakonom propisuju uvjeti za prijevoz opasnih tvari u pojedinim granama prometa, obveze osoba koje sudjeluju u prijevozu, uvjeti za ambalažu i vozila, uvjeti za imenovanje sigurnosnih savjetnika te prava i dužnosti, nadležnost i uvjeti za provođenje osposobljavanja

osoba koje sudjeluju u prijevozu, nadležnost državnih tijela u vezi s tim prijevozom te nadzor nad provođenjem zakona. Svrha je ovoga Zakona siguran prijevoz opasnih tvari. Na taj su način u potpunosti zadovoljeni kriteriji interoperabilnosti i nesmetanog prijevoza opasnih tvari iz/u i na teritoriju RH. Zakonodavna regulativa je apsolutno pokrila sve aspekte prijevoza opasnih tvari te se stalno aktualizira. Kao takva daje sigurnu platformu za sve pripadajuće podzakonske akte te direktno utječe na pozicioniranje RH u EU kao sigurnog i strukturiranog tržišta po pitanju prijevoza opasnih tvari.

Osim toga Republika Hrvatska je potpisivanjem međunarodnih ugovora transponirala i svu regulativu vezanu za protokole koji se primjenjuju u prijevozu opasnih tvari. Tako se za svaku granu prometa primjenjuje posebni set propisa. Ovdje su navedeni svi, a istaknuti oni koji se odnose na prijevoz željeznicom. Vezano za kombinirane prijevoze, tj. slučajeve kada bi teret koji sadržava ili je sam sadržan od opasnih tvari mijenjao mod prijevoza (najčešće je to slučaj prilikom pretovara iz luka na željeznicu ili sa ceste na željeznicu i obratno), isti su detaljno opisani u zakonu, te su dane smjernice kako ih obaviti sa stanovišta sigurnosti. Isto tako, zbog tehničko-tehnoloških specifičnosti radnih procesa na željeznici (posebno se to odnosi na manipulaciju opasnim tvarima) zakonodavna osnova iste slučajeve detaljno opisuje i daje smjernice za postupanje. Sa stanovišta sigurnosti postoji razlika u prijevozu pojedinih tvari pa stoga zakonska regulativa za željeznički prijevoz definira koje vrste tvari ne prima na prijevoz. Te su tvari navedene i jasno je istaknuto zašto je tome tako. Zakonom su regulirani i interventne mjere i načini postupanja u trenutku incidenta sa opasnim tvarima. Dalje navedeni zakoni i pravilnici se odnose na prijevoz opasnih tvari u željezničkom prometu [6, 30, 31, 32, 33]:

- Zakon o potvrđivanju Protokola od 3. lipnja 1999. godine o izmjenama **Konvencije o međunarodnom željezničkom prijevozu** (engl. *Convention Concerning International Carriage by Rail*, COTIF) od 9. svibnja 1980. godine (Protokol 1999.) i Konvencije o međunarodnom željezničkom prijevozu (COTIF) od 9. svibnja 1980. godine u verziji Protokola o izmjenama od 3. lipnja 1999. godine s pripadajućim dodacima (NN 12/00 – Međunarodni ugovori), Dodatak C (Pravilnik o međunarodnom prijevozu opasnih tvari željeznicom – engl. *Dangerous Goods by Rail*, RID).

Republika Hrvatska kao država članica Međuvladine organizacije za međunarodni prijevoz željeznicom (OTIF) potpisnica je Konvencije o međunarodnom željezničkom prijevozu kojom se pravilima i propisima reguliraju između ostalog i:

- Aneks Propisa o međunarodnom prijevozu opasnih tvari željeznicom, 2013.

- Prijevoz opasnih tvari željeznicom (RID) - Pravilnik o međunarodnom prijevozu opasnih tvari željeznicom.

Navedena Konvencija daje jasne smjernice za tehnička sredstva koja se koriste za prijevoz opasnih tvari, te definira tehničke standarde za dijelove opreme, vozila i ambalažu za prijevoz opasnih tvari.

- **Prijevoz opasnih tvari željeznicom (RID) - Pravilnik o međunarodnom prijevozu opasnih tvari željeznicom - Konvencija o međunarodnom željezničkom prijevozu (COTIF) Dodatak C**

Svi navedeni propisi dio su Zakonodavne osnove za prijevoz opasnih tvari i kao takvi su implementirani u sve akte i primjenjuju se na teritoriju RH. Ovaj pravilnik predstavlja kako zakonodavnu tako i svu ostalu osnovu za prijevoz opasnih tvari u RH. On ima široku primjenu koja se primjenjuje na međunarodni željeznički prijevoz opasnih tvari na području država članica, na prijevoz koji dopunjuje željeznički prijevoz za koji važe Jedinostvena pravila CIM, ovisno o međunarodnim pravilima koja se primjenjuju na druge oblike prijevoza, kao i aktivnosti navedene u dodatku ovom propisu. Opasne tvari zabranjene za prijevoz u skladu s dodatkom ne smiju se prihvatiti za međunarodni prijevoz.

Opsežnost materije sama za sebe govori o potrebnom tehničko-tehnološkom minimumu kako bi se vršio prijevoz opasnih tvari. Vezano za stanje regulative u RH, dakle, može se zaključiti da je zadovoljavajuće i da nema nesukladnosti sa regulativom EU. Iskustveno se, na temelju dugogodišnjeg bavljenja samom materijom i prijevozom opasnih tvari, može zaključiti usuglašenost Zakonodavne osnove s EU osnovom i primjenjivost kroz sve ostale zakonske i podzakonske akte. Kao takva posredno nalazi izvrsnu primjenu i u regulaciji samog tržišta prijevoza opasnih tvari kroz implementaciju na Ugovore o prijevozu, podizanje internih tehničkih standardi osoba koje su uključene u prijevoz opasnih tvari i klijenata koje dolaze u doticaj s opasnim tvarima. Jedna od prednosti ovog zakona je i uređenost prijevoza otpada, koji je do sada bio „siva zona“ u RH. Prepoznavanjem i uočavanjem potrebnih poveznica između ovog zakona i drugih koji reguliraju zaštitu okoliša, posredno je podignut i standard zaštite okoliša.

2.1. Podjela opasnih tvari

Prema RID-u [33], opasne tvari podijeljene su u sljedeće klase na osnovu svojih kemijskih svojstava:

- **klasa 1** - eksplozivne tvari i predmeti punjeni eksplozivnim tvarima, krute i tekuće kemijske tvari koje imaju svojstvo da, pod pogodnim vanjskim djelovanjem (udar, trenje ili toplina), eksplozivnim kemijskim razlaganjem oslobađaju plinove i energiju u obliku topline;
- **klase 2** - stlačeni plinovi, tekući plinovi ili pod tlakom otopljeni plinovi su tvari koje imaju kritičnu temperaturu nižu od 50 °C ili na 50 °C tlak pare viši od 300 kPa (3 bara);
- **klasa 3** - zapaljive tekućine su tekućine ili smjese tekućina koje na temperaturi od 50 °C imaju tlak pare niži od 300 kPa (3 bara), a plamište niže od 100 °C;
- **klasa 4.1** - zapaljive krute tvari koje se, kad su u suhom stanju, mogu lako zapaliti u dodiru s plamenom ili iskrom (sumpor, celuloid, nitroceluloza, crveni fosfor i dr.), ali nisu sklone samozapaljenju;
- **klasa 4.2** - samozapaljive krute tvari koje se pale u dodiru sa zrakom ili vodom bez posredovanja drugih tvari (bijeli i žuti fosfor, cinkovi-alkili, otpaci, nitro-celulozni filmovi, sirovi pamuk, rabljene krpe i dr.);
- **klasa 4.3** - tvari koje stvaraju zapaljive plinove u dodiru s vodom, tvari koje u dodiru s vodom razvijaju plinove koji se pale u dodiru s plamenom i iskrom (natrij, kalij, kalcij, kalcijev karbid, alkalni silicidi i dr.);
- **klasa 5.1** - oksidirajuće tvari koje se u dodiru s drugim tvarima razlažu i pritom mogu uzrokovati vatru (kloriti, perklorati, vodena otopina vodikova peroksida, peroksid alkalnih metala i njihove smjese i dr.);
- **klasa 5.2** - organski peroksidi organske su tvari s višim stupnjem oksidacije koje mogu izazvati štetne posljedice za zdravlje ili život ljudi ili oštećenje materijalnih dobara, a manje su osjetljive na eksploziju od dinitrobenzena u dodiru s plamenom ili na udar, odnosno trenje;
- **klasa 6.1** - otrovne tvari sintetičkog, biološkog ili prirodnog porijekla i preparati proizvedeni od tih tvari koji uneseni u organizam ili u dodiru s organizmom mogu ugroziti život ili zdravlje ljudi ili štetno djelovati na životnu okolinu;
- **klasa 6.2** - zagađujuće i infektivne tvari koje šire neugodan miris ili sadrže mikroorganizme ili njihove toksine za koje se zna da mogu izazvati zarazne bolesti u

ljudi i životinja (svježa nesoljena ili usoljena koža, otpatci, iznutrice, žlijezde, fekalije i dr.);

- **klasa 7** - radioaktivne tvari čija specifična aktivnost premašuje 74·bekerela (0,002 mikro kirija) po gramu;
- **klasa 8** - korozivne (nagrizajuće) tvari koje u dodiru s drugim tvarima i živim organizmima izazivaju njihovo oštećenje ili uništenje (sulfatna kiselina, nitratna kiselina, brom, mravlja kiselina, natrijev hidroksid i dr.) i
- **klasa 9** - ostale opasne tvari i predmeti koji za vrijeme prijevoza predstavljaju opasnost, a ne mogu se svrstati u klase od 1 do 8 (azbest, suhi led, magnetni materijali i sl.).

Opasnim tvarima smatraju se i sirovine od kojih se proizvode opasne tvari i otpad ako ima svojstva tih tvari. Iz navedene je podjele vidljivo kako postoje klase tvari koje su izuzetno osjetljive pri manipulaciji te je takve tvari potrebno dodatno označiti kako bi se osoblju koje njima rukuje dodatno naglasilo kako to izvesti.

2.2. Opasne tvari koje se prevoze željeznicom

Željeznica kao sustav zbog svojih tehničko-tehnoloških karakteristika može preuzeti na prijevoz odjednom velike količine opasnih tvari. Vagon cisterne za prijevoz tekućih i plinovitih opasnih tvari svojim tehničkim karakteristikama (u dijelu cilindra/tuba koje su pričvršćene na podvozje vagona) moraju zadovoljavati iste tehničke standarde kao i cisterne za prijevoz istih tvari (u dijelu cilindra/tuba koje su pričvršćene na podvozje kamiona) u cestovnom prijevozu. No sa stanovišta kontrole i incidenata koji se mogu dogoditi, oni se multipliciraju u slučaju kada imamo formiran vlak koji će odjednom voziti 10 ili više vagon cisterni. Iz tih razloga i činjenice da zbog voznih redova koji daju prednost putničkim vlakovima, kompozicije koje prevoze opasne tvari često stoje na dijelovima otvorene pruge čekajući prolaz, u tim trenucima, koji su najčešće i noćne rute teško je osigurati maksimalan nadzor. Iz navedenih razloga, a koji su prvenstveno povezani s nadzorom i/ili postupcima manipulacije u prijevoznom procesu željeznicom nisu dopuštene za prijevoz sljedeće opasne tvari [33]:

- eksplozivne tvari Klasa 1, kompatibilne skupine A (UN identifikacijski brojevi opasne tvari, UN br. 0074, 0113, 0114, 0129, 0130, 0135, 0224 i 0473);
- samo reaktivne tvari Klase 4.1 koje zahtijevaju kontrolu temperature (UN br. 3231 – 3240);

- organski peroksidi Klase 5.2 koji zahtijevaju kontrolu temperature (UN br. 3111 – 3120);
- sumporov trioksid Klase 8, stupnja čistoće barem 99,95 %, bez inhibitora, koji se prevozi u spremnicima (UN br. 1829).

Navedene tvari zahtijevaju između ostalog i konstantan nadzor temperature, te posebne postupke manipulacije (koja isključuje manevriranje naguravanjem ili potiskivalicom u ranžirnim kolodvorima). Obzirom na složenost ostalih tehnoloških procesa u ranžirnim kolodvorima, tehnički i tehnološki je nemoguće preuzeti navedene tvari na prijevoz.

Navedene tvari zorno pokazuju potrebu konstantnog nadzora i kontrole u željezničkom prijevozu, te podcrtavaju kompleksnost postupaka manipulacije s opasnim tvarima na željeznici. Nigdje u EU, pa ni u RH vlasnik infrastrukture, ni prijevoznik ne mogu jamčiti da imaju takve tehničke uvjete da bi ispunili navedene zahtjeve. Sve se ostale tvari primaju na prijevoz, no pritom je potrebno poštivati uvjete koji proizlaze iz svojstava samih tvari. Osoblje koje na željeznici manipulira opasnim tvarima donedavno je bilo osposobljavano uopćenom edukacijom koja se provodila na Hrvatskim željeznicama. Pojavom novih operatera na tržištu željezničkog prijevoza, takva sustavna edukacija ne postoji, već je ona u nadležnosti svakog operatera posebno. Prema zakonu sve se osoblje mora osposobiti za poznavanje postupanja s opasnim tvarima.

S obzirom na specifičnosti prijevoza opasnih tvari izuzetno je bitno da svi dionici u prijevozu prepoznaju svoje uloge i oDGovornosti. Vezano za prijevoze željeznicom bitna je oDGovornost upravitelja infrastrukture. Ta se oDGovornost očituje posebice kroz obaveze pripreme unutarnjih planova za hitne slučajeve za ranžirne kolodvore, dostupnost i neograničen pristup informacijama u bilo kojem trenutku tijekom prijevoza (o sastavu vlaka uz navođenje broja svakog vagona i vrste vagona, ako to nije uključeno u broju vagona, o UN brojevima opasnog tereta koji se prevozi u ili na svakom vagonu, o položaju svakog vagona u vlaku i slično). Iz navedenog je vidljivo kako se u logističkom lancu pojavljuje više dionika te je izuzetno bitno dobro poznavati postupke manipulacije i označavanja opasnih tvari.

2.3. Metodologija za vrednovanje i međusobno rangiranje zahtjeva korisnika

U prijevozu opasnih tvari u tehnološkom procesu prijevoza kao dijelu logističkog lanca se pojavljuje više dionika čije je zahtjeve potrebno sistematizirati. Metodologija za vrednovanje i međusobno rangiranje kriterija korisnika, upravitelja infrastrukture integrirane željezničke

mreže i prijevoznika opasnih tvari, do sada u dostupnoj literaturi nije nigdje pobliže navedena i/ili objašnjena. Nastavno prezentirana metodologija razvijena je za potrebe ovog rada.

Višekriterijska analiza (engl. *Multi-criteria analysis*, MCA) se kao analiza može koristiti kao dodatak ili alternativa analizama u polju ekonomskih znanosti. Za potrebe ovog rada uvodi se kao dodatna analiza koja ima za cilj međusobno rangirati različite zahtjeve korisnika, te ih klasificirati prema jačini zahtjeva. Predmetna analiza omogućuje rangiranje kriterija koji daju različite rezultate i imaju različite ulazne veličine. Višekriterijska analiza omogućuje usporedbu različitih ciljeva pa je kao takve pogodna je za vrednovanje zahtjeva korisnika. U prijevozu opasnih tvari pojavljuju se sljedeći glavni dionici:

1. Upravitelj željezničke infrastrukture - osim samog upravljanja održavanjem mreže koje se ogleda u tekućem i investicijskom održavanju i modernizaciji, konkretno upravlja i postavlja kapacitete same mreže. Prema Zakonu o željeznici, Upravitelj željezničke infrastrukture Republike Hrvatske, oDGovoran je za dodjelu infrastrukturnih kapaciteta za potrebe međunarodnog i domaćeg prijevoza na transparentan i nediskriminacijski način, ukoliko su prethodno zadovoljene sve zakonske odredbe o uvjetima pristupa željezničkoj infrastrukturi. Upravitelj željezničke infrastrukture odlučuje o dodjeli kapaciteta uzimajući u obzir sve pravovaljane zahtjeve i zakonske odredbe koje su na snazi. Željezničke usluge koje pruža nacionalni upravitelj željezničke infrastrukture [34]:

- a) minimalni pristupni paket,
- b) pristup uslužnim objektima i uslugama koje se pružaju u tim objektima, uključujući pristup prugom do uslužnih objekata,
- c) dodatne usluge,
- d) prateće usluge.

Minimalni pristupni paket sastoji se od [34]:

- obrade zahtjeva za dodjelu željezničkog infrastrukturnog kapaciteta,
- prava korištenja dodijeljenog infrastrukturnog kapaciteta,
- korištenja željezničke infrastrukture, uključujući skretnice i čvorišta,
- upravljanja prometom vlakova, uključujući signalizaciju, regulaciju, prijem i otpremu vlakova te sporazumijevanje i pružanje informacija o kretanju vlakova,
- korištenja raspoložive opreme za opskrbu električnom energijom potrebnom za vuču vlaka,

- pružanja svih ostalih informacija potrebnih za realizaciju ili obavljanje usluge za koju je kapacitet dodijeljen.
2. **Željeznički prijevoznik** - prema Zakonu o željeznici NN 32/19 svaka je pravna osoba koja ima dozvolu za obavljanje usluga željezničkog prijevoza i čija je glavna djelatnost pružanje usluga željezničkog prijevoza putnika i/ili tereta, uz uvjet da ta pravna osoba osigura vuču vlakova, što uključuje i pravnu osobu koja pruža samo uslugu vuče vlakova.
3. **Prijevozni supstrat** - opasne tvari prema svojim svojstvima osim što ih dijelimo po klasama, možemo za potrebe ovog rada rangirati i prema zahtjevima za radnje u ranžirnim kolodvorima ili onim kolodvorima koji su opremljeni za prihvatanje opasnih tvari. Ti se zahtjevi odnose na postupke manipulacije i pretovara prijevoznih sredstava koje služe za prijevoz opasnih tvari. Pa bi ih tako, za daljnje potrebe obrade u ovom radu podijelili na:
- opasne tvari koje se prevoze željeznicom, no koje osim „propisanih“ postupaka ne zahtijevaju ništa drugo na mjestima pretovara i manipulacije,
 - opasne tvari koje se prevoze željeznicom, no koje osim „propisanih“ postupaka zahtijevaju posebnu pažnju u mjestima pretovara i manipulacije, a koja se ogleda u tome da se s njima „Manevrirati pažljivo“- kasnije u radu se te tvari označavaju oznakom „listica 13“ prema oznaci iz RID-a [32],
 - opasne tvari koje se prevoze željeznicom, no koje osim „propisanih“ postupaka zahtijevaju posebnu pažnju u mjestima pretovara i manipulacije, a koja se ogleda u tome da je njima „Zabranjeno manevriranje odbacivanjem ili gravitacijom (manevriranje obaviti vožnjom)“- kasnije u radu se te tvari označavaju oznakom „listica 15“ prema oznaci iz RID-a [32].

Navedena podjela će biti bitna nastavno u radu, u poglavljima procjene statusa pojedinačnih dionica na mreži. Opasne tvari s oznakom listica „13“ i listica „15“ (simbolima opasnosti) će povisivati zahtjeve za opremu i rad na ranžirnim kolodvorima i kolodvorima opremljenim za prihvatanje opasnih tvari. Rangiranje zahtjeva i tehnoloških rješenja jedna je od ključnih odluka u stadiju planiranja i razvoja tehnoloških procesa rada pa samim time i voznog reda. Vozni red je akt upravitelja infrastrukture koji određuje sva planirana kretanja vlakova i željezničkih vozila na određenoj infrastrukturi tijekom razdoblja za koje isti vrijedi. Vozni red je i provedbeni plan prometa vlakova za prijevoz putnika i stvari te za vlastite potrebe. Raznolikost zahtjeva koji se pojavljuju vezano uz prijevoz opasnih tvari i mogućnost njihove primjene rezultiraju velikim brojem čimbenika koji utječu na izbor određenog rješenja. Direktno donošenje odluke može biti teško i često zahtijeva podršku matematičkih metoda. U radu se predstavlja dio

višekriterijske analize odnosa i jakosti kriterija kod odlučivanja o odabiru. Višekriterijska analiza dionika dana je u tablici 1. Za potrebe ocjene jakosti, odnosa kriterija u ovom su radu vrijednosti opisane u postotcima (%), pa se tako i opisuje utjecaj pojedinačnog kriterija:

- jako utječe (61-100 %),
- srednje utječe (31-60 %),
- slabo utječe (0-30 %).

Tablica 1. Višekriterijska analiza dionika

KRITERIJ/ JAKOST ODNOSA	UPRAVITELJ INFRASTRUKTURE	PRIJEVOZNIK	SUPSTRAT	REZULTAT
UPRAVITELJ INFRASTRUKTURE	/	31 Daje trasu, no mora garantirati kvalitetu i pouzdanost voznog reda	10 Postupa prema RID, prima na prijevoz samo propisane opasne tvari	41 % <i>Upravitelj infrastrukture ima zakonima zadan okvir postupanja</i>
PRIJEVOZNIK	61 Plaća naknadu za korištenje, zahtjeva kvalitetu i pouzdanost, te stabilnost voznog reda	/	10 Postupa prema RID, prima na prijevoz samo propisane opasne tvari; prema krajnjem korisniku ostvaruje veći profit zbog specifičnosti prijevoza	71 % <i>Prijevoznik je u direktnoj korelaciji sa zahtjevima tržišta tj. ostalih dionika u logističkom lancu</i>
SUPSTRAT	65 Mjesta za pretovar i manevriranje, sigurnost i stabilnost trase	35 Prijevozom opasnih tvari prijevoznik prema krajnjem korisniku ostvaruje veći profit specifičnosti prijevoza	/	100 % <i>Prijevozni supstrat sa svojim kemijskim svojstvima direktno utječe na način prijevoza te postupke prihvata i manipulacije</i>

Izvor: obrada autorice

Iz prethodne analize da se vidjeti međuodnos glavnih dionika u prijevozu opasnih tvari, te zaključiti da je prijevozni supstrat taj koji diktira uvjete rada i za upravitelja i prijevoznika. Daljnja razrada međuodnosa biti će dana u kasnije u poglavlju 6.

3. UTVRĐIVANJE I PROCJENA VJEROJATNOSTI NESREĆA PRI PRIJEVOZU OPASNIH TVARI

3.1. Detekcija i prevencija kriznih situacija

Pod krizama ili izvanrednim situacijama podrazumijevaju se one pojave koje mogu masovno ugroziti stanovnike (život i zdravlje), dobra i okoliš u ratu i u miru. U svim postupcima detekcije i prevencije potreban je angažman svih dionika i pojedinaca u prijevoznom lancu. Krizama se potrebno baviti i prije nego se dogode, a mora postojati mehanizam pomoći u oporavku od posljedica kriza. Osim same detekcije i prevencije krize bitni su i postupci upravljanja krizom koji se mogu definirati kao postupci ublaživanja, pripravnosti, djelovanja i oporavaka ili obnova.

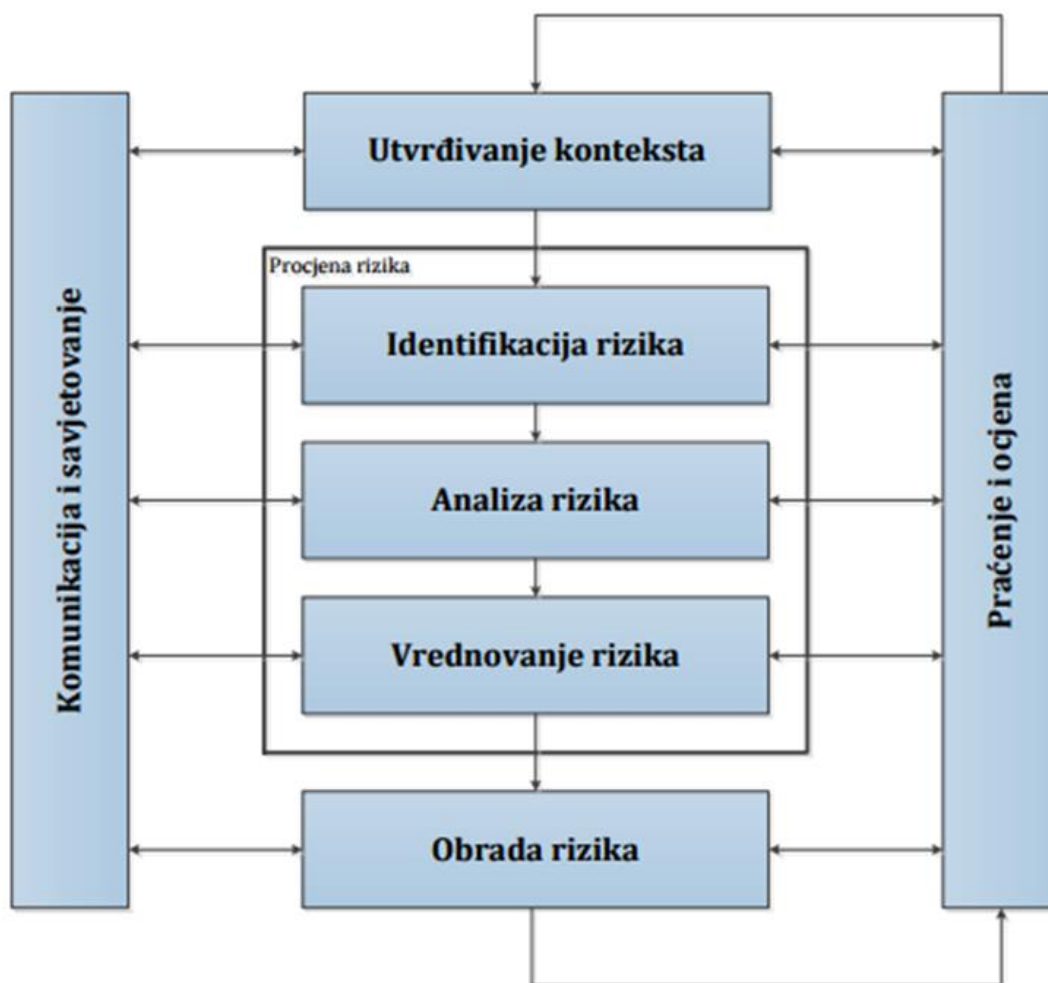
Za svaku vrstu kriza ili izvanrednih stanja postoji niz specifičnih aktivnosti – mjera koje treba primjenjivati u svim fazama upravljanja u izvanrednim stanjima. Te aktivnosti valja posebno razraditi za svaku vrstu ugrožavanja. Razrada upravljanja u različitim kriznim stanjima zahtijeva prilagodbu standardnih operativnih postupaka svakoj pojedinačnoj kriznoj situaciji.

No, općenito u izgradnji sustava za upravljanje kriznim stanjima (rat, prirodne i tehnološke nesreće) najčešće se kreće od:

1. analize opasnosti (ugroženosti),
2. uspostave ovlasti (oDGovarajuće zakonodavstvo),
3. definiranja organizacije svih sudionika u zaštiti i spašavanju,
4. razrade sustava komuniciranja,
5. popisivanja svih resursa za djelovanje,
6. izrade ukupnog plana za djelovanje u slučaju kriznih stanja.

Pri tome se u slučaju RH donose smjernice za izradu procjena rizika od velikih nesreća s ciljem kako bi procjene na nekom području županije bile usporedive međusobno, odnosno kako bi procjene na području RH bile usporedive te služile za izradu kvalitetnije nacionalne procjene rizika. Procesi i metodologije procjenjivanja i analiziranja rizika stalno se razvijaju, stoga će procjena rizika predstavljati stanje s danom usvajanja tog dokumenta (prema članku 6. stavak 1. Pravilnika o smjernicama za izradu procjena rizika od katastrofa i velikih nesreća za područje Republike Hrvatske i jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave [35], a uz suglasnost Državne uprave za zaštitu i spašavanje).

Postupak izrade procjene rizika mora biti u skladu s HRN ISO 31000:2012 – Upravljanje rizicima – Načela i smjernice, služi za potrebe unaprjeđenja razumijevanja rizika na svim razinama, osobito u smislu povećanja efikasnosti već uspostavljenih (postojećih) mjera za smanjenje rizika od velikih nesreća kao i uspostavljanje/definiranje novih. Na taj će se način omogućiti i utvrđivanje polazišta za odabir mjera za potrebe obrade rizika, vidljivo na slici 1.



Slika 1. Proces upravljanja rizikom

Izvor: [35]

Smjernice se izrađuju temeljem sljedećih kriterija [35]:

- osnovne karakteristike područja,
- identifikacija prijetnji i rizika,
- kriterija društvenih vrijednosti za utvrđivanje utjecaja na život i zdravlje ljudi, gospodarstvo i društvenu stabilnost i politiku,
- tablice vjerojatnosti/frekvencije,

- scenarija za jednostavne rizike (kojima se opisuju vjerojatni događaji s najgorim mogućim posljedicama za područje jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave,
- analize stanja sustava civilne zaštite na području jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave,
- matrice za rezultate procjene rizika za jednostavne rizike te za svaki od kriterija zasebno,
- matrice s uspoređenim rizicima na određenom području,
- vrednovanja rizika,
- kartografskog prikaza rizika,
- popisa sudionika izrade procjene rizika za pojedine rizike.

Obavezan sadržaj procjene rizika od velikih nesreća čini [35]:

1. Osnovne karakteristike područja jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave,
2. Identifikacija prijetnji i rizika,
 - 2.1. Popis identificiranih prijetnji i rizika,
 - 2.2. Odabrani rizici i razlozi odabira,
 - 2.3. Karte prijetnji,
3. Kriteriji za procjenu utjecaja prijetnji na kategorije društvenih vrijednosti,
 - 3.1. Život i zdravlje ljudi,
 - 3.2. Gospodarstvo,
 - 3.3. Društvena stabilnost i politika,
4. Vjerojatnost,
5. Opis scenarija,
 - 5.1. Naziv scenarija, rizik,
 - 5.2. Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu,
 - 5.3. Kontekst,
 - 5.4. Uzrok,
 - 5.4.1. Razvoj događaja koji prethodi velikoj nesreći,
 - 5.4.2. Okidač koji je uzrokovao veliku nesreću,
 - 5.5. Opis događaja,
 - 5.5.1. Posljedice,
 - 5.5.1.1. Život i zdravlje ljudi,
 - 5.5.1.2. Gospodarstvo,
 - 5.5.1.3. Društvena stabilnost i politika,
 - 5.5.2. Podaci, izvori i metode izračuna,

- 5.6. Matrice rizika,
- 5.7. Karte rizika,
- 6. Matrice rizika s uspoređenim rizicima,
- 7. Analiza sustava civilne zaštite,
- 8. Vrednovanje rizika,
- 9. Popis sudionika izrade procjene rizika za pojedine rizike.

Kako bi se odredili mogući scenariji, čiji kratki opis je dan u prilogu 1, potrebna je identifikacija prijetnji i rizika. Mogući rizici i grupe rizika predstavljeni su tablicom 2, gdje se preispituju po datim scenarijima, od kojih je za potrebe ovog rada najvažniji scenarij 4. *Tehničko-tehnološke i druge nesreće u prometu mogu nastati u slučajevima prijevoza opasnih tvari u cestovnom, željezničkom, pomorskom i zračnom prometu.* Identifikacija prijetnji prikazana u tablici 2 ujedno služi kao registar rizika. Registar rizika dio je Smjernica za promatrano područje. Identificirane prijetnje na promatranom području bit će u skladu s identificiranim i obrađenim prijetnjama (detaljnije razrađenim u prilogu 1 te u tekstu nastavno ispod tablice 2) i rizicima (taksativno opisani u tablici 2) iz Procjene rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku za promatrano područje. Obradit će se visoki i vrlo visoki rizici koji se Procjenom rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku vezuju uz promatrano područje: epidemije i pandemije, ekstremne temperature, poplava, potres, snijeg i led. Procjena rizika za promatrano područje će također obraditi industrijske nesreće na području koje će se za potrebe ovoga rada identificirati kao neutralna oznaka xyz. Osim prethodno navedenih rizika, također su identificirani i sljedeći rizici: tehničko-tehnološke i druge nesreće u prometu, požar i vjetar. Ukoliko neko područje xyz smatra potrebnim obraditi i neke neidentificirane rizike na promatranj razini, preporuka je da se to učini.

Tablica 2. Rizici i grupe rizika

Grupa rizika	Pojedini rizik
1. Degradacija tla	1.1. Klizišta
	1.2. Erozija
	1.3. Zagađenje
	1.4. Zaslanjivanje tla
2. Ekstremne vremenske pojave	2.5. Grmljavinsko nevrijeme
	2.6. Padaline (kiša, tuča, grad)
	2.7. Vjetar (kretanje zračnih masa, općenito)
	2.8. Snijeg i led
	2.9. Ekstremne temperature
3. Epidemije i pandemije	3.10. Epidemije i pandemije
4. Opasnost od mina	4.11. Opasnost od mina
5. Poplava	5.12. Poplave izazvane izlivanjem kopnenih vodnih tijela
	5.13. Poplave izazvane pucanjem brana
	5.14. Plimni val
6. Potres	6.15. Potres
7. Požari otvorenog tipa	7.16. Požari otvorenog tipa
8. Suša	8.17. Suša
9. Štetni organizmi bilja i životinja	9.18. Štetni organizmi bilja
	9.19. Štetni organizmi životinja
10. Tehničko-tehnološke nesreće s opasnim tvarima	10.20. Nuklearne i radiološke nesreće
	10.21. Industrijske nesreće
	10.22. Nesreće na odlagalištima otpada
	10.23. Onečišćenje mora (onečišćenje s plovila i zrakoplova, podmorskih cjevovoda i s obale)
	10.24. Onečišćenje kopnenih voda
11. Tehničko-tehnološke i druge nesreće u prometu	11.25. Nesreće u željezničkom prometu
	11.26. Nesreće u pomorskom prometu
	11.27. Nesreće u zračnom prometu
	11.28. Nesreće u cestovnom prometu

Izvor: [35]

Kao što je prethodno spomenuto scenarij daje opis jednog neželjenog događaja ili više povezanih događaja koji u konačnici imaju neželjene posljedice. Obrazlaže koji je uzrok i okidač koji prethodi događaju. Nadalje, obrazlaže značajnost događaja, okolnosti koje su dovele

do posljedica po društvene vrijednosti, neželjene posljedice događaja i oDGovora na događaj. Scenarij je, u kontekstu procjenjivanja rizika, način predstavljanja rizika. Scenarije će izraditi nadležna tijela koja se u svom svakodnevnom radu bave područjem određenih rizika te su stoga istovremeno i najoDGovornija i stručno najkompetentnija tijela/kapaciteti u tom području. Pojam tijela/kapaciteti koristi se za potrebe ovog rada za imenovanje onog tko je oDGovoran za upravljanje pojedinačnim kapacitetom, a na kojeg se odnosi potreba izrada planova. Svrha scenarija je prikazati sliku događaja i posljedica kakve mogu uzrokovati sve prirodne i tehničko-tehnološke prijetnje na promatranom području grada i općine.

Scenarijem se ne obuhvaćaju sve potencijalne prijetnje, već samo one koje vjerojatnošću nastanka ili opsegom svojih posljedica zadovoljavaju barem jedan od sljedećih kriterija:

- ozbiljan utjecaj na život i zdravlje ljudi (mrtvi, ozlijeđeni, oboljeli, evakuirani, zbrinuti),
- ozbiljni poremećaji po društvenu stabilnost i politiku,
- ozbiljni poremećaji u radu kritičnih infrastruktura,
- ozbiljne posljedice po gospodarstvo na području oDGovornosti,
- posljedice s prekograničnim utjecajem,
- velika vjerojatnost nastanka događaja.

Scenarij je opis:

- neželjenih događaja (jednog ili više povezanih događaja/prijetnji) za svaki obrađivani rizik koji ima posljedice na život i zdravlje ljudi, gospodarstvo, društvenu stabilnost i politiku,
- svega što vodi nastajanju, odnosno uzrokuje opisane neželjene događaje, a sastoji se od svih radnji i zbivanja prije velike nesreće i „okidača“ velike nesreće,
- okolnosti u kojima neželjeni događaji/prijetnje nastaju te stupnja ranjivosti i otpornosti stanovništva, građevina i drugih sadržaja u prostoru ili društva u razmjerima relevantnim za razmatranje implikacija događaja/prijetnji za život i zdravlje ljudi te okoliš, imovinu, gospodarstvo, društvenu stabilnost i politiku,
- posljedica neželjenog događaja s detaljnim opisom svake posljedice po svaku kategoriju društvenih vrijednosti.

Scenarij mora zadovoljavati sljedeće uvjete:

- opisivati jedan ili niz povezanih događaja na području jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave,

- biti vjerojatan, s najgorim mogućim posljedicama, poduprt činjenicama odnosno opisati neželjene događaje koji se stvarno mogu dogoditi u (bližoj) budućnosti,
- biti izrađen prema zadanom sadržaju i može varirati u ozbiljnosti posljedica i to u rasponu od umjereno ozbiljnog do najgoreg mogućeg događaja prema posljedicama,
- biti strukturiran dosljedno i logično,
- biti uvjerljiv i dobro razrađen,
- biti postavljen u vrijeme i uvjete koji odgovaraju realnoj situaciji (odnosno pretpostavljenim u bližoj budućnosti),
- opisivati moguće događaje toliko detaljno koliko je potrebno kako bi se na temelju opisa mogle određivati javne politike u cilju smanjivanja rizika (kapaciteti, preventivne mjere, mjere spremnosti na velike nesreće),
- uzeti u obzir prirodne aspekte: klima, stanovništvo, geologija, hidrologija, flora i fauna, geomorfologija, okoliš,
- uzeti u obzir stanje društva i ekonomije,
- uzeti u obzir stanje spremnosti kapaciteta sustava civilne zaštite.

Za potrebe sistematizacije navedenih scenarija i rizika, a kao podloga za njihovu daljnju upotrebu u izradi operativnih planova postupanja (koji se razlikuju od upravitelja kapacitetima i/ili infrastrukturom) predlaže se iste taksativno opisati/sistematizirati na način da se prilikom sačinjavanja operativnog plana uz naziv i opis scenarija definiraju i grupe rizika. Opis scenarija treba sadržavati: naziv scenarija, rizik, prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu, kontekst, uzrok, razvoj događaja koji prethodi velikoj nesreći, okidač koji je uzrokovao veliku nesreću, opis događaja, posljedice, život i zdravlje ljudi, gospodarstvo, društvena stabilnost i politika, podaci, izvori i metode izračuna, matrice rizika te karte rizika. Pokazatelji kod opisa osnovnih karakteristika područja dati su u tablici 3.

Tablica 3. Prijedlog pokazatelja prilikom opisa osnovnih karakteristika područja

Osnovne karakteristike područja	
Grupa pokazatelja	Pokazatelj
1. Geografski pokazatelji	1.1. Geografski položaj (kratak opis položaja u odnosu na ostale te kratak opis ostalih geografskih karakteristika)
	1.2. Broj stanovnika (potrebno je navesti ukupan broj stanovnika na području)
	1.3. Gustoća naseljenosti (kratki opis razmještaja stanovništva na području, posebnosti i karakteristike razmještaja)
	1.4. Razmještaj stanovništva (kratak opis razmještaja stanovništva na području, posebnosti i karakteristike razmještaja)
	1.5. Spolno-dobna raspodjela stanovništva (kratak opis spolno-dobne raspodjele stanovništva te izazova koje može predstavljati)
	1.6. Broj stanovnika kojima je potrebna neka vrsta pomoći pri obavljanju svakodnevnih zadataka (potrebno je navesti ukupan broj stanovnika kojima je potrebna neka vrsta pomoći pri obavljanju svakodnevnih zadataka na području)
	1.7. Prometna povezanost (opisati prometnu povezanost sa susjednim i velikim urbanim i županijskim središtima)
2. Društveno-politički pokazatelji	2.1. Sjedišta uprava tijela (potrebno je nabrojati sva javna i upravna tijela na području)
	2.2. Zdravstvene ustanove (potrebno je nabrojati zdravstvene ustanove prema vrsti i kapacitetima)
	2.3. ODGojno-obrazovne ustanove (potrebno je nabrojati oDGojno-obrazovne ustanove te njihove smještajne kapacitete i kapacitete pripremanja prehrane)
	2.4. Broj domaćinstava (potrebno je navesti ukupan broj domaćinstava koja su potencijalno izložena prijetnjama na području i povezati s razmještajem stanovništva)
	2.5. Broj članova obitelji po domaćinstvu (potrebno je navesti broj članova obitelji po domaćinstvu te isti povezati s razmještajem stanovništva)
	2.6. Broj, vrsta (namjena) i starost građevina (potrebno je nabrojati, broj, vrstu (namjenu) i starost građevina)
3. Ekonomsko-gospodarski pokazatelji	3.1. Broj zaposlenih i mjesta zaposlenja (potrebno je navesti broj zaposlenih i mjesto zaposlenja. Primjerice: unutar granica područja koje obrađuje procjena ili van tog područja)
	3.2. Broj primatelja socijalnih, mirovinskih i sličnih naknada (potrebno je navesti broj primatelja socijalnih, mirovinskih i sličnih naknada)
	3.3. Proračun (iznos proračuna)
	3.4. Gospodarske grane (navesti udio gospodarskih grana u gospodarstvu i njihove posebnosti)
	3.5. Velike gospodarske tvrtke (potrebno je nabrojati velike gospodarske tvrtke)
	3.6. Objekti kritične infrastrukture (navesti i opisati sve objekte kritične infrastrukture na području)
4. Prirodno-kulturni pokazatelji	4.1. Zaštićena područja (navesti i opisati zaštićena područja na području)
	4.2. Kulturno – povijesna baština (nabrojati sve objekte kulturno – povijesne baštine)
5. Povijesni pokazatelji	5.1. Prijašnji događaji (nabrojati sve neželjene događaje koji su imali karakteristike velike nesreće)
	5.2. Štete uslijed prijašnjih događaja (iznos šteta (direktna i indirektna))
	5.3. Uvedene mjere nakon događaja koji su uzrokovali štetu (naučene lekcije i uvedene mjere prilagodbe i ublažavanja posljedica budućih srodnih događaja)
6. Pokazatelji operativne sposobnosti	6.1. Popis operativnih snaga (popis svih operativnih snaga na području)

Izvor: obrada autorice prema [35]

Za sve rizike na promatranom području koriste se iste vrijednosti vjerojatnosti/frekvencije prikazane u tablici 4. Za vrijednosti vjerojatnosti/frekvencije uzimaju se oni događaji čije posljedice za kategorije društvenih vrijednosti mogu biti opisani kategorijom 1.

Tablica 4. Vjerojatnost/frekvencije

Kategorija	Posljedice	Vjerojatnost/Frekvencija		
		Kvalitativno	Vjerojatnost	Frekvencija
1	Neznatne	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe
2	Malene	Mala	1 % - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina
3	Umjerene	Umjerena	5 % - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina
4	Značajne	Velika	50 % - 98%	1 događaj u 1 do 2 godine
5	Katastrofalne	Iznimno velika	98 % >	1 događaj godišnje ili češće

Izvor: [35]

Kriteriji za procjenjivanje štetnih utjecaja prijetnji na kategorije društvenih vrijednosti, gospodarstvo i društvenu stabilnost i politiku zajednički su za sve rizike i propisani su u postotnim vrijednostima udjela u proračunu promatranog područja.

Definirane su tri skupine posljedica po društvene vrijednosti [35]:

- Društvena stabilnost i politika: kriteriji društvenih vrijednosti za utvrđivanje utjecaja su: ukupna materijalna šteta kritična infrastruktura, ukupna materijalna šteta na ustanovama/građevinama javnog i društvenog značaja;
- Život i zdravlje ljudi: kriteriji društvenih vrijednosti za utvrđivanje utjecaja su: ukupan broj ljudi zahvaćenih procesom koji je nastao kao posljedica događaja opisanih scenarijem;
- Gospodarstvo: kriteriji društvenih vrijednosti za utvrđivanje utjecaja su: ukupna materijalna šteta.

Nositelj izrade procjene rizika od velikih nesreća samostalno će odlučiti o metodi izračuna i prikupljanja relevantnih podataka.

Posljedice po život i zdravlje ljudi procjenjuju se temeljem sljedećih kriterija: poginuli, ozlijeđeni, oboljeli, evakuirani, zbrinuti i sklonjeni te se rezultati prikazuju u postotku.

Utjecaj na gospodarstvo određuje se u kunama i odnosi se na materijalnu i financijsku štetu. Šteta se prikazuje u odnosu na proračun jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave i ili drugog tijela. Pri tome se navedena materijalna šteta ne odnosi se na materijalnu štetu koja treba biti iskazana u kategoriji Društvena stabilnost i politika. Vrijednosti pokretnina i nekretnina određuju se na temelju podataka dobivenih iz Državnog zavoda za statistiku. Odnosi se na ukupnu materijalnu i financijsku štetu u gospodarstvu. Šteta se prikazuje u odnosu na proračun promatranog područja prema navedenom (tablica 4). Navedena materijalna šteta ne odnosi se na materijalnu štetu koja treba biti iskazana u kategoriji Društvena stabilnost i politika (tablica 5).

Vrsta štete može biti direktna i indirektna šteta. U direktne štete se svrstavaju štete prema pokazateljima: šteta na pokretnoj i nepokretnoj imovini, šteta na sredstvima za proizvodnju i rad, štete na javnim zgradama ustanovama koje ne spadaju pod druge kriterije, trošak sanacije, oporavka, sanacije te srodni troškovi, troškovi spašavanja, liječenja te slični troškovi, gubitak dobiti i gubitak repromaterijala.

U indirektnu štetu se svrstavaju štete prema pokazateljima: izostanak radnika s posla (potrebno je procijeniti trošak izostanka s posla), gubitak poslova i prestanak poslovanja (potrebno je procijeniti trošak), gubitak prestiža i renomea (potrebno je procijeniti trošak), nedostatak radne snage (potrebno je procijeniti trošak), pad prihoda i pad proračuna.

Ukupna materijalna i financijska šteta utjecaja na gospodarstvo računaju se kao zbroj direktne i indirektnu štete i iskazuju u kunama.

Elementi koji utječu na društvenu stabilnost i politiku su materijalne štete i to štete na kritičnoj infrastrukturi i štete na građevinama od društvenog značaja. Kategorija Društvene stabilnosti i politika dobiva se srednjom vrijednosti (tablica 5) kategorija Kritične infrastrukture (KI) i Ustanova/građevina javnog i društvenog značaja [35].

$$\text{Društvena stabilnost} = \frac{\text{KI+Građevine (Ustanove) javnog društvenog značaja}}{2} \quad (1)$$

Ukoliko je ukupna materijalna šteta na kritičnoj infrastrukturi od značaja za funkcioniranje društva, odnosno promatranog područja, prikazuje se u odnosu na proračun područja.

Tablica 5. Društvena stabilnost – kritična infrastruktura (KI)

Kategorija	%
1	0,5 – 1
2	1 - 5
3	5 - 15
4	15 - 25
5	> 25

Izvor: [35]

Sektori kritične infrastrukture:

- energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
- promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovim putovima),
- vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
- financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
- javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
- komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
- zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
- hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
- proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
- nacionalni spomenici i vrijednosti.

U kriteriju ukupne materijalne štete na građevinama od javnog društvenog značaja šteta se prikazuje u odnosu na proračun xyz županije i proračun grada ili općine. Građevinama javnog društvenog značaja smatraju se sportski objekti, objekti kulturne baštine, sakralni objekti, objekti javnih ustanova i slično. Posljedice za Društvenu stabilnost i politiku iskazivat će se zbirno, a kategorizirane su u tablici 6.

Tablica 6. Društvena stabilnost – ustanove/građevine javnog društvenog značaja

Kategorija	%
1	0,5 – 1
2	1 - 5
3	5 - 15
4	15 - 25
5	> 25

Izvor: [35]

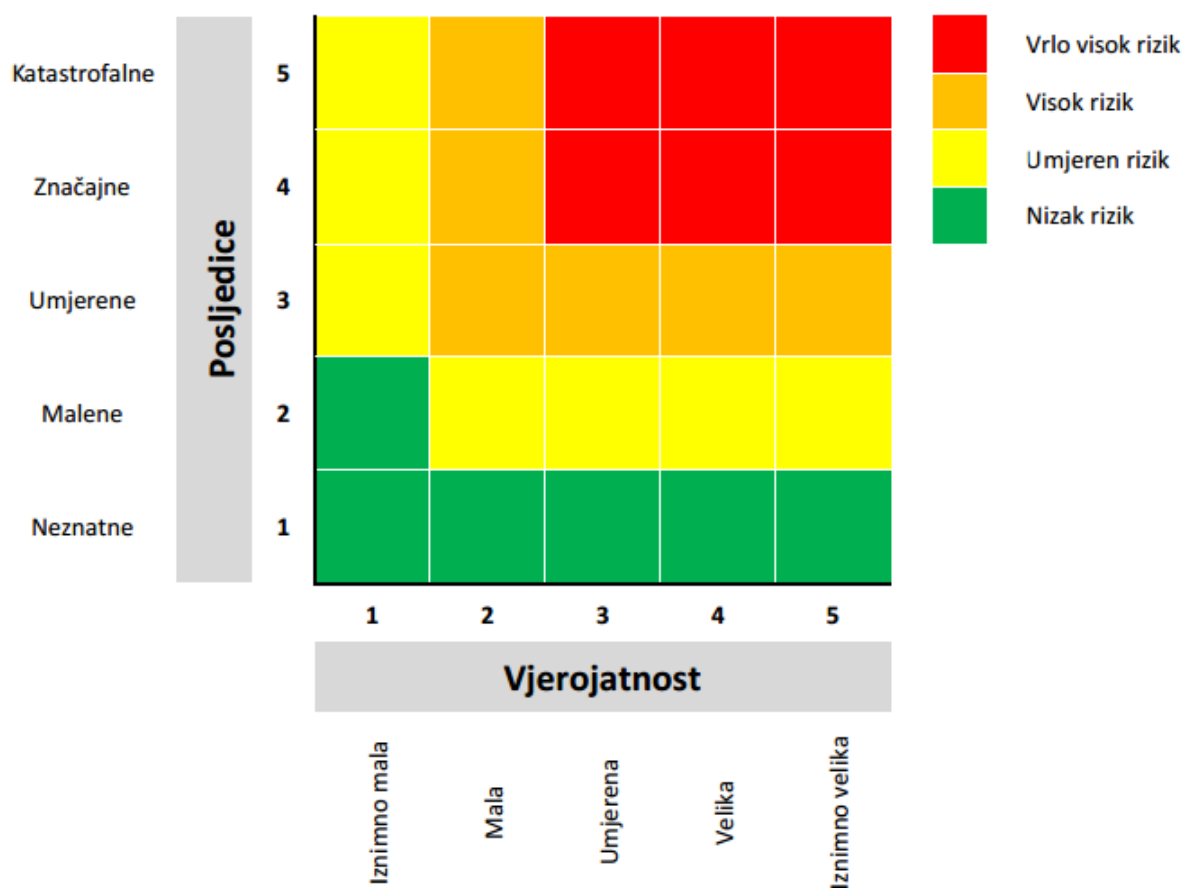
Vrijednosti pokretnina i nekretnina određuju se na temelju podataka dobivenih iz Državnog zavoda za statistiku. Ako takvi podaci ne postoje, moguće je koristiti vrijednosti iz tablice 7.

Tablica 7. Približni jedinični troškovi izgradnje raznih kategorija građevina (ovisni o lokaciji)

Klasa	Opis	Trošak (€/m ²)
Ia	Jednostavne poljoprivredne građevine, pomoćne građevine i slično	28,4
Ib	Spremišta (rezervoari) vode, trgovačka skladišta, štale i slično	49,5
Ila	Tornjevi, vodotornjevi, ostala spremišta	78,4
Ilb	Uredi, trgovine, poljoprivredne građevine do visine jednog kata, jednostavna industrijska postrojenja i slično.	146,4
IIla	Stambene zgrade do četiri kata, lokalne sportske građevine, parkirališta na kat, poslovne građevine i slično	175,8
IIlb	Stambene i poslovne građevine, složenije poljoprivredne i industrijske građevine, građevine javnih institucija, domovi zdravlja, hoteli niže kategorije i slično	200,5
IVa	Privatne kuće, uredske zgrade, veliki trgovački centri	226,3
IVb	Trgovački centri i hoteli viših kategorija	250,0
IVc	Bolnice, knjižnice i kulturne građevine	300,5
Va	Radio i TV postaje, obrazovne institucije, trgovački centri s dodatnim sadržajima	372,6
Vb	Kongresni centri, zračne luke	451,6
Vc	Kliničko-bolnički centri, hoteli najviših kategorija	513,3
Vd	Kazališta, operne i koncertne dvorane	615,3

Izvor: [35]

Za prikazivanje rezultata procjene rizika (kombinacije posljedica i vjerojatnosti) koristi se matrica rizika prikazana na slici 2.



Slika 2. Matrica za prikaz rizika
Izvor: [35]

Matrica rizika sastoji se od dvije osi, vertikalne – posljedice i horizontalne – vjerojatnosti, svaka s pet vrijednosti što u konačnici daje matricu od dvadeset i pet polja. Navedenih dvadeset i pet polja dijeli se u četiri skupine: nizak (označava se zeleno), umjeren (označava se žuto), visok (označava se narančasto) i vrlo visok rizik (označava se crveno). Matrice se zbog lakšeg pregleda izrađuju za sve tri društvene vrijednosti te matrica za ukupni rizik. Ukupni rizik izračunava se zbrajanjem rizika društvenih vrijednosti [35].

$$\text{Ukupni rizik} = \frac{\text{Život i zdravlje ljudi} + \text{Gospodarstvo} + \text{Društvena stabilnost i politika}}{3} \quad (2)$$

Primjer izgleda matrice jednostavnog rizika dan je slikom 3.

Rizik: loši prometni uvjeti

Naziv scenarija:
Prometni i
energetski kolaps u
Gorskoj Hrvatskoj
uzrokovan snijegom
i ledom

Katastrofalne

Značajne

Umjerene

Malene

Neznatne

Posljedice

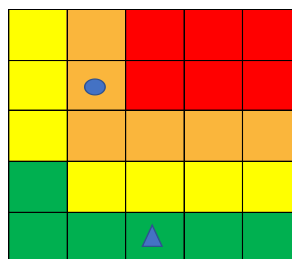
5

4

3

2

1



1 2 3 4 5

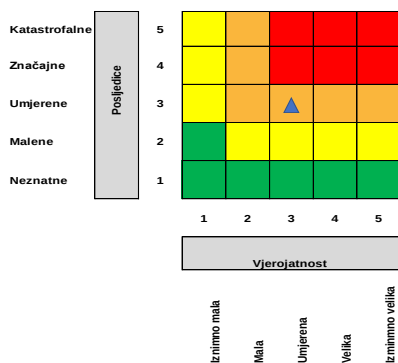
Vjerojatnost

Iznimno mala
Mala
Umjerena
Velika
Iznimno velika

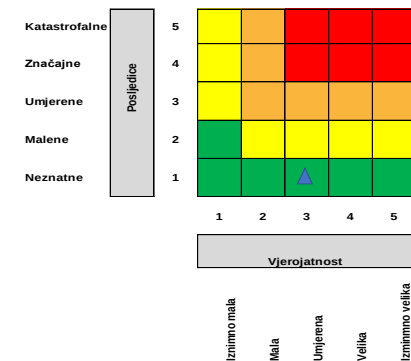


Vrlo visok rizik	Rizik se ne može prihvatiti osim u iznimnim situacijama
Visok rizik	Rizik se može prihvatiti ukoliko je smanjenje neopratično ili troškovi uvelike premašuju dobit
Umjeren rizik	Rizik se može prihvatiti ukoliko troškovi premašuju dobit
Nizak rizik	Dodatne mjere nisu potrebne, osim uobičajenih

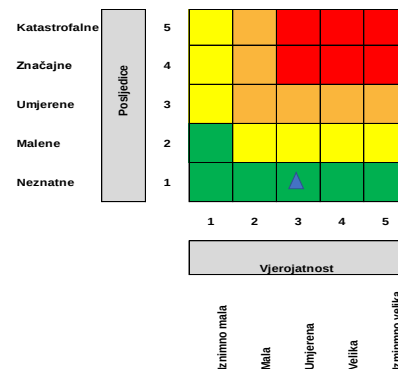
Najvjerojatniji neželjni rizik
Život i zdravlje ljudi



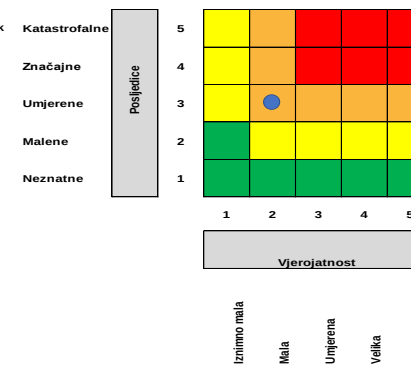
Gospodarstvo



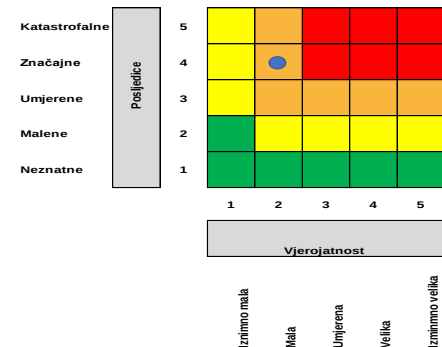
Društvena stabilnost i politika



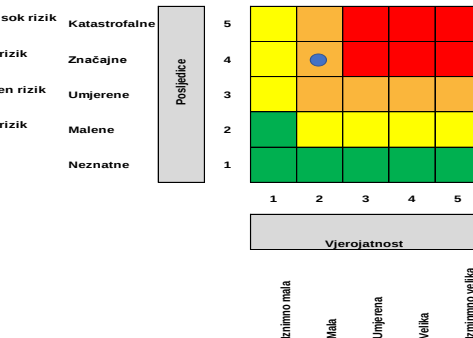
Događaji sa najgorim mogućim posljedicama
Život i zdravlje ljudi



Gospodarstvo



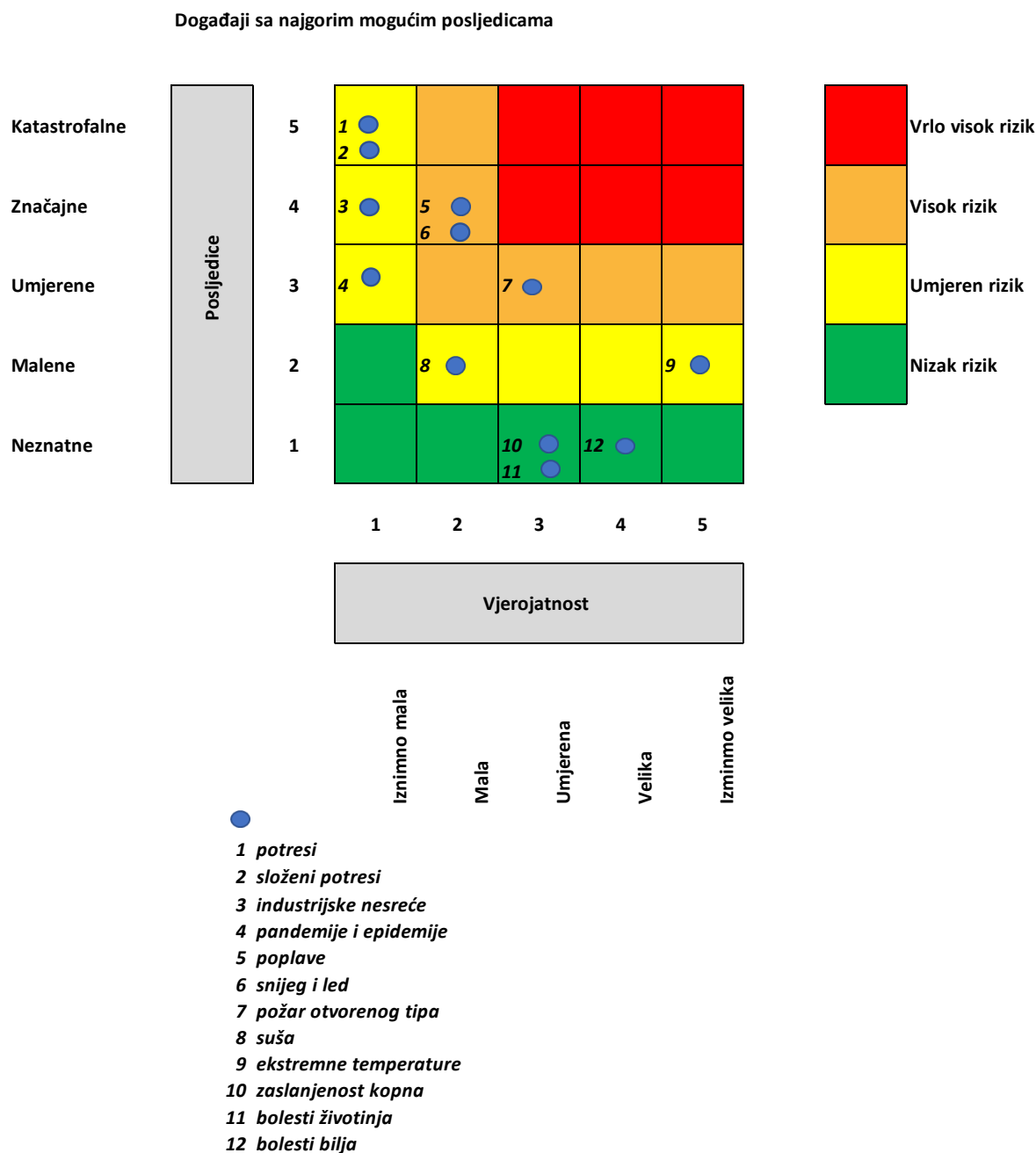
Društvena stabilnost i politika



Slika 3. Primjer izgleda matrice jednostavnog rizika

Izvor: [35]

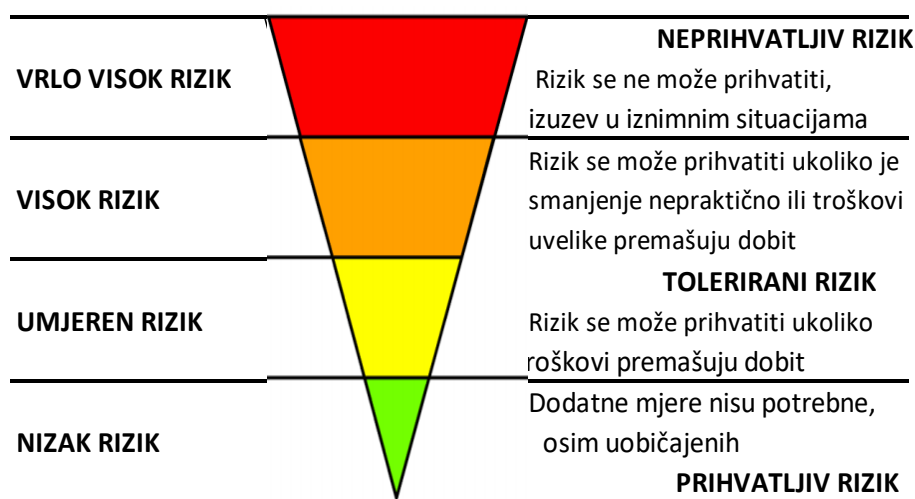
Analizirani rizici (scenariji) za promatrano područje, prikazani u odvojenim matricama, uspoređuju se u zajedničkoj matrici koja se kasnije koristi tijekom vrednovanja i prioritizacije rizika. Za usporedbu se koristi identična matrica koja se koristi i za prikazivanje pojedinačnih rizika. Primjer izgleda matrica rizika s uspoređenim rizicima dan je na slici 4.



Slika 4. Primjer izgleda matrice rizika s uspoređenim rizicima
Izvor: [35]

Vrednovanje rizika posljednji je korak u procesu procjene rizika te predstavlja osnovu za odabir mjera obrade rizika, odnosno vodi prema izradi javnih politika za smanjenje rizika od velikih nesreća. Vrednovanje rizika je proces uspoređivanja rezultata analize rizika s kriterijima i provodi se uz primjenu ALARP načela (engl. *As Low As Reasonably Practicable*). Prikaz vrednovanja rizika nalazi se na slici 5. Rizici se razvrstavaju u tri razreda:

1. Prihvatljivi rizici: niski rizici za koje, uz uobičajene, nije potrebno planirati poduzimanje dodatnih mjera,
2. Tolerirani rizici:
 - a. Umjereni: koji se mogu prihvatiti iz razloga što troškovi smanjenja rizika premašuju korist/dobit,
 - b. Visoki: koji se mogu prihvatiti iz razloga što je njihovo umanjivanje nepraktično ili troškovi uvelike premašuju korist/dobit,
3. Neprihvatljivi rizici: vrlo visoki rizici koji se ne mogu prihvatiti, izuzev u iznimnim situacijama.



Slika 5. Vrednovanje rizika razinom matrice rizika (lijevo), prema ALARP načelu (desno)

Izvor: [35]

Svrha vrednovanja rizika na slici 5 je priprema podloga za odlučivanje o važnosti pojedinih rizika, odnosno hoće li se rizik prihvatiti ili će trebati poduzimati određene mjere kako bi se sukcesivno umanjio. U procesu odlučivanja o daljnjim aktivnostima po specifičnim rizicima koriste se analize rizika i odabrani scenariji.

Razvrstavanja rizika prema primjeni ALARP načela dano je jednostavno kategoriziranjem rizika u šest skupina (epidemije i pandemije, ekstremne temperature, industrijske nesreće,

poplave, potresi i požari) ocjenjuju po načelu da li je rizik prihvatljiv, tolerantan ili neprihvatljiv.

3.2. Analiza stanja željezničke mreže i željezničkih vozila

Kako bi se mogla napraviti analiza stanja željezničke prometne mreže neophodno je s više aspekata sagledati sustav, tj. sve dionike koji sudjeluju u prijevoznom lancu. Nadalje, potrebno je analizirati supstrat prijevoza, odnosno opasne tvari te ih korelirati u odnosu na nezgode koje se događaju pri ostalim prijevozima tereta.

Analiza stanja je uključivala i obradu javno dostupnih podataka o nezgodama i/ili incidentima u koje su bile uključene opasne tvari. Analizom je utvrđena nekonzistentnost i nepostojanost metodologije prikupljanja, obrade i javne dostupnosti istih. Pri tome je za potrebe izrade ovog doktorskog rada sačinjena analiza sigurnosnih uvjeta na željezničkoj mreži Republike Hrvatske s naglaskom na koridorima RH1 i RH2. Isto tako učinjena je i benchmark analiza stanja u sličnim sustavima kako bi se mogla dobiti korelacija i projekcija mogućeg sigurnosnog stanja u promatranom dijelu željezničke mreže RH.

Prema zadnje dostupnim podacima o sigurnosnim uvjetima u željezničkoj mreži RH [36], a vezano uz suradnju na provedbi Programa aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku u 2017. godini, obavljeno je:

- inspekcijski nadzori prijevoznika:
 - HŽ Putnički prijevoz d.o.o.,
 - HŽ Cargo d.o.o.,
 - Train Hungary – Podružnica Zagreb i
 - PPD Transport d.o.o. u 4 kolodvora, a HŽ Putnički prijevoz d.o.o u 4 kolodvora;
- 13 inspekcijskih nadzora kočnih umetaka teretnih vagona i vlakova;
- 2 inspekcijska nadzora vlakova za prijevoz putnika, uz provjeru spremnosti za protupožarne aktivnosti;
- inspekcijski nadzori vučnih vozila prijevoznika HŽ Cargo d.o.o., Rail Cargo Croatia d.o.o. i Train Hungary – Podružnica Zagreb u 3 kolodvora, HŽ Putnički prijevoz d.o.o u 7 kolodvora i HŽ Cargo d.o.o. i Rail Cargo Croatia d.o.o. u 5 kolodvora;
- 4 kontrole održavanja vučnih vozila u provođenju posebnih mjera kod ovlaštenog održavatelja tvrtke TSŽV;
- 8 inspekcijskih pregleda opremljenosti vlakova za prijevoz putnika vatrogasnim aparatima u kontinentalnom području;

- 1 pregled pružnog pojasa vožnjom u upravljačnici vlaka na dionici pruge R101 Pula – Kanfanar;
- 2 pregleda posebnih naputaka za putnike – naredbi o obvezi obavješćivanja putnika prije polaska vlaka o zabrani bacanja zapaljivih predmeta iz vlaka;
- 1 inspekcijski nadzor kočnih umetaka i vatrogasnih aparata putničkih vlakova u kolodvoru Split PreDGrade;
- 1 inspekcijski nadzor izvršnih radnika u kolodvoru Sisak Caprag;
- 2 inspekcijska nadzora na vučnim vozilima u tijeku prometa;
- 2 inspekcijska nadzora prijevoza opasnih tvari (poslovi sigurnosnog savjetnika) u tvrtkama Janaf d.d. Zagreb i Scott Bader d.o.o. Zagreb.

U području prijevoza opasnih tvari obavljeno je ukupno 2 inspekcijska nadzora, odnosno 6 inspekcijskih pregleda, koji se odnose na poslove sigurnosnog savjetnika, privremeno skladištenje opasnih tvari te izvršno osoblje koje na bilo koji način sudjeluje u prijevozu opasnih tvari. Navedenim pregledima nisu utvrđene značajne nepravilnosti i nedostaci.

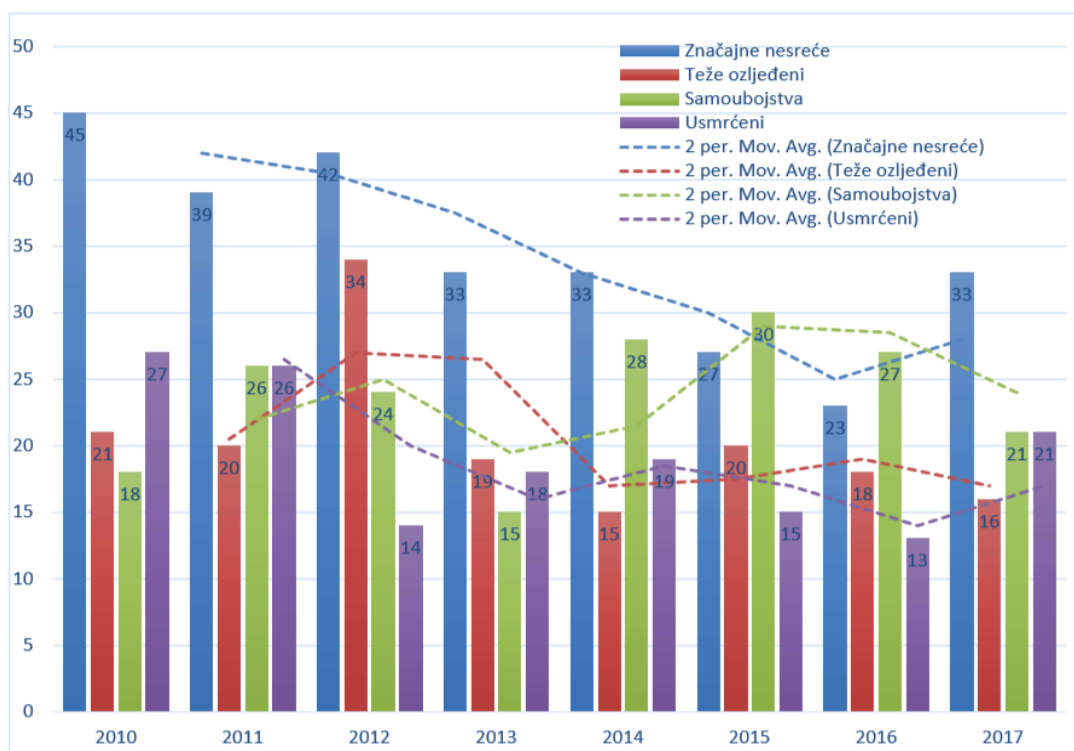
S tim u vezi treba naglasiti da su temeljem odredbe članka 26. stavka 1. Zakona o sigurnosti i interoperabilnosti željezničkog sustava (NN br. 82/13, 18/15, 110/15 i 70/17) [36] upravitelji infrastrukture i željeznički prijevoznici obvezni svake godine Agenciji dostaviti izvješće o stanju sigurnosti u željezničkom prometu za prethodnu kalendarsku godinu. Sukladno Prilogu 3. Zakona i njegovim definicijama te metodologiji Europske agencije za željeznice (engl. *European Railway Agency*, ERA), Agencija je u daljnjoj analizi i razradi ovog izvješća o sigurnosti, posebno istaknula **ozbiljne nesreće** (engl. *Serious accident*) te **značajne nesreće** (engl. *Significant accidents*), kao i ostale podatke (posebno neke pretkazivače nesreća) za koje Agencija smatra da ih je potrebno istaknuti vezano za razvoj nacionalnih sigurnosnih pokazatelja. Detaljniji prikaz je dan u tablici 8. Izvješća o sigurnosti za 2017. godinu su podnijeli upravitelj infrastrukture HŽ Infrastruktura d.o.o. i željeznički prijevoznici:

- HŽ Cargo d.o.o.,
- HŽ Putnički prijevoz d.o.o.,
- Transagent Rail d.o.o.,
- PPD Transport d.o.o.,
- Rail Cargo Carrier – Croatia d.o.o.,
- Train Hungary Maganvastu Kft, Podružnica Zagreb,

- SŽ - Tovorni promet d.o.o., Podružnica Rijeka,
- Rail&Sea d.o.o.

Prema podacima upravitelja infrastrukture HŽ Infrastrukture d.o.o. dobivenih iz izvješća o sigurnosti za 2017. godinu, a vezano za razvoj nacionalnih sigurnosnih pokazatelja, bilježi se povećanje broja ozbiljnih nesreća u usporedbi s 2016. godinom. Najznačajnije povećanje odnosi se na ozbiljne nesreće na željezničko-cestovnim prijelazima (ŽCP-ima) i nesreće koje su prouzročila željeznička vozila u pokretu. U 2017. godini dogodilo se ukupno 20 ozbiljnih nesreća, što je u odnosu na 2016. godinu povećanje za sedam, a u usporedbi s petogodišnjim prosjekom povećanje za 35,1 %.

Isto tako, sukladno razvoju zajedničkih sigurnosnih pokazatelja (prema ERA-a metodologiji) došlo je i do povećanja broja značajnih nesreća (33 značajne nesreće za 2017. godinu u odnosu na 23 nesreće za 2016. godinu (slika 6, tablica 8). Osim navedenog, znatno povećanje primjetno je kod ozbiljnih nesreća i nesreća prouzročenih ulaskom u zonu opasnosti kontaktne mreže (Zagreb Ranžirni kolodvor) te kod incidenata potkategorija deformacije kolosijeka (tri puta više u 2017. u odnosu na 2016. godinu) i postavljanje predmeta na prugu (43 % više u 2017. u odnosu na 2016.). S obzirom da je za navedene kategorije prijedena granica prihvatljivosti odstupanja od postavljenog sigurnosnog cilja, upravitelj infrastrukture HŽ Infrastruktura d.o.o. pokrenuo je izradu akcijskog plana za uspostavom mjera za ublažavanje ovog sigurnosnog problema, što će Agencija pratiti kroz nadzore (audite) sustava upravljanja sigurnošću. Treba naglasiti da se najveći broj incidenata u 2017. godini dogodio kod potkategorije lom branika na ŽCP-ima (524), što je povećanje od 17,2 % u odnosu na 2016. godinu (447), te puknuća tračnica (89), što je smanjenje za 9,1 % u odnosu na 2016. godinu (98). Prema pokazateljima koji se odnose na pretkazivače nesreća u 2017. godini treba istaknuti broj puknuća tračnica (89) i izbacivanje i druge deformacije kolosijeka (42). U 2017. godini nije zabilježen ispad signalizacije u nesigurno stanje što je znatno poboljšanje u odnosu na 2016. godinu kada je bilo zabilježeno 7 ispada. Ovo je svakako rezultat poduzetih mjera upravitelja infrastrukture kroz Akcijski plan u 2016. godini, opsežnih audita sustava upravljanja sigurnošću te pojačanih mjera nadzora ŽCP-a koje je provodila Agencija u 2017. godini.



Slika 6. Pregled najvažnijih sigurnosnih pokazatelja za razdoblje 2010.-2017. godine (sukladno ERA metodologiji)
Izvor: [37]

Tablica 8. Pregled najvažnijih sigurnosnih pokazatelja za razdoblje 2010. - 2017. godine (sukladno ERA metodologiji)

Godina	Značajne nesreće	Teže ozljeđeni	Samoubojstva	Usmrćeni
2010.	45	21	18	27
2011.	39	20	26	26
2012.	42	34	24	14
2013.	33	19	15	18
2014.	33	15	28	19
2015.	27	20	30	15
2016.	23	18	27	13
2017.	33	16	21	21

Izvor: [37]

Prema podacima upravitelja infrastrukture HŽ Infrastrukture d.o.o. dobivenih iz Izvješća o sigurnosti za 2017. godinu [38], uzimajući u obzir izvanredne događaje koji pripadaju skupini

značajnih nesreća i ozbiljnih nesreća, treba naglasiti da se velik broj takvih događaja dogodio upravo na željezničko-cestovnim prijelazima. U 2017. godini na ŽCP-ima se dogodilo 6 ozbiljnih nesreća i 31 nesreća, pri čemu je usmrćeno 7 osoba, a teže je ozlijeđeno 5 osoba. Uzrok navedenim izvanrednim događajima su nedisciplina i nesavjesnost vozača cestovnih motornih vozila. Povećanje udjela ŽCP-a na željezničkoj mreži Republike Hrvatske osiguranih odGovarajućim signalno-sigurnosnim uređajima samo po sebi pridonosi povećanju sigurnosti željezničkog, ali i cestovnog prometa. NeoDGovorno ponašanje sudionika u cestovnom prometu na mjestu prijelaza ceste preko željezničke pruge treba i dalje nastojati spriječiti ne samo tehničkim mjerama, već i drugim sigurnosnim mjerama (edukacija, promidžba sigurnosne kulture i sl.). Koliko je ozbiljan ovaj problem govori i činjenica da je prema navedenom godišnjem izvješću HŽ Infrastrukture d.o.o. u 2017. godini zabilježeno 524 lomova polubranika (447 u 2016.) što se može smatrati ugrožavanjem sigurnosti željezničkog prometa. Pored izvanrednih događaja nastalih na ŽCP-ima potrebno je istaknuti i povećanje ozbiljnih nesreća uzrokovanih željezničkim vozilom u pokretu. U 2017. godini se u tom sklopu dogodilo 13 ozbiljnih nesreća i 7 nesreća, pri čemu je usmrćeno 13 osoba, a teže je ozlijeđeno 5 osoba, dok se u 2016. godini dogodilo 9 ozbiljnih nesreća i 8 nesreća, pri čemu je usmrćeno 9 osoba, a teže je ozlijeđeno 6 osoba. Najčešći uzrok su nedisciplina i nesavjesnost osoba koje se kreću uz prugu ili prelaze istu na nedozvoljenim mjestima. U mjesecu studenom 2017. godine HŽ Infrastruktura d.o.o. je pokrenula akcijski plan s ciljem smanjenja broja ovakvih događaja. I dalje u Republici Hrvatskoj najveći sigurnosni problemi u željezničkom sustavu vezani su uz željezničko-cestovne prijelaze. Prema podacima iz Izvješća o sigurnosti za 2017. godinu [38] navodi se broj aktivnih i pasivnih ŽCP-a. Jedna od mjera za povećanje sigurnosti ŽCP-a, pored mjera koja su vezane za razne akcije oko osvješćivanja javnosti te podizanje sigurnosne kulture, svakako je ulaganje u aktivne ŽCP-e. U ovom je izvještajnom razdoblju došlo do drukčije raspodjele udjela izvanrednih događaja.

Osim Agencije za sigurnost željezničkog prometa i njenih izvještaja koji su od izuzetog značaja za analizu stanja, neizmjeran utjecaj ima i Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu koja je osnovana 2013.godine, sukladno Zakonu o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu [39]. Djelatnost Agencije obuhvaća poslove istraživanja nesreća i ozbiljnih nezgoda zrakoplova, poslove sigurnosnih istraga u svrhu utvrđivanja uzroka nesreće i predlaganja mjera radi izbjegavanja pomorskih nesreća te unapređivanja sigurnosti plovidbe, kao i poslove istraživanja ozbiljnih nesreća u željezničkom prometu te izvanrednih događaja koji su pod

određenim okolnostima mogli dovesti do ozbiljnih nesreća. Između ostalih poslova Agencija vrši istraživanje ozbiljnih nesreća i izvanrednih događaja u željezničkom prometu, te daje sigurnosne preporuke po okončanju istraga, a sve u cilju poboljšanja stanja sigurnosti.

Prema podacima prikupljenim, obrađenim i objavljenim na stranicama Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu [38], tijekom 2017. godine pokrenuto je i 11 istraga izvanrednih događaja u željezničkom sustavu, i to 10 istraga željezničkih nesreća i 1 istraga incidenta. Završeno je ukupno 10 istraga, te izdano 11 sigurnosnih preporuka od kojih su do kraja godine 2 implementirane. U Nacionalnu bazu podataka o nesrećama i incidentima u željezničkom prometu uneseni su podaci o ukupno 774 izvanredna događaja koji su se dogodili na prugama i vozilima željezničkog sustava u Republici Hrvatskoj, i to podaci o 39 ozbiljne nesreće, 63 nesreće i 672 incidenata.

Sa stanovišta prijevoza opasnih tvari, Zakon nema nekih posebnih uvjeta. U području upravljanja i regulacije prometa vezanih uz upravljanje i regulaciju prometa (po segmentu sastava vlaka, učinkovitosti kočenja, označavanja vlaka propisanim signalima, reguliranju prometa vlakova te vođenja propisanih evidencija i obavještavanju strojovođe o iznimnim prilikama i postupcima) te vožnjom vlaka (po segmentu upravljanja vožnjom vlaka prema voznom redu i ovlaštenjem strojovođe) prema dostupnim izvješćima za 2017. godinu o izvršenim pregledima, nisu utvrđene nepravilnosti i nedostaci. Zakon o prijevozu opasnih tvari ne propisuje nikakve posebne zahtjeve vezane za tip i seriju vučnih vozila. Zakonom je propisana potrebna dokumentacija i oprema u upravljačnici lokomotive, no ne postoje (za razliku od cestovnih vozila) neki posebni tehnički zahtjevi za iste.

Temeljem dostupnih Izvještaja za 2017. godinu [36], inspekcijski pregledi upravljanja održavanjem vučnih vozila provedeni su u tvrtkama: HŽ Putnički prijevoz d.o.o. (2), HŽ Infrastruktura d.o.o. (1), Pružne građevine d.o.o. (1), Rail & See d.o.o. (1), Rail Cargo Croatia d.o.o. (1), PPD Transport d.o.o. (1) i Train Hungary – Podružnica Zagreb (1), pri čemu je:

- HŽ Putnički prijevoz d.o.o. - pregledom je obuhvaćeno 189 vučnih vozila od toga: 41 električnih lokomotiva, 35 dizel lokomotiva, 43 EMV i 70 DMV.
- HŽ Infrastruktura d.o.o. (HŽI) - pregledom je obuhvaćeno 80 vučnih vozila za posebne namjene.
- Pružne građevine d.o.o. - pregledom je obuhvaćeno 95 vučnih vozila za posebne namjene.
- Rail & See d.o.o. - pregledom su obuhvaćena 3 vučna vozila.

- Rail Cargo Croatia d.o.o. pregledom je obuhvaćeno 13 vučnih vozila.
 - PPD Transport d.o.o. - pregledom je obuhvaćeno 6 vučnih vozila.
 - Train Hungary – Podružnica Zagreb - pregledom je obuhvaćeno 6 vučnih vozila.
- Inspekcijski pregled održavatelja vučnih vozila obavljen je u tvrtkama: Končar-Električna vozila d.d. (1), RŽV Čakovec (1), TSŽV (5) i TŽV Gredelj (2).

Inspekcijski pregled tehničke ispravnosti vučnih vozila u tijeku prometa obavljen je kod željezničkih prijevoznika: HŽ Putnički prijevoz d.o.o., HŽ Cargo d.o.o., Rail Cargo Croatia d.o.o., PPD Transport d.o.o. i Train Hungary – Podružnica Zagreb, tijekom čega je pregledano 127 vučnih vozila od toga: 4 EMV serije 6111, 10 EMV serije 6112, 1 DMV serije 7022, 1 DMV serije 7023, 19 DMV serije 7121, 15 DMV serije 7122, 9 DMV serije 7123, 1 DMV serije 7711, 4 EL serije 0400, 2 EL serije 0441, 2 EL serije 1063, 3 EL serije 1116, 11 EL serije 1141 000, 5 EL serije 1141 100, 3 EL serije 1141 200, 3 EL serije 1141 300, 6 EL serije 1142, 2 EL serije 6193, 5 DEL serije 2041, 4 DEL serije 2044, 9 DEL serije 2062, 4 DEL serije 2063, 1 DEL serije 2664, 3 DHL serije 2132. Rezultati nadzora su ukazali na postojanje nekih tehničkih nepravilnosti, no nijedna od njih nije bila povezana niti je utjecala na prijevoz opasnih tvari.

Za prijevoz opasnih tvari željeznicom, kao i za sve prijevoze opasnih tvari pravilnik RID (kao i u cestovnim prometu pravilnik ADR) posebno propisuju ambalažu za prijevoz. Opasne tvari nije dozvoljeno prevoziti u bilo čemu, već samo u atestiranoj i za tu svrhu i za određenu tvar propisanoj ambalaži. Tako se za prijevoz opasnih tvari u tekućem i plinovitom stanju mogu upotrebljavati isključivo vagon cisterne propisane i atestirane za tu namjenu.

Za prijevoz se najčešće koriste vagoni sa spremnikom (vagoni serije Z). Vagoni sa spremnikom (vagoni-cisterne) [40] služe za prijevoz tekućina, plinova i materijala koji kod viših temperatura prelaze u tekuće stanje (mazut, bitumen, parafin itd.). Pojedini vagoni opremljeni su grijačima radi lakšega istovara nekih roba. Da bi se izbjeglo nepotrebno pranje posude nakon svakog prijevoza, odnosno miješanje robe s ostacima prijašnjeg tereta, na vagonima je označeno za koju je vrstu robe koji vagon namijenjen (npr. voda, benzin, sirova nafta, jestivo ulje, melasa, kiselina itd.) Pri prijevozu onih vrsta roba koje se prevoze po Pravilniku RID [30] na vagone valja postaviti natpisne ploče narančaste boje na kojima su naznačene vrsta utovarene robe, kao i vrsta opasnosti pri prijevozu.

Nastavno su prikazane tehničke karakteristike vagona serije Zas-z [40]. To je četveroosovinska vagona cisterna za prijevoz tekućina. Tekućina se u spremnik utiče kroz otvor odozgo, a iz spremnika ističe otvaranjem bočnih ventila. Na vagonu se nalazi natpis iz kojega je vidljivo to za prijevoz kakve tekućine je vagon namijenjen. Maksimalna brzina vagona Zas-z (785 i 786) iznosi 100 km/h, duljina preko odbojnika 14400 mm, ukupna visina 4260 mm, razmak između središnjih svornjaka 9360 mm. Prosječna vlastita masa iznosi 22,5 t, a nosivost vagona je 57,5 t. Za prijevoz se koristi i serija vagona Zaes-z. To je četveroosovinska vagona cisterna opremljena grijačima za prijevoz tekućina, prvenstveno gustih tekućina koje je potrebno zagrijati da bi se olakšao njihov istovar. Tekućina se u spremnik utiče kroz otvor odozgo, a iz spremnika ističe otvaranjem bočnih ventila. Na vagonu se nalazi natpis iz kojega je vidljivo to za prijevoz kakve tekućine je vagon namijenjen. Maksimalna brzina vagona Zaes-z (788) iznosi 100 km/h, duljina preko odbojnika 13240 mm, ukupna visina 4260 mm, razmak između središnjih svornjaka 7200 mm. Prosječna vlastita masa iznosi 24 t, a nosivost vagona je 56 t.

Vezano za sredstva za prijevoz opasnih tvari na mreži pruga u RH, zadnjim pregledom su obuhvaćeni željeznički prijevoznici i održavatelji vučenih vozila. Inspekcijski pregled sustava upravljanja sigurnošću obavljen je u: HŽ Cargo d.o.o., HŽ Putnički prijevoz d.o.o. i Pružne građevine d.o.o. Inspekcijski pregled tehničke ispravnosti vučenih vozila u prometu obavljen je nad željezničkim prijevoznicima: HŽ Cargo d.o.o., HŽ Infrastruktura d.o.o., Bugarske željeznice, Slovenske željeznice, DB, Željeznice Republike Srpske, Željeznice Federacije BiH, Željeznice Srbije, Petrokemija Pančevo, INA Industrija nafte, Nizozemske željeznice, Njemačke željeznice, Slovnaft (Slovačka), HUNMAV (Mađarske željeznice), MOL. Inspekcijski pregled održavatelja vučenih vozila obavljen je u društvima Održavanje vagona d.o.o., RŽV Bjelovar, RŽV Čakovec, RPV Slavonski Brod i Pružne građevine d.o.o. Tijekom obavljanja inspekcijskog pregleda nisu utvrđeni nedostaci, odnosno nepravilnosti koje bi zahtijevale poduzimanje propisanih mjera.

3.3. Benchmark analiza stanja koincidencije nesreća u prijevozu opasnih tvari

Prema metodološkom objašnjenju danom u Statističkom ljetopisu za 2017. godinu [41], vezano uz obuhvat i usporedivost dana su sljedeća pojašnjenja: Podaci o željezničkoj infrastrukturi, prijevoznim sredstvima te prijevozu putnika i robe odnose se na rad pravnih osoba koje su upisane u Statistički poslovni registar u Državnom zavodu za statistiku, a obavljaju željeznički prijevoz putnika i robe. Od 2013. izvještajna jedinica prikazuje podatke o međunarodnom prijevozu robe u skladu s definicijom prema kojoj je međunarodni prijevoz robe prijevoz isključivo željezničkim

prijevoznim sredstvom između mjesta utovara u Republici Hrvatskoj i mjesta istovara u drugoj zemlji i obratno. Do zaključno 2012., izvještajna jedinica je pod međunarodnim prijevozom smatrala i robu koja je djelomično prevezena željezničkim prijevoznim sredstvom, a djelomično kojim drugim prijevoznim sredstvom. Ta je roba za 2013. uključena u unutarnji prijevoz, što treba uzeti u obzir pri usporedbi podataka o unutarnjemu i međunarodnom prijevozu robe s prethodnim godinama. Podaci o lokomotivskim (vučnim) kilometrima uključuju putničke i teretne vlak-kilometre, zapregu i potiskivanje i prazne vožnje putničkoga i teretnog prometa. Od 2016. izvor podataka za lokomotivske kilometre, vlak-kilometre i vučene bruto tonske kilometre je upravitelj infrastrukture.

Podaci o željezničkim nesrećama u tablici 9 obuhvaćaju nesreće u kojima sudjeluje barem jedno željezničko vozilo u kretanju i koje rezultira najmanje jednom smrtno stradalom ili teško ozlijeđenom osobom ili velikom štetom na voznom parku, pruži ili okolišu te prouzrokuje velike smetnje u prometu. Podaci o samoubojstvima i pokušajima samoubojstava nisu uključeni u podatke o željezničkim nesrećama [41]. Prema navedenoj metodologiji dani su sljedeći podaci, koji ne objašnjavaju etiologiju nezgoda ni njenu težinu. Iskustveno je očito, iako je iz navedenog nemoguće razlučiti da li se iskazani ukupni broj nesreća promatra kroz metodologiju nastanka nesreće od naleta cestovnog vozila na vlak ili obrnuto. Nedostatak metodologije i konzistencije u opisu je vidljiv.

Tablica 9. Željezničke prometne nesreće za razdoblje 2007. - 2016. godine

Godina	Prometne nesreće	Poginuli i ozlijeđeni		
		Ukupno	Poginuli	Ozlijeđeni
2007.	46	49	26	23
2008.	40	44	12	32
2009.	71	94	43	51
2010.	45	48	27	21
2011.	39	46	26	20
2012.	42	48	14	34
2013.	33	37	18	19
2014.	33	34	19	15
2015.	27	35	15	20
2016.	23	24	11	13

Izvor: [41]

S obzirom na nedostatak metodologije prikupljanja i izvješćivanja o incidentima koji se događaju prilikom prijevoza opasnih tvari, za potrebe ovog rada, učinjena je benchmark analiza stanja zemalja u okruženju kako bi se došlo do određenih zaključaka važnih za ovu temu. Metoda benchmarkinga, kao komparativna analiza, pružila je dostatni uvid u postojeće podatke. Konkretni podaci su stavljeni u međuođnos te je eksternim generičkim benchmarkingom dobiven rezultat koji ukazuje na trend koincidencija nesreća u prijevozu opasnih tvari. Eksterni generički benchmarking ili kako se naziva još i trans-industrijski benchmarking [42] proširuje područje primjene benchmarking procesa izvan granica određene organizacije i privredne grane kojoj pripada. Njime se, uspoređujući razne privredne grane, nađu sličnosti u proizvodnim procesima pri čemu se ova vrsta benchmarkinga usredotočuje na osnovne procese.

U međuođnosu je prikazan trend prijevoza i podaci koji se odnose na incidente prilikom prijevoza koji su uključivali opasne tvari. Analizirani su podaci o ukupnim količinama prevezenih opasnih tvari željeznicom te podaci o prijavljenim nezgodama/incidentima prilikom prijevoza. Ti su podaci dovedeni u korelaciju te su uspoređene zemlje koje imaju najmanji koeficijent nezgoda/incidenata u odnosu na prevezene količine. U daljnjoj razradi usporedile su se zemlje čija su tehničko-tehnološka stanja mreže najsličnija mreži pruga RH. U tablici 10 prikazane su prevezene količine u tisućama tona na lijevoj strani, te milijunima tonskih kilometara na desnoj strani. U tablici 11 prikazani podaci o nezgodama/incidentima koji su nastali prilikom prijevoza opasnih tvari u zemljama EU u razdoblju 2006. – 2015. U tablici 12 prikazana je autoričina obrada prikupljenih podataka te su dani podaci o nezgodama/incidentima koji su nastali prilikom prijevoza opasnih tvari.

Tablica 10. Usporedni prikaz količina opasnih tvari prevezenih željeznicom u zemljama EU u razdoblju 2007. – 2016. (na godišnjoj razini u tisućama tona i tonskim kilometrima)

Država/Godina	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Država/Godina	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Europska unija (28 članica)	240.123	:	:	:	:	:	:	:	:	:	Europska unija (28 članica)	65.488	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Europska unija (27 članica)	238.013	:	:	:	:	:	:	:	:	:	Europska unija (27 članica)	64.924	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Belgija	9.065	8.432	7.920	4.178	4.461	4.383	:	:	:	:	Belgija	1.723	1.617	1.639	781	823	808	:	:	:	:
Njemačka	57.828	57.369	58.904	61.020	63.156	65.677	57.955	28.760	66.178	:	Njemačka	15.608	14.837	16.361	14.035	16.377	20.845	18.596	20.523	20.915	:
Italija	4.583	4.705	:	7.214	:	7.106	:	:	:	:	Italija	1.529	1.628	:	2.031	:	1.707	:	:	:	:
Cipar	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	Cipar	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Luksemburg	1.911	:	:	:	:	:	618	584	0	:	Luksemburg	44	:	:	:	:	:	28	30	0	:
Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Turska	3	4	2	3	1	12	11	8	9	6	Turska	1.793	25	1	3	387	8	6	4	5	3
Irska	430	29	37	48	75	93	90	97	99	98	Irska	123	8	1	6	32	28	26	29	29	28
Grčka	1.213	323	325	329	306	275	159	160	200	150	Grčka	516	58	52	54	43	33	31	26	36	32
Norveška	144	144	570	549	491	560	106	108	176	197	Norveška	72	72	90	72	69	70	26	35	44	54
Republika Sjeverna Makedonija	:	:	:	:	:	0	279	252	331	278	Republika Sjeverna Makedonija	:	:	:	:	:	0	51	49	54	43
Danska	276	375	368	341	362	381	290	302	370	379	Danska	56	113	114	106	109	118	88	132	147	107
Nizozemska	3.507	2.971	2.911	2.685	:	:	2.855	2.815	2.770	843	Nizozemska	538	551	457	804	:	:	395	413	409	128
Hrvatska	2.111	2.120	2.063	1.746	1.775	1.569	1.482	1.636	1.625	1.667	Hrvatska	564	590	613	454	466	443	393	420	423	469
Slovenija	1.555	1.507	1.605	1.956	1.985	1.905	1.904	2.006	1.974	1.882	Slovenija	318	317	333	397	394	385	407	427	428	413
Portugal	357	416	501	347	558	1.720	2.109	1.601	1.711	1.930	Portugal	60	80	99	75	130	473	658	508	499	624
Bugarska	8.471	8.060	8.740	6.906	7.097	7.237	6.328	6.392	6.301	2.275	Bugarska	1.886	1.587	1.937	1.442	1.516	1.527	1.277	1.279	1.335	742
Španjolska	3.149	2.590	943	2.266	2.328	2.320	1.639	1.663	3.862	3.243	Španjolska	1.773	268	167	262	251	271	183	224	550	475
Švedska	2.433	2.925	2.743	2.464	2.713	3.241	3.233	3.209	3.274	3.384	Švedska	1.043	1.129	1.024	905	1.063	1.380	1.647	1.907	1.945	1.565
Ujedinjeno Kraljevstvo	5.536	5.941	5.555	5.630	4.179	5.319	4.257	5.415	5.178	4.145	Ujedinjeno Kraljevstvo	1.334	1.440	1.400	1.424	1.343	1.243	1.019	1.182	1.207	1.178
Slovačka	4.083	3.932	4.700	3.869	3.332	3.448	2.884	4.370	4.247	4.460	Slovačka	746	711	832	681	586	589	503	533	560	619
Finska	5.398	5.619	6.318	5.651	6.563	5.233	5.139	5.142	5.135	4.914	Finska	1.506	1.544	1.681	1.493	1.689	1.414	1.425	1.423	1.407	1.325
Estonija	40.475	23.609	30.130	26.720	23.077	23.648	19.841	18.571	9.947	6.812	Estonija	10.079	5.752	4.575	4.608	5.342	5.105	3.964	3.479	1.415	1.128
Mađarska	8.986	8.320	7.639	6.470	6.529	6.887	6.590	8.882	9.055	8.501	Mađarska	1.449	1.487	1.463	1.237	1.296	1.397	1.323	1.858	2.115	4.626
Austrija	7.775	7.630	7.760	7.251	9.015	9.817	10.648	9.824	10.292	10.760	Austrija	1.452	1.542	1.531	1.509	1.853	2.200	2.548	2.448	2.668	2.725
Češka Republika	4.810	7.001	7.462	5.825	6.532	7.204	6.537	8.084	8.830	11.433	Češka Republika	1.054	1.380	1.541	1.161	1.382	1.471	1.296	1.602	1.704	2.131
Švicarska	:	:	12.539	12.445	12.030	12.180	11.198	11.601	10.564	11.953	Švicarska	:	:	1.955	1.921	1.953	2.078	1.740	1.871	1.705	1.793
Litva	13.747	10.691	11.765	13.987	13.389	12.311	13.634	13.021	11.571	12.987	Litva	3.357	2.734	2.988	3.740	3.453	3.080	3.476	3.143	2.850	3.177
Francuska	14.623	:	17.380	14.368	12.746	12.545	11.353	13.950	12.660	15.929	Francuska	5.284	:	5.822	5.161	4.676	4.784	4.540	5.198	4.836	5.415
Rumunjska	12.734	15.090	16.272	15.751	15.682	15.684	16.485	16.076	17.106	16.935	Rumunjska	4.435	5.152	5.496	4.781	5.405	12.041	5.306	5.242	4.670	4.305
Poljska	8.400	17.128	16.002	15.267	17.791	20.255	20.136	19.941	19.204	20.928	Poljska	2.605	5.332	5.222	5.173	5.811	6.789	6.559	6.460	6.560	6.290
Latvija	16.663	17.584	19.229	18.781	16.867	21.522	23.657	23.985	24.011	27.357	Latvija	6.409	6.738	6.976	9.013	8.211	9.692	9.361	9.007	8.352	9.922

Posebna vrijednost:
: nedostupno

Posebna vrijednost:
: nedostupno

Izvor: [7]

Tablica 11. Podaci o nezgodama/incidentima koji su nastali prilikom prijevoza opasnih tvari u zemljama EU u razdoblju 2006. – 2015.

GEO/Godina	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Europska unija (28 članica)	37	48	54	44	37	46	61	48	30	31
Europska unija (27 članica)	37	48	54	44	37	46	61	48	30	31
Belgija	0	3	4	0	2	0	2	1	1	0
Bugarska	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Češka Republika	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Danska	0	0	4	0	1	3	1	0	0	2
Njemačka	3	0	3	2	8	2	3	3	6	1
Estonija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irska	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grčka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Španjolska	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Francuska	0	2	5	4	0	0	3	0	0	0
Hrvatska	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Italija	0	0	0	2	5	0	0	0	1	0
Cipar	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Latvia	0	1	1	2	2	2	2	2	2	0
Litva	8	2	0	1	3	3	12	10	3	3
Luksemburg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mađarska	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Nizozemska	3	4	1	1	0	2	6	1	0	0
Austrija	17	25	33	28	12	26	27	23	8	19
Poljska	0	1	0	2	1	5	4	4	1	3
Portugal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumunjska	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Slovenija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Slovačka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Finska	0	0	0	0	0	0	1	1	4	1
Švedska	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0
Ujedinjeno Kraljevstvo	3	8	0	1	1	2	0	3	0	0
Lihtenštajn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norveška	1	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Švicarska	:	:	3	0	1	1	0	0	0	0
Crna Gora	:	:	:	:	:	:	:	0	0	0
Republika Sjeverna Makedonija	:	:	:	:	0	0	0	0	0	0
Turska	0	0	0	3	2	3	3	6	0	0

Posebna vrijednost:
: nedostupno

Izvor: [7]

Za potrebe izrade ovog rada učinjena je usporedba prijavljenih incidenata u razdoblju 2007. – 2015. na osnovu do tada dostupnih podataka, što je prikazano u tablici 12.

Tablica 12. Usporedba prijavljenih incidenata u razdoblju 2007. – 2015.

GEO/TIME	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	ukupno	postotak
Europska unija (28 članica)	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
Europska unija (27 članica)	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
Belgija	8.432	7.920	4.178	4.461	4.383	:	:	:	:	29.374	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	2	0	2	1	1	0	6	0.02
Bugarska	8.060	8.740	6.906	7.097	7.237	6.328	6.392	6.301	2.275	59.336	
broj prijavljenih incidenata	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.68*10-3
Češka Republika	7.001	7.462	5.825	6.532	7.204	6.537	8.084	8.830	11.433	68.908	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	0	0	0	0	0	1	1	1.45*10-3
Danska	375	368	341	362	381	290	302	370	379	3.168	
broj prijavljenih incidenata	0	0	0	2	2	1	0	1	2	8	0.25
Njemačka	57.369	58.904	61.020	63.156	65.677	57.955	28.760	66.178	:	459.019	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	2	3	4	4	9	6	28	6.10*10-3
Estonija	23.609	30.130	26.720	23.077	23.648	19.841	18.571	9.947	6.812	182.355	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	0	0	0	0	0	0	0	:
Irska	29	37	48	75	93	90	97	99	98	666	
broj prijavljenih incidenata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	:
Grčka	323	325	329	306	275	159	160	200	150	2.227	
broj prijavljenih incidenata	:	:	0	0	0	0	0	0	:	0	:
Španjolska	2.590	943	2.266	2.328	2.320	1.639	1.663	3.862	3.243	20.854	
broj prijavljenih incidenata	0	:	:	1	4	2	3	0	0	10	0.05
Francuska	:	17.380	14.368	12.746	12.545	11.353	13.950	12.660	15.929	110.931	
broj prijavljenih incidenata	0	:	:	1	4	2	3	0	0	10	9.01*10-3
Hrvatska	2.120	2.063	1.746	1.775	1.569	1.482	1.636	1.625	1.667	15.683	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	0	0	0	0	0	0	0	:
Italija	4.705	:	7.214	:	7.106	:	:	:	:	19.025	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	5	0	1	1	2	0	9	0.05
Cipar	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Latvija	17.584	19.229	18.781	16.867	21.522	23.657	23.985	24.011	27.357	192.993	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	2	2	2	2	2	0	10	5.18*10-3
Litva	10.691	11.765	13.987	13.389	12.311	13.634	13.021	11.571	12.987	113.356	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	3	3	4	2	3	0	15	0.01
Luksemburg	:	:	:	:	:	618	584	0	:	1.202	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	0	0	0	0	0	0	0	:
Mađarska	8.320	7.639	6.470	6.529	6.887	6.590	8.882	9.055	8.501	68.873	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	0	0	0	0	0	0	0	:
Malta	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Nizozemska	2.971	2.911	2.685	:	:	2.855	2.815	2.770	843	17.850	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	0	3	2	0	1	2	8	0.05
Austrija	7.630	7.760	7.251	9.015	9.817	10.648	9.824	10.292	10.760	82.997	
broj prijavljenih incidenata	:	:	0	0	0	0	0	0	0	0	:
Poljska	17.128	16.002	15.267	17.791	20.255	20.136	19.941	19.204	20.928	166.652	
broj prijavljenih incidenata	:	:	0	32	6	1	1	1	1	42	0.03
Portugal	416	501	347	558	1.720	2.109	1.601	1.711	1.930	10.893	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	1	0	0	0	3	0	4	0.04
Rumunjska	15.090	16.272	15.751	15.682	15.684	16.485	16.076	17.106	16.935	145.081	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	2	1	0	0	0	0	3	2.06*10-3
Slovenija	1.507	1.605	1.956	1.985	1.905	1.904	2.006	1.974	1.882	16.724	
broj prijavljenih incidenata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	:
Slovačka	3.932	4.700	3.869	3.332	3.448	2.884	4.370	4.247	4.460	35.242	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	0	0	0	0	0	0	0	:
Finska	5.619	6.318	5.651	6.563	5.233	5.139	5.142	5.135	4.914	49.714	
broj prijavljenih incidenata	0	:	0	0	0	1	1	4	1	7	0.01
Švedska	2.925	2.743	2.464	2.713	3.215	3.233	3.209	3.275	3.384	27.161	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	0	0	0	0	4	0	4	0.01
Ujedinjeno Kraljev	5.941	5.555	5.630	4.179	5.319	4.257	5.415	5.178	4.145	45.619	
broj prijavljenih incidenata	:	0	1	0	1	0	0	0	0	2	4.38*10-3
Norveška	144	570	549	491	560	106	108	176	197	2.901	
broj prijavljenih incidenata	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	0.20
Švicarska	:	12.539	12.445	12.030	12.180	11.198	11.601	10.564	11.953	94.510	
broj prijavljenih incidenata	:	:	0	1	1	0	0	0	1	3	3.17*10-3
Republika Sjevern	:	:	:	:	0	279	252	331	278	1.140	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Turska	4	2	3	1	12	11	8	9	6	56	
broj prijavljenih incidenata	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Special value:	106.727	118.174	122.067	112.947	128.764	127.238	130.487	128.256	133.134	1.107.794	

: podatci nisu dostupni

Izvor: obrada autorice

Iz učinjene analize da se zaključiti kako ne postoji jedinstvena metodologija prikazivanja nezgoda/incidenata te da, s obzirom na sigurnosne odredbe o prevezenim količinama opasnih tvari, neke zemlje ni ne prijavljuju količine koje prevoze. No, usporedbom dostupnih podataka od ERA agencije [43] koja prikuplja i šalje podatke Eurostat bazi učinjena je analiza. Iz usporedbe podataka može se primijetiti trend broja nezgoda/incidenata s obzirom na ukupne količine prevezenih tvari. Jedna od preporuka, koja nastaje kao rezultat učinjenih obrada i analiza je da se što hitnije pristupi usuglašavanju metodologije obrade rizika. Osim što je to potrebno zbog same obrade i sistematiziranja podataka, izuzetno je bitno kod pripreme aplikacija za financiranje projekata od strane EU. Naime, kod priprema prometnih studija, studija izvodljivosti te analiza troškova i koristi, jedan od parametara kojim se računa sigurnost tj. koji utječe na trošak investicije, je pokazatelj nesreća i poginulih na prugama. Nesustavno prikupljeni i obrađeni podaci o nesrećama na taj način direktno utječu tj. određuju sudbinu pojedinih investicija u infrastrukturne zahvate na željeznici.

3.4. Analiza tehničkih karakteristika koridora RH1 i RH2

Kako bi se moglo sagledati sigurnosno stanje pruga na koridoru, učinjena je analiza tehničkih karakteristika pruga na promatranim koridorima RH1 i RH2 kroz analizu tehničkih karakteristika pruga koje sačinjavaju iste. Na teritoriju Republike Hrvatske međunarodni koridori u smislu željezničke mreže definirani su Odlukom Vlade Republike Hrvatske o razvrstavanju željezničkih pruga (NN br. 03/14) [44]:

- RH1: TEN-T osnovna mreža (Paneuropski koridor X), Salzburg – Solun;
- RH2: TEN-T Mediteranski koridor (Paneuropski koridor Vb), Budimpešta – Rijeka te
- RH3: TEN-T sveobuhvatna mreža (Paneuropski koridor Vc), Budimpešta – Ploče (koji nije predmetom obrade u ovom radu).

Nastavno u tekstu daje se obrada pruga koridora RH1, čija je funkcija „pojednostavljeno“ da spoji luku Rijeka, preko terminala/ranžirnih kolodvora sa Zagrebom i daljnjim europskim destinacijama. Potom se daje obrada pruga koridora RH2, čija je osnovna funkcija omogućiti neometani tranzit putnika i tereta, te biti „most“ između istočnih i zapadnih destinacija.

3.4.1. Željeznička pruga M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo

Zajednička pruga M102 Zagreb Glavni kolodvor (nadalje Zagreb Gk) – Dugo Selo dio je koridora RH1 i RH2, sastavni je dio Mediteranskog koridora EU-a međunarodnog željezničkog

teretnog koridora 6 (RFC 6), a preko nje se željeznička mreža Republike Hrvatske povezuje sa željezničkom mrežom Europske unije. Istodobno, to je i vrlo važna pruga za gradsko-prigradski željeznički promet i regionalni promet na području željezničkog čvora Zagreb i priključnih pruga. Prugom se odvija mješoviti promet. Na dionici Zagreb Gk – Zagreb Borongaj pruga je izgrađena na vijaduktu i visokom nasipu, a na preostalom dijelu na niskom nasipu. Na pruzi ima ukupno osam mostova, pretežno u funkciji podvožnjaka [45].

Dvokolosiječna pruga koja na cijeloj svojoj duljini ima uzdužni nagib do 5 % i vodoravnu geometriju koja omogućuje brzine do 140 km/h, s iznimkom pojedinačnih lukova koji ograničavaju brzinu, i to u kolodvoru Zagreb Gk na 50 km/h i na ulazu u kolodvor Sesvete na 60 km/h. Zaustavni put na pruzi iznosi 700 m (Zagreb Borongaj – Zagreb Gk), odnosno 1000 m (Zagreb Borongaj – Dugo Selo) [45].

U svim kolodvorima primjenjuje se središnje električno postavljanje skretnica, izuzev skretnica na sporednim kolosijecima u većim kolodvorima koje se ručno postavljaju na mjestu ugradnje. Kolodvori Zagreb Borongaj, Sesvete i Dugo Selo su osigurani relejnim signalno-sigurnosnim uređajem (SS) tip „Integra“. Uređaji su ugrađivani šezdesetih godina prošlog stoljeća i u eksploataciji su više od 50 godina. Međukolodvorski razmak između kolodvora Zagreb Gk i Zagreb Borongaj osiguran je elektroničkim uređajem APB koji je dio signalno-sigurnosnog uređaja u Zagrebačkom Glavnom kolodvoru (ugrađen u sklopu projekta osiguranja Zagreb Gk prije nekoliko godina), a međukolodvorski razmak između kolodvora Zagreb Borongaj – Sesvete i Dugo Selo osiguran je APB uređajem tip „Integra“ koji su također u eksploataciji preko 50 godina. Pokraj svih ulaznih, izlaznih, zaštitnih i prostornih signala ugrađene su i pružne balize 1000/2000 Hz. Pružne balize 500 Hz ugrađene su ispred ulaznih signala. Na pruzi se nalazi 11 ŽCP-a i pružnih prijelaza (PP-a) [45].

Duž pruge su položena dva STKA kabela i jedan TD 16 PS. Optički kabel sa 48 niti ugrađen je 2007. g. na kontaktnu mrežu. Na cijeloj duljini pruge izvršena je elektrifikacija izmjeničnim sustavom 25 kV, 50 Hz. Kontaktna mreža na otvorenoj pruzi smještena je na cijevne nosive konstrukcije dok se u kolodvorima smješta na nosive konstrukcije krutih portala, a temeljenje je izvedeno betonskim blok-temeljima [45].

3.4.2. Željeznička pruga M103 Dugo Selo – Novska

Željeznička pruga M103 Dugo Selo – Novska dio je koridora RH1 i istodobno vrlo važna pruga za daljinski željeznički promet između Zagreba i istočne Hrvatske te za prigradski željeznički

promet na području Zagreba. Prugom se odvija mješoviti promet. Sastavni je dio osnovne mreže EU-a [45].

Jednokolosiječna pruga koja na cijeloj duljini ima uzdužni nagib do 5 ‰ i vodoravnu geometriju koja omogućuje brzine do 130 km/h, s iznimkom pojedinačnih lukova koji ograničavaju brzinu. Zaustavni put na pruzi iznosi 1000 m. Građevinska duljina pruge iznosi 83,405 km. Najveća dopuštena masa vlakova na cijeloj duljini je D4 (22,5 t/o i 8 t/m), a slobodni profil je UIC GC. Najveća dopuštena brzina je 80 km/h na dijelu Moslovačka Gračenica – Novska, a na dijelu Dugo Selo – Moslovačka Gračenica 60 km/h. Na pruzi ima ukupno 23 mosta. Najveći su mostovi preko Pakre, Ilove, Česme i Lonje. Na pruzi se nalazi 39 ŽCP-a i PP-a. Na cijeloj duljini pruge izvršena je elektrifikacija izmjeničnim sustavom 25 kV, 50 Hz [45].

U svim kolodvorima primjenjuje se središnje električno postavljanje skretnica. Kolodvori su osigurani relejnim signalno-sigurnosnim uređajem tip „Integra“. Kao i na pruzi M102 Zagreb Gk – Dugo Selo, uređaj je u funkciji više od 50 godina. Na pruzi je u funkciji i autostop uređaj [45].

Duž pruge su 1978. g. položeni pružni TK kabel tipa STKA NF i TD 16 PS, a 1961. g. položen je TD kabel. Optički kabel je 2007. g. ugrađen na kontaktnu mrežu elektrovuče koji je kapaciteta 48 optičkih niti. Radiodispečerski sustav izgrađen je 1978. g. [45].

3.4.3. *Željeznička pruga M104 Novska – Tovarnik – DG*

Željeznička pruga M104 Novska – Tovarnik – DG dio je RH1 koridora i istodobno vrlo važna pruga za daljinski željeznički promet između središnje i istočne Hrvatske. Sastavni je dio osnovne mreže EU-a. Prugom se odvija mješoviti promet [45].

Dvokolosiječna pruga koja na cijeloj duljini ima uzdužni nagib do 6 ‰ i vodoravnu geometriju koja omogućuje brzine do 160 km/h, osim pojedinačnih lukova pretežno na ulazu i izlazu iz kolodvora u kojima je brzina ograničena na 80 do 140 km/h. Zaustavni put na pruzi iznosi 1500 m, osim dionice Tovarnik – državna granica na kojoj zaustavni put iznosi 1000 m. Građevinska duljina pruge iznosi 185,397 km (građevinska duljina za oba kolosijeka otvorene pruge iznosi 370,794 km). Najveća dopuštena masa vlakova na cijeloj duljini je D4 (22,5 t/o i 8 t/m), a slobodni profil UIC GC. Najveća dopuštena brzina po dionicama je: Novska – Okučani 160 km/h, Okučani – Sibinj 120 km/h, Sibinj – Slavonski Brod 80 km/h, Slavonski Brod – Strizivojna/Vrpolje 140 km/h, Strizivojna/Vrpolje – Tovarnik 160 km/h, Tovarnik – DG 100

km/h. Ograničenja su u kolodvorima Nova Gradiška 100 km/h, Nova Kapela 100 km/h, Oriovac 80 km/h, Sibinj 75 km/h, Slavonski Brod 75 km/h, Garčin 120 km/h, Andrijevići 120 km/h, Strizivojna/Vrpolje 100 km/h, Stari Mikanovci 120 km/h, Ivankovo 140 km/h, Vinkovci 50 km/h i Tovarnik 95 km/h. Na pruzi ima ukupno 45 mostova. Najveći su mostovi preko rijeke Orljave i Slobostine. Na pruzi se nalazi 55 ŽCP-a i PP-a [45].

U svim kolodvorima na dionici Novska – Vinkovci – Tovarnik – DG primjenjuje se središnje električno postavljanje skretnica. Svi kolodvori osim kolodvora Jankovci, Đeletovci i Tovarnik osigurani su relejnim signalno-sigurnosnim uređajem tipa SpDrL 30 za brzinu do 160 km/h. Ugradnja uređaja u kolodvorima Novska do Vinkovci bila je u razdoblju od 1970. do 1980. g. Dionica pruge Vinkovci – Jankovci – Đeletovci – Tovarnik osigurana je novim elektroničkim signalno-sigurnosnim uređajem tipa EBI Lock 950 proizvođača Bomardier Transportation za brzinu do 160 km/h. Uređaj je pušten u rad 2011. g. Na predmetnoj dionici osim autostop uređaja tipa Indusi, u funkciji je pružna oprema uređaja za praćenje vlaka Europskog sustava kontrole vlakova (engl. *European Train Control System*, ETCS) razine 1 te su na kompletnoj dionici sve skretnice i iskliznice osigurane hidrauličnim postavnim spravama. Kontrola slobodnosti kolodvorskih kolosijeka i otvorene pruge obavlja se sustavom brojača osovina SOL 21. Na dionici Okučani – Novska su u 2016. g. završeni radovi na ugradnji novog elektroničkog uređaja tipa EBI Lock 950 proizvođača Bomardier Transportation za brzinu do 160 km/h. U tijeku je pokusni rad uređaja. Sve skretnice na prijemno-otpremnicima osigurane su skretničkim postavnim spravama. Kontrola slobodnosti kolodvorskih kolosijeka i skretnica obavlja se izoliranim odsjecima frekvencije 83 1/3 Hz, a kontrola slobodnosti pruge sustavom brojača osovina. Međukolodvorski razmak između kolodvora Nova Gradiška – Vinkovci osiguran je signalno-sigurnosnim uređajem APB tipa „SEL/I-SKRA SbL 5“ kojim je omogućen obostrani promet po oba kolosijeka. Međukolodvorski razmak između kolodvora Okučani – Nova Gradiška osiguran je signalno-sigurnosnim uređajem APB tipa „SEL/ISKRA Sb L 5“ za jednosmjerni promet vlakova po oba kolosijeka. Na pruzi je u funkciji i autostop uređaj. Na cijeloj duljini pruge izvršena je elektrifikacija izmjeničnim sustavom 25 kV, 50 Hz [45].

Godine 2008. i 2009. ugrađen je optički kabel na kontaktnu mrežu elektrovođe koji je kapaciteta 48 optičkih niti. Kabel se za sada koristi za povezivanje SDH i IP infrastrukture. Na dijelu pruge Vinkovci – Tovarnik – DG u sklopu modernizacije ugrađen je novi kabel tipa TD 59 PT. SDH okosnica kapaciteta STM-16/STM-4 ugrađena je na dijelu Novska – Sl. Brod – Vinkovci – Tovarnik te IP okosnica na dijelu pruge Novska – Sl. Brod – Vinkovci. U kolodvorima i duž

pruge ugrađeni su pružni TK uređaji 1971. g. koji su proizvodnja tvrtke ISKRA. U kolodvoru Slavonski Brod 2009. g. ugrađena je krajnja digitalna ŽAT centrala tipa MD 110, kao i ŽAT centrale u Novoj Kapeli i Novoj Gradiški istoga tipa [45].

3.4.4. Željeznička pruga M201 DG – Botovo – Dugo Selo

Željeznička pruga M201 DG – Botovo – Dugo Selo dio je koridora RH2 i istodobno vrlo važna pruga za daljinski željeznički promet između Zagreba i središnje Hrvatske te sjeverne i sjeveroistočne Hrvatske, kao i za prigradski željeznički promet na području Zagreba. Pruga se nalazi na Mediteranskom koridoru EU-a. Prugom se odvija mješoviti promet [45].

Jednokolosiječna pruga koja na cijeloj duljini ima uzdužni nagib do 8 ‰ i vodoravnu geometriju koja omogućava brzine 140 do 160 km/h. Zaustavni put na pruzi iznosi 1000 m. Na pruzi su sljedeći kolodvori: Botovo, Drnje, Koprivnica, Mučna-Reka, Lepavina, Križevci i Vrbovec. Osim kolodvora na pruzi ima sedam stajališta. Građevinska duljina pruge iznosi 78,639 km. Najveća dopuštena masa vlakova na cijeloj duljini je D4 (22,5 t/o i 8 t/m), a slobodni profil je UIC GC. Najveća dopuštena brzina je: državna granica – Dugo Selo 140 km/h, uz ograničenja od 100 km/h zbog pet pojedinih pješačkih prijelaza na dionici od Lepavine do Vrbovca i kroz kolodvor Koprivnica 100 km/h. Skoro cijela pruga je izgrađena na niskom nasipu, osim brdskoga dijela na dionici Križevci – Lepavina. Na pruzi ima ukupno 17 mostova, a najveći je most Drava kod Botova. Na cijeloj duljini pruge izvršena je elektrifikacija izmjeničnim sustavom 25 kV, 50 Hz. Kontaktna mreža na otvorenoj pruzi smještena je na cijevne nosive konstrukcije dok se u kolodvorima smješta na nosive konstrukcije krutih portala, a temeljenje je izvedeno betonskim blok-temeljima [45].

Svi kolodvori osigurani su relejnim signalno-sigurnosnim uređajima tip SpDrL 30 koji su ugrađeni i pušteni u upotrebu 80-ih godina prošlog stoljeća i u eksploataciji su više od 30 godina. Na dionici Dugo Selo – Križevci započeli su radovi na modernizaciji dionice koja obuhvaća i ugradnju novog elektroničkog SS uređaja, odnosno ETCS razine 1. U svim kolodvorima primjenjuje se središnje električno postavljanje skretnica. Sve skretnice na prijemno-otpremnicima osigurane su skretničkim postavnim spravama. Kontrola slobodnosti kolodvorskih kolosijeka i skretnica obavlja se jednotačničkim izoliranim odsjecima frekvencije 83 1/3 Hz, a kontrola slobodnosti otvorene pruge obavlja se sustavom brojača osovine. Ulazno-izlazne vlakovne vožnje osigurane su glavnim signalima (ulazni, izlazni) i predsignalima glavnih signala te dvoznačnom signalizacijom. Na pruzi je u funkciji i

autostop uređaj. Svi ulazni signali, izlazni signali, prostorni signali i predsignali glavnih signala osigurani su pružnim balizama 1000/2000 Hz. Međukolodvorski razmak između kolodvora osiguran je pružnim APB signalno-sigurnosnim uređajem „SEL/ISKRA“ tipa SbL 5 koji je ugrađen istovremeno kad i uređaji za osiguranje u kolodvorima. Na pruzi se nalaze 37 ŽCP-a i PP-a. Duž pruge 1980. g. položen je pružni TK kabel tipa STKA, a 2008. g. položen je optički kabel na kontaktnu mrežu elektrovuče koji je kapaciteta 48 optičkih niti [45].

3.4.5. Željeznička pruga M202 Zagreb Gk – Rijeka

Željeznička pruga M202 Zagreb Gk – Rijeka dio je koridora RH2 i istodobno vrlo važna pruga za daljinski i regionalni željeznički promet između središnje i južne Hrvatske, kao i za prigradski željeznički promet na području Zagreba i Karlovca. Pruga se nalazi na Mediteranskom koridoru EU-a. Prugom se odvija mješoviti promet [45].

Jednokolosijevna pruga koja ima uzdužni nagib: na dionici Zagreb Gk – Moravice do 8 ‰, na dionici Moravice – Lokve do 17 ‰, a na dionici Lokve – Rijeka do 26 ‰ te vodoravnu geometriju koja omogućuje brzine do: 80 km/h na dionici Zagreb Gk – Remetinec, 160 km/h na dionici Remetinec – Karlovac uz mjestimična ograničenja u lukovima od 75 do 120 km/h, 75 do 80 km/h na dionici Karlovac – Moravice te 70 do 75 km/h na dionici Moravice – Rijeka. Na dionici Zagreb Gk – Ogulin, Skrad – Lokve i Škrljevo – Rijeka pruga je osposobljena za promet vlakova s nagibnom tehnikom koji u lukovima mogu postizati brzine veće od navedenih za konvencionalne vlakove (od 90 do 100 km/h). Projektirana geometrija na dionici Moravice – Rijeka vrlo je nepovoljna s puno uzastopnih lukova suprotnoga smjera bez međupravca, lukova sa skraćenim prijelaznim lukovima, skretnica smještenih na dijelu pruge s većim uzdužnim nagibom ili na prijelomu nivelete. Zaustavni put na pruzi iznosi 700 m (Zagreb Gk – Delta i Sušak-Pećine – Rijeka) odnosno 1.000 m (Delta – Sušak-Pećine) [45].

Na pruzi ima ukupno 59 mostova. Na pruzi ima ukupno 17 tunela. Najdulji su Kupjak (1223m), Sušica (371m), Sljeme (457m), Kobiljak (566m) i Kalvarija (452m). Tuneli ograničavaju slobodni profil na veličinu UIC GB. Na cijeloj duljini pruge izvršena je elektrifikacija izmjeničnim sustavom 25 kV, 50 Hz [45].

Kolodvori su osigurani relejnim signalno-sigurnosnim uređajem tipa SpDrL 30 i to u razdoblju od kraja 60-ih do 1980. g. Sve skretnice na prijemno-otpremnicama osigurane su skretničkim postavnim spravama. Ulazno/izlazne vlakovne vožnje osigurane su glavnim signalima (ulazni, izlazni) i predsignalima glavnih signala, dvoznačnom signalizacijom. Na

pruzi je u funkciji i autostop uređaj. Svi ulazni signali, izlazni signali za prolaznu vožnju u pravac, prostorni signali i predsignali glavnih signala osigurani su pružnim balizama 1000/2000 Hz. Na pruzi se nalaze 84 ŽCP-a i PP-a [45].

3.4.6. Željeznička pruga M203 Rijeka – Šapjane – DG

Željeznička pruga M203 Rijeka – Šapjane – DG dio je koridora RH2 i istodobno pruga koja služi za regionalni željeznički promet između Rijeke i susjedne regije u Sloveniji te lokalni putnički promet između Rijeke i okolnih mjesta. Prugom se odvija mješoviti promet. Najveća dopuštena brzina je 50 km/h. Na pruzi se nalazi 17 ŽCP-a i PP-a. Na pruzi ima ukupno šest mostova. Na pruzi su dva tunela. Tuneli ograničavaju slobodni profil na veličinu UIC GA. Na pruzi je do kolodvora Šapjane izvršena elektrifikacija izmjeničnim sustavom 25 kV, 50 Hz. Dionica pruge od Šapjana do državne granice je elektrificirana istosmjernim sustavom 3 kV, DC [45].

Ulazno-izlazne vožnje na prijemno-otpremne kolosijeke kolodvora osigurane su s ukupno četiri likovna i dva svjetlosna signala. Na pruzi nije ugrađen RD uređaj, ali je ugrađen autostop. U svim kolodvorima skretnice se postavljaju ručno na mjestu ugradnje [45].

3.5. Ranžirni kolodvori i kolosijeci za formiranje vlakova uključujući kolosijeke za manevriranje

Formiranje teretnih vlakova kao i manevriranje može se obavljati u svim kolodvorima na željezničkoj mreži u kojima za to postoje tehničko tehnološke mogućnosti. Formiranje vlakova za prijevoz putnika kao i manevriranje može se obavljati u svim kolodvorima u kojima se odvija putnički promet. Ranžiranjem se smatra manevriranje vagonima vlakova u kolodvorima u kojima ti vlakovi po voznom redu završavaju vožnju, a koje ima za cilj sastavljanje novih vlakova za pojedine odredišne kolodvore.

Kolodvori u kojima je dopušteno ranžiranje su: Čakovec (M501/R201), Karlovac (M202/L103), Koprivnica (M201/R202), Knin (M606/R103), Moravice (M202), Ogulin (M202/M605), Osijek (M301/R202/L208), Rijeka (M202/M203), Slavonski Brod (M104), Solin (M604), Vinkovci (M104/M601/L208/L209), Zagreb Ranžirni kolodvor (M101/M102/M104/M202) i Zagreb Glavni kolodvor (samo za vlakove za prijevoz putnika) [45].

Osim navedenih samih osnovnih funkcija ranžirnih kolodvora kao mjesta u kojima se obavljaju pojedine tehničke operacije sa vlakovima, ranžirne kolodvore, poglavito Zagrebački treba promatrati i u širem kontekstu u kojem bi on/i mogli služiti i kao „suhe luke“ tj. unutrašnji intermodalni terminali koji bi se direktno povezivali s lukom na moru s visokim kapacitetom prometa, gdje kupci mogu ostaviti, prikupiti svoju robu u intermodalnim jedinicama opterećenja, kao da je roba došla izravno iz pristaništa. Suha luka može funkcionirati kao dodatni kopneni prostor i terminal gdje luka može napraviti podružnice za svoje djelatnosti, kao kvalitetni terminal koji ima zadaću da poboljša učinkovitost i sposobnost logističkog lanca.

3.6. Tuneli i ranžirni kolodvori za prihvat opasnih tvari

Na mreži željezničkih pruga za utovar/istovar robe razreda 1. RID-a (eksplozivne tvari i predmeti s eksplozivnim tvarima) otvoreni su sljedeći kolodvori: Budinščina (R201), Karlovac (M202), Labin Dalmatinski (M604), Ličko Lešće (M604), Šapjane (M203) i Turopolje (M502). Za ostale klase opasnih tvari kod istovara, utovara i manevriranjima vrijede odredbe koje su propisane RID-om. Kao jedan od ograničavajućeg faktora na svakoj mreži su i tuneli. Na dijelu razmatrane mreže nalaze se tuneli popisani u tablici 13. Održavanje tunela tj. provjera njihovog uporabnog stanja odvija se periodički, te je u godišnjim planovima za modernizaciju i/ili rekonstrukciju pojedinih pruga, koje sadrže tunele na svojim dionicama predviđena i sanacija istih. Tako da su trenutno svi tuneli u upotrebi, s napomenom da se u izvanrednim slučajevima pristupa njihovim hitnim sanacijama, dok su ostali u planu.

Tablica 13. Popis tunela na dijelu razmatrane mreže

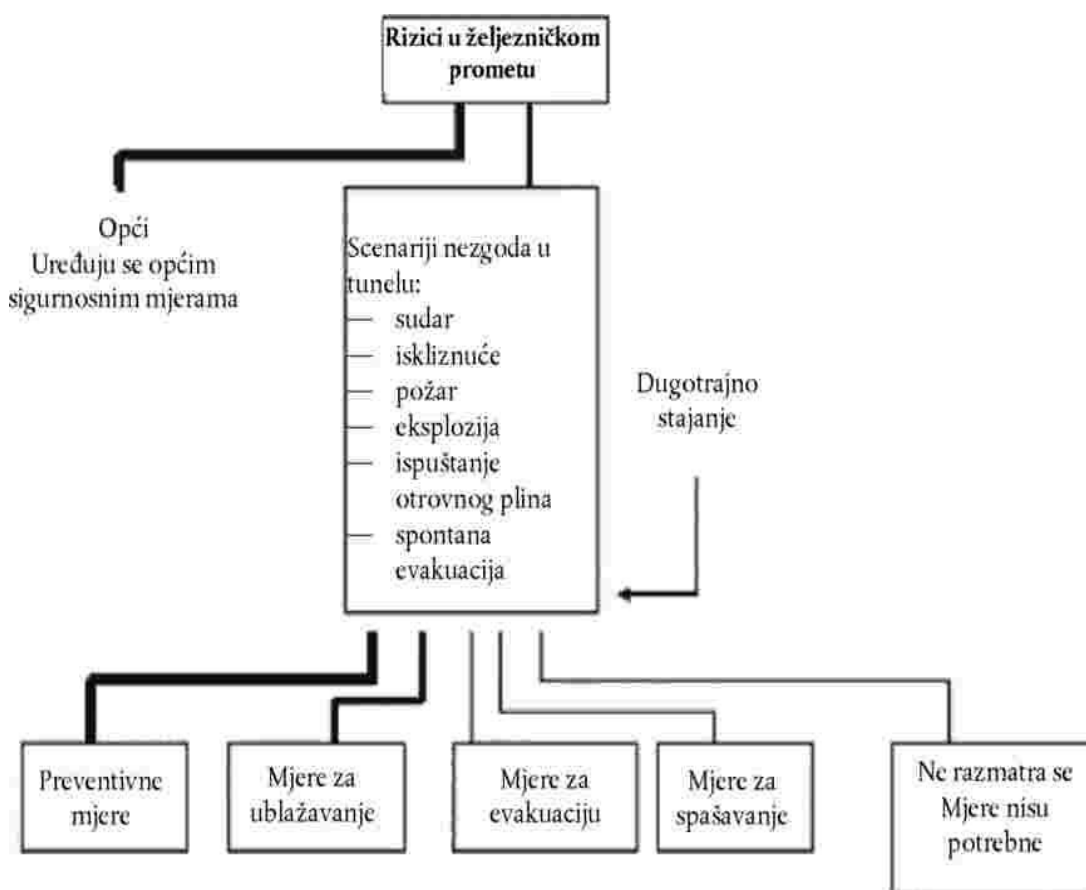
Oznaka pruge	Broj tunela	Duljina (m)	Ukupno
M101	-	-	
M102	-	-	
M103	-	-	
M104	-	-	
M201	-	-	
M202	„Tičevo" tunel br. 1 „Kloštar" tunel br. 2 „Hodnik" tunel br. 3 „Hambarište" tunel br. 4 „Mance" tunel br.5 „Vrbovsko" tunel br.6 „Kupjak" tunel br.7 „Zalesina" tunel br.8 „Sušica" tunel br.9 „Resnjak" tunel br.10 „Žingerle" tunel br.11 „Bukovac" tunel br.12 „Sljeme" tunel br.13 „Kobiljak" tunel br.14 „Meja" tunel br.15 „Baudine" tunel br.16 „Kalvarija" tunel br.17	173 249 140 71 55 75 1223 34 371 198 39 213 457 556 74 80 452	4460
M203	„Malo Brdo" tunel br.1 „Rukavac" tunel br.2	229 312	541

Izvor: [46]

S obzirom na ukupnu duljinu tunela na dionicama pruge vidljivo je da je dionica M202 Zagreb Gk -Rijeka najopterećenija sa stanovišta sigurnosti. Tuneli su, kao i svi dijelovi infrastrukture, a posebno na koridorskim dijelovima mreže, podvrgnuti redovitim pregledima i održavanjima. Međutim, prema Uredbi komisije EU br. 1303/2014 od 18. studenoga 2014. o tehničkoj specifikaciji za interoperabilnost koja se odnosi na „sigurnost u željezničkim tunelima” željezničkog sustava Europske unije [47, 48], pojačani su zahtjevi za sigurnošću. Ista uredba sa stanovišta zakona propisuje scenarije i rizike koji se mogu dogoditi u tunelima.

Za potrebe izrade ove analize, nije bilo moguće naći dostupno izvješće o poduzetim mjerama od strane upravitelja infrastrukture, a da bi se zadovoljili minimalni tehnički zahtjevi propisani ovom uredbom. Međutim, prema točki 2.3. (e) gore navedene Uredbe [48]: „S obzirom na to da su nezgode u željezničkim tunelima s većim brojem poginulih rijetke, podrazumijeva se, s *iznimno malom vjerojatnošću*, da može doći do događaja, poput velikog požara teretnog vagona, kod kojih bi čak i *dobro opremljene službe za hitne slučajeve bile ograničene*“, nadalje u (f): „Ako očekivanja od službi za hitne slučajeve navedena u planovima za slučaj opasnosti

premašuju gore navedene pretpostavke, moguće je osigurati dodatne mjere ili opremu u tunelu.“ Analizom provedenom na temelju dostupnih podataka može se zaključiti sukladno scenariju o nesrećama u tunelima na slici 6 i naputcima uredbe da se SVI opisani tuneli na koridorskim prugama (koje su obrađene) smatraju visokorizičnim, s malom vjerojatnošću da se dogode.



Slika 6. Scenariji nesreća u tunelima
Izvor: [48]

3.7. Procjena stanja sigurnosti: tehničko-sigurnosno stanje infrastrukture

Prema Pravilniku o željezničkoj infrastrukturi (NN 127/05, NN 16/08) [49] željeznički infrastrukturni podsustavi su:

- građevinski infrastrukturni podsustav,
- elektroenergetski infrastrukturni podsustav,
- prometno-upravljački i signalno-sigurnosni infrastrukturni podsustav,
- ostali funkcionalni dijelovi i oprema željezničke infrastrukture.

Željezničke infrastrukturne podsustave čine skupovi građevina, konstrukcija, postrojenja, uređaja, sklopova i elemenata te njihovih dijelova i opreme, koji kao tehničko-tehnološke

cjeline ili pojedinačno služe za sigurno, uredno i nesmetano odvijanje željezničkog prometa, te za ostale vidove uporabe željezničke infrastrukture. U infrastrukturnim podsustavima na dionicama mreže željezničkih pruga održavana je tehničko tehnološka razina na uređajima i postrojenjima, odnosno osnovnim sredstvima koji spadaju u područja svakog pojedinog podsustava, prema važećim zakonskim aktima.

Održavanje i čuvanje željezničke infrastrukture je kontinuirani proces koji se u tehnološkom smislu dijeli na podcjeline:

- održavanje građevinskog infrastrukturnog podsustava,
- održavanje elektrotehničkih infrastrukturnih podsustava i
- održavanje željezničke i cestovne mehanizacije i vozila.

Održavanje građevinskog infrastrukturnog podsustava provodi se temeljem Zakona o željeznici, Pravilnika o održavanju gornjeg ustroja (Pravilnik 314), Pravilnika o održavanju donjeg ustroja (Pravilnik 315) i drugih općih akata iz Popisa općih akata HŽ Infrastrukture.

Održavanje elektrotehničkih infrastrukturnih podsustava provodi se u sljedećim podprocesima: održavanje elektroenergetskog infrastrukturnog podsustava, održavanje signalno-sigurnosnih i telekomunikacijskih uređaja i praćenje potrošnje električne energije. Organizacijska jedinica za održavanje elektroenergetskih infrastrukturnih podsustava i regionalne jedinice oDGovorne su za provedbu procesa temeljem Pravilnika o tehničkim uvjetima kojima mora udovoljavati željeznički elektroenergetski infrastrukturni podsustav (Pravilnik RH-404), Pravilnika o održavanju stabilnih postrojenja električne vuče (Pravilnik 213) i drugih općih akata iz Popisa općih akata. Organizacijske jedinice za održavanje signalno-sigurnosnih i telekomunikacijskih uređaja i regionalne jedinice oDGovorne su za provedbu procesa temeljem Pravilnika o održavanju signalno-sigurnosnih postrojenja (Pravilnik HŽI-400), Pravilnika o informacijsko-komunikacijskoj mreži (Pravilnik HŽI-401) i drugih općih akata iz Popisa općih akata

Stanje prema dostupnim izvješćima od strane upravitelja infrastrukture [50] je sljedeće:

- **Ispravnost građevinskog infrastrukturnog podsustava** neophodan je i najvažniji preduvjet za odvijanje željezničkog prometa. Infrastrukturni kapaciteti na neobnovljenim prugama dotrajali su, a na tim dionicama pruga postoji potreba smanjivanja brzine kako bi se sadašnji obujam prometa odvijao sigurno i oDGovarajućom dinamikom. Više od polovice ukupne duljine željezničke mreže bilo je izvan ciklusa obnove u prethodnim godinama, što znači da je prosječni uporabni vijek pružnog gornjeg ustroja na neobnovljenim dionicama

mreže prekoračen i da ga više nije moguće uobičajenim mjerama redovitog održavanja održati u tehničko uporabnom stanju za siguran tijek prometa projektiranom brzinom.

Kolodvorski kolosijeci su u nezadovoljavajućem stanju obzirom na dotrajalost i nosivost istih, a među velikim kolodvorima navode se koridorski kolodvori kao npr. Zagreb Ranžirni kolodvor, Ogulin, Rijeka, Novska, Osijek i Koprivnica. Zbog navedenih činjenica HŽ Infrastruktura d.o.o. mora obaviti obnovu na mnogim dionicama pruga, a osobito na prugama od značaja za međunarodni promet, ako žele ostati ravnopravnim članom europske željezničke asocijacije. Obilježja pruga lokalnog prometa je stalni nedostatak investicijskih aktivnosti što je dovelo do toga da je tehničko stanje pruga od značaja za lokalni promet u lošijem tehničkom stanju od pruga za međunarodni i regionalni promet. Na pet dionica lokalnih pruga i na jednoj pruži regionalnog značaja obustavljen je promet.

U građevinskom infrastrukturnom podsustavu na svim dionicama mreže pruga održavana je tehničko-tehnološka razina na: 2604,54 km pruga (ukupna duljina pruga), 1091,09 km kolodvorskih i drugih kolosijeka (u uporabi), 485,17 km industrijskih kolosijeka u vlasništvu korisnika priključenih na mrežu HŽ-a (korisna dužina), te 14,94 km industrijskih kolosijeka u vlasništvu HŽI (korisna dužina), 4317 skretnica i križišta, 538 mostova, 3874 propusta čija je ukupna duljina 38601,16 m, 1513 željezničko-cestovna prijelaza i pješačkih prijelaza preko pruge-ŽCPR-a (od toga: 1442 odnosilo se na željezničko cestovne prijelaze i 71 na pješačke prijelaze preko pruge), 13 vagonskih vaga, 109 tunela čija ukupna duljina iznosi 29649,95 m, i 769 perona i uređenih površina.

Stanje elektroenergetskog infrastrukturnog podsustava za održavanje: Ukupna duljina održavane kontaktne mreže na prugama RH je 1823,41 km. HŽ Infrastruktura ima svega 37,2 % elektrificiranih pruga, odnosno 970 km (građevinska duljina elektrificiranih pruga) od toga je 966,7 km elektrificirano izmjeničnim sustavom 25 kV, 50 Hz, a 3,3 km elektrificirano je istosmjernim sustavom 3 kV, na dionici pruge Šapjane-državna granica [45]. Međutim, zbog nedovoljnog ulaganja u proteklom razdoblju stabilna postrojenja za napajanje električne vuče nisu u zadovoljavajućem stanju. Rekonstrukcije postrojenja sa svrhom tehničkog unapređenja i osuvremenjivanja postrojenja kao tehničko tehnološke cjeline za sigurno, uredno i nesmetano odvijanje željezničkog prometa električnom vučom nisu obavljane u potrebnom obimu. Posljedice su smanjena pogonska pouzdanost uređaja, opreme konstrukcija i postrojenja kao cjeline. Na koridoru RH1, u 2015. godini okončani su radovi na obnovi voznog voda i opreme za sekcioniranje i rastavljanje kontaktne mreže na

dionicama pruge Borongaj – Dugo Selo, Zagreb GK – Savski Marof – DG i Banova Jaruga – Kutina.

- **Prometno-upravljački i signalno-sigurnosni infrastrukturni podsustavi:** Signalno-sigurnosne uređaje čine uređaji, sklopovi i elementi koje karakterizira zastarjelost i istrošenost. Većina pruga od međunarodnog značaja je osigurana relejnim signalno-sigurnosnim uređajima ugrađenima prije 30-40 godina [45]. Pruge od regionalnog i lokalnog značaja većinom su osigurane mehaničkim kolodvorskim uređajima te različitim tipovima pojednostavljenih relejnih uređaja. Održavanje ovakvih uređaja u ispravnom i funkcionalnom stanju vrlo je teško, rezervni dijelovi se teško nabavljaju, a njihova cijena je zbog ne serijske proizvodnje svake godine sve viša. Nabava i ugradnja zamjenskih dijelova je izrazito težak i dug proces, a u mnogim slučajevima nije ni moguća zbog sigurnosne komponente koja je karakteristična za signalno-sigurnosne uređaje.

Nastavno se u tablicama 14 i 15, zbog preglednosti i sistematičnosti, daje prikaz tehničko-sigurnosnog stanja infrastrukture po koridorima RH1 i RH2, odnosno njihovim poddionicama. Da bi podaci dobiveni obradom, nastavno kroz rad, iskazali i svoju korisničku vrijednost, isti su prikazani kroz obradu definiranjem ključnih pokazatelja uspješnosti (engl. *Key Performanse Indicators*, KPI), uz postavljanje ciljanih vrijednosti i praćenje njihove realizacije. Pri tome je važno istaknuti da se ne može govoriti o standardnim KPI jer će pobrojani i za potrebe ove analize biti specifični za željezničku mrežu. Naime, definicija KPI ovisi o trenutnim potrebama te se sukladno tome, definicija KPI može, a u pravilu i treba promijeniti kada/ako se ciljevi promijene. Definicija KPI ovisna je o poslovnom području, ali isto tako i o hijerarhijskoj razini na koju se odnosi. Kada se promatra poslovno područje, pri definiranju KPI se u obzir uzimaju parametri specifični za to poslovno područje. Što se pak tiče hijerarhijske razine, s njenim rastom opada razina detalja koji se prate.

KPI definirani za potrebe ove analize su parametri koji su detaljno analizirani kroz prethodna pod poglavlja, a za promatrane koridore RH1 i RH2.:

1. Tehničke karakteristike dionice,
2. Ranžirni kolodvori,
3. Kolodvori opremljeni za prihvrat opasnih tvari,
4. Tuneli,
5. Tehničko-sigurnosno stanje/stanje sigurnosti.

U tablicama 14 i 15 prikazano je sigurnosno stanje pružnih dionica na koridoru RH1 i RH2, te predloženo grafički na slici 7. Ono je dalje obrađeno prema KPI-ma. Ocjena stanja je zbog bolje interpretacije rezultata dobivenih obradom iskazana kroz ocjene:

- loše (1),
- nezadovoljavajuće (2),
- zadovoljavajuće (3),
- dobro (4),
- odlično (5).

Tablica 14. Tehničko-sigurnosno stanje infrastrukture na poddionicama koridora RH1

Koridor RH1 (bivši X. paneuropski koridor) DG – Savski Marof – Zagreb – Dugo Selo – Novska – Vinkovci – Tovarnik – DG						
Ocjena stanja		Tehničke karakteristike dionice (detaljnije u 3.4)	Tehničko-sigurnosno stanje/stanje sigurnosti (detaljnije u 3.7)	Kolodvori za opasne tvari (detaljnije u 3.5 i 3.6)	Tuneli (detaljnije u 3.6)	UKUPNA OCJENA STANJA SIGURNOSTI (prema svim komponentama, u odnosu na ostale dionice)
M101	(Dobova) – Državna granica – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor	1	2			Zadovoljavajuće (na dionici nema kolodvora za op.tv. i tunela)
M102*	Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo	2	2	Zagreb Ranžirni kolodvor (M101/M102/M104/M202)	1	Loše (trenutno stanje RK)
M103	Dugo Selo – Novska	2	2			Zadovoljavajuće (na dionici nema kolodvora za opasne tvari i tunela)
M104	Novska – Vinkovci – Tovarnik – Državna granica – (Šid)	2	3	Slavonski Brod (M104)	3	Nezadovoljavajuće (trenutno stanje RK)
				Vinkovci (M104/M601/L208/L209)	2	

Izvor: obrada autorice

Tablica 15. Tehničko-sigurnosno stanje infrastrukture na poddionicama koridora RH2

Koridor RH2 (Mediterranski koridor/bivši ogranak Vb paneuropskoga koridora) DG – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo – Zagreb – Karlovac – Rijeka – Šapjane – DG								
Ocjena stanja		Tehničke karakteristike dionice (detaljnije u 3.4)	Tehničko-sigurnosno stanje/stanje sigurnosti (detaljnije u 3.7)	Kolodvori za opasne tvari (detaljnije u 3.5 i 3.6)		Tuneli (detaljnije u 3.6)		UKUPNA OCJENA STANJA SIGURNOSTI (prema svim komponentama, u odnosu na ostale dionice)
M201	(Gyekenyes) – Državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo	2	2	Čakovec (M501/R201)	4			Zadovoljavajuće (na dionici nema tunela)
				Koprivnica (M201/R202)	2			
M102*	Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo	1	2					Zadovoljavajuće (na dionici nema kolodvora za opasne tvari i tunela)
M202	Zagreb Glavni kolodvor – Karlovac – Rijeka	1	1	Karlovac (M202/L103)	1	17 kom: visokorizični, sa malom vjerojatnošću da se dogode nesreće s opasnim tvarima	1	Loše (na dionici su kolodvori za op.tv. i tuneli)
				Moravice (M202)	1			
				Ogulin (M202/M605)	2			
				Rijeka (M202/M203)	1			
M203	Rijeka – Šapjane – Državna granica – (Ilirska Bistrica)	3	2	Šapjane (M203)	3	2 kom: visokorizični, sa malom vjerojatnošću da se dogode nesreće s opasnim tvarima	3	Nezadovoljavajuće (na dionici su kolodvori za op.tv. i tuneli)

Izvor: obrada autorice



Slika 7. Kritične dionice koridora RH1 i RH2 po pitanju sigurnosti
Izvor: obrada autorica

4. RAZRADA I MODELIRANJE KAPACITETA INTEGRIRANE ŽELJEZNIČKE MREŽE

4.1. Podjela mreže

Željeznička mreža pruga u RH sastoji se od jednokolosiječnih i dvokolosiječnih pruga. Prema podjeli pruga u Republici Hrvatskoj [44] one su razvrstane na pruge za međunarodni, regionalni i lokalni promet. Nadalje, u skladu s člankom 14. stavkom 2. Zakona o željeznici, željezničke pruge za međunarodni promet dijele se na:

- glavne (koridorske) pruge, koje se nalaze na međunarodnim željezničkim koridorima i njihovim ograncima (koridori RH1, RH2 i RH3),
- ostale pruge za međunarodni promet, koje unutar željezničkih čvorišta i izvan njih funkcionalno povezuju glavne (koridorske) pruge ili koje međunarodne morske i riječne luke te terminale povezuju s glavnim (koridorskim) prugama.

Spomenuto razvrstavanje željezničkih pruga osnova je za određivanje načina njihove uporabe te skladnoga i učinkovitoga planiranja izgradnje, modernizacije, obnove i održavanja željezničke infrastrukture u Republici Hrvatskoj, prema Nacionalnom programu željezničke infrastrukture iz članka 8. Zakona o željeznici. Podjela međunarodnih pruga dana je u prilogu 2.

4.2. Položaj Republike Hrvatske u transeuropskoj prometnoj mreži Europe (TEN-T)

Povezivanje osnovne mreže prometne infrastrukture s transeuropskim mrežama i koridorima jedan je od osnovnih ciljeva i važan preduvjet za ravnomjeran razvoj svih članica EU. EU stoga kontinuirano ulaže napore da se, usporedno s povećanjem broja članica, omogući izgradnja potrebnih prometnica i integriraju nacionalne mreže prometnica u jedinstvenu Transeuropsku mrežu prometnica, TEN-T. Oblikovanjem ovakve europske prometne mreže uklonila bi se uska grla i povezale udaljenije regije u zajednički sustav prometnica. TEN-T bi se, sukladno prijedlogu Uredbe o smjernicama EU za razvoj transeuropske prometne mreže od 19. listopada 2011. g. i instrumentu za povezivanje Europe (engl. *The Connecting Europe Facility*), tzv. CEF-u trebao razvijati temeljem dvoslojnog pristupa (engl. *dual-layer approach*), sastojeći se od sveobuhvatne i osnovne mreže [47].

Sveobuhvatna mreža predstavlja opći sloj TEN-T-a i uključuje svu postojeću i planiranu infrastrukturu koja udovoljava zahtjevima Smjernica, a treba biti uspostavljena najkasnije do

31. prosinca 2050. g. Prema ranijim tumačenjima Europske komisije, za Hrvatsku bi to trebala biti mreža dogovorena u okviru P21 Transeuropske mreže.

Osnovna mreža uključuje samo one dijelove sveobuhvatne mreže koji su strateški najznačajniji, a treba biti uspostavljena najkasnije do 31. prosinca 2030. g. Odlukom Europske komisije 18. listopada 2013. g. definirano je devet koridora Osnovne prometne mreže EU kao okosnica za spajanje 94 glavne europske luke i 38 ključnih zračnih luka sa željeznicom i cestama u glavnim gradovima europskih zemalja (luka Rijeka i zagrebačka zračna luka su među njima) te razvoj 15 tisuća kilometara željezničke infrastrukture kapacitirane na postizanje zadovoljavajućih brzina za putničke i teretne vlakove, kao i 35 graničnih prijelaza.

4.2.1. Mediteranski koridor

Mediteranski koridor povezuje luke Pirinejskog poluotoka Algeciras, Cartagenu, Valenciju, Tarragonu i Barcelonu preko južne Francuske, s poveznicom za Marseille, i Lyon prema sjevernoj Italiji, Sloveniji i ogrankom preko Hrvatske i Mađarske do ukrajinske granice. Pokriva željeznice, ceste, zračne luke, luke i željezničko-cestovne terminale, a u sjevernoj Italiji i unutarnje plovne putove rijeke Po. Ključni projekti jesu željeznička pruga u Španjolskoj prema normi UIC, željeznički tunel Lyon – Torino i prijelaz preko krškog područja Trst/Kopar – Ljubljana.

4.2.2. Rajnsko-dunavski koridor

Rajnsko-dunavski koridor spaja Strassbourg i Mannheim preko dvije paralelne osi u južnoj Njemačkoj, jedne duž Majne i Dunava, druge preko Stuttgarta i Münchena, i s ogrankom prema Pragu i Žilini prema slovačko-ukrajinskoj granici, kroz Austriju, Slovačku i Mađarsku do rumunjskih luka Constanța i Galați. Pokriva željeznice, ceste, zračne luke, luke i željezničko-cestovne terminale te sustave unutarnjih plovnih putova rijeke Majne, kanal Majna – Dunav, cjelokupni tok Dunava nizvodno od Kelheima i rijeku Savu. Ključnim projektima otklanjaju se uska grla duž unutarnjih plovnih putova i odsjeka željezničkih pruga Stuttgart – Ulm i München – Freilassing.

4.2.3. Koridor za teretni prijevoz

Europski parlament i Vijeće su u 2010. godini odredili pravila za osnivanje europske željezničke mreže za konkurentni teretni prijevoz koja se sastoji od međunarodnih teretnih koridora.

Glavni cilj donošenja Uredbe (EU) br. 913/2010) je poboljšanje usluga koje upravitelji infrastrukture pružaju međunarodnim teretnim prijevoznicima. Nekoliko inicijativa je pridonijelo stvaranju koncepta koridora: prvi željeznički paket, program Trans-Europske prometne mreže, suradnja među državama članicama i među upraviteljima infrastrukture u okviru Europskog sustava upravljanja željezničkim prometom (engl. *European Railway Traffic Management System*, ERTMS-a) i uvođenje Tehničkih specifikacija za interoperabilnost za telematske aplikacije u teretnom prijevozu, TAF TSI-a [48]. HŽ Infrastruktura uključena je u Mediteranski koridor za željeznički teretni prijevoz RFC 6.

Za RH prometno povezivanje i postajanjem dijela EU željezničke mreže je od presudnog značaja za daljnji razvoj. Bez definiranih „karata“ tj. pripadanja koridorima nema kvalitetnog uključivanja u tokove prijevoza tereta što je izuzetno važno za razvoj i rast gospodarstva. Ne „pripadanje“ koridorima (u prenesenom značenju) za neku zemlju znači njeno „isključivanje“ iz tokova prijevoza, tj. te zemlje se na EU prometnim mapama ni ne prikazuju. Posljedično pripadanje koridorima znači da je zakonodavna osnova ustrojena i da se mogu ostvarivati svi zahtjevi za interoperabilnost, a time i početi radove na sanaciji uskih grla i „starijih“ dionica pruge putem financiranja iz fondova EU-a.

Za potrebe ovog rada fokus daljnje razrade bit će na onim prugama koje čine tj. njihovi su dijelovi na bivšim koridorima Vc i X, odnosno prema novoj kategorizaciji Mediteranskom i Rajnsko-dunavskom koridoru.

4.3. Trenutno stanje željezničkih pruga za međunarodni promet RH1 koridora

4.3.1. Željeznička pruga M101 DG - S. Marof - Zagreb Gk

4.3.1.1. Putnički promet

Obzirom da se ova pruga nalazi u čvoru Zagreb na njoj je vrlo intenzivan promet gradsko-prigradskih vlakova koji prometuju na dionici Harmica/Savski Marof – Dugo Selo, a u kolodvoru Zaprešić odvaja se željeznička pruga prema Varaždinu, odnosno Čakovcu. Navedena pruga također je vrlo važna u regionalnom prometu putnika koji gravitiraju gradu Zagrebu. U kolodvoru Savski Marof odvaja se i pruga prema Harmici, odnosno gradsko-prigradski vlakovi započinju/završavaju vožnju na ovom stajalištu. Osim gradsko-prigradskog te regionalnog prometa, na ovoj pruzi odvija se sveukupan međunarodni promet vlakova za prijevoz putnika iz/za Sloveniju/Njemačku/Austriju. Promet ovih vlakova u posljednjih nekoliko godina je u stagnaciji.

Za potrebe prijevoza putnika najvećim dijelom koriste se elektromotorne garniture serije HŽ 6111 i HŽ 6112-100 i to na relaciji putovanja Zagreb Gk – Savski Marof i obratno dok se na dionici Zagreb Gk – Zaprešić koriste i klasične garniture sastavljene od lokomotive i vagona. Ti vlakovi prometuju na relaciji Zagreb Gk – Zabok – Varaždin. U ovom slučaju za prijevoz putnika koristi se lokomotiva serije HŽ 2044 sa četiri do pet vagona u sastavu. Za prijevoz putnika brzim vlakovima koriste se vlakovi klasičnog sastava i to lokomotiva serije 1142 i pet do šest vagona.

Vlakovi na ovoj pruzi ne mijenjaju sastav već se zaustavljaju isključivo iz prometnih razloga, odnosno radi ulaska i/ili izlaska putnika. U kolodvoru Savski Marof imaju bavljenje između završetka vožnje iz jednog smjera (npr. Zagreb Gk – S. Marof) i početka vožnje u drugom smjeru (npr. S. Marof – Zagreb Gk). Ovo se odnosi na sve gradsko-prigradske vlakove koji se pokreću iz kolodvora S. Marof.

Prosječna popunjenost vlakova ovisi prvenstveno o dijelu dana u kojem vlakovi prometuju. Najveći broj putnika u vlakovima je za vrijeme vršnih opterećenja u jutarnjim satima (6:30 – 8:30) i popodnevnim satima (15:00 – 17:00). U ostalo vrijeme je manja popunjenost. Prema navedenom, može se reći kako je prosječna popunjenost vlakova koji prometuju na ovoj dionici cca 90 %, odnosno cca 400 putnika u putničkim vlakovima. U brzim vlakovima popunjenost je manja i iznosi cca do 50 %, odnosno do 150 putnika.

4.3.1.2. Teretni promet

Kako u putničkom, tako i u teretnom prometu na ovoj pruzi odvija se međunarodni promet teretnih vlakova koji prometuju preko koridora RH1 i RH2 u Hrvatskoj za susjedne zemlje. Osim međunarodnih vlakova, prometuju i teretni vlakovi u unutarnjem prometu iz/za Zabok/Varaždin.

Teretni promet najvećim dijelom se odvija na dionici Savski Marof-Zagreb-Zapadni kolodvor, s obzirom da se u kolodvoru Zagreb Zapadni kolodvor (nadalje Zk) odvaja pruga prema Zagreb Klari odnosno Zagreb Ranžirnom kolodvoru (nadalje Rk).

Osim direktnih vlakova u međunarodnom prometu koji se zaustavljaju u kolodvorima samo iz prometnih razloga, prometuju i vlakovi s bavljenjem u kolodvoru Zagreb Zk. Bavljenje u kolodvoru Zagreb Zk je radi formiranja/rasformiranja vlakova, odnosno dodavanja/skidanja

bruta iz Slovenije. Budući da je kolodvor Dobova granični kolodvor za sve teretne vlakove, u njemu se obavlja izmjena lokomotiva HŽ – Slovenske železnice (SŽ).

Duljine teretnih vlakova na ovoj pruzi su između 420 – 550 m. Vlakove vuku lokomotive serije 1141 različitih pod serija, a sastavi vlakova ovise o teretu koji prevoze. Ovom prugom, osim nacionalnog operatera, prometuju i privatni prijevoznici registrirani u Republici Hrvatskoj.

Na ovoj željezničkoj pruzi nalazi se i kontejnerski terminal Vrapče, na kojem se obavljaju manipulacije kontejnerima (utovar i istovar). Također, u kolodvorima Podsused Tvornica i Zagreb Zapadni kolodvor (teretni dio) obavlja se rad u teretnom prometu na manipulativnim i industrijskim kolosijecima. Radi obavljanja rada na kolosijecima na ovoj pruzi prometuje određeni broj sabirnih vlakova kojima se obavlja dostava vagona radi potreba lokalne industrije.

4.3.2. Željeznička pruga M102 Zagreb Gk – Dugo Selo

4.3.2.1. Putnički prijevoz

Uz željezničku prugu M101, jedna je od najvažnijih pruga u putničkom prijevozu. S obzirom da se ova pruga nalazi u čvoru Zagreb na njoj je vrlo intenzivan promet gradsko-prigradskih vlakova koji prometuju na dionici Harmica/Savski Marof – Dugo Selo. U kolodvoru Dugo Selo, kao graničnom kolodvoru završavaju, odnosno započinju vožnje gradsko-prigradskih vlakova. Budući da se u njemu odvajaju dvije željezničke pruge M103 Dugo Selo – Novska i M201 DG – Botovo – Dugo Selo, u njemu se vlakovi odvajaju u smjeru Novske, odnosno Koprivnice. Vlakovi koji prometuju iz/za Koprivnicu/Novsku su lokalnog/regionalnog/daljinskog značaja u unutarnjem prometu te međunarodnog značaja.

Za potrebe prijevoza putnika najvećim dijelom koriste se elektromotorne garniture serije HŽ 6111 i HŽ 6112-100 i to na relaciji putovanja Zagreb Gk – Dugo Selo i obratno. Za vlakove koji prometuju u smjeru Koprivnice i Novske koriste se i klasične garniture sastavljene od lokomotive i vagona. U ovom slučaju za prijevoz putnika koristi se lokomotiva serije HŽ 1141 sa četiri do šest vagona u sastavu. Za prijevoz putnika u brzim vlakovima koriste se vlakovi klasičnog sastava i to lokomotiva serije 1142 i pet do šest vagona. Na međunarodnim se vlakovima u kolodvorima Zagreb Gk i Vinkovci dodaju/skidaju pojedini vagoni ovisno o relaciji putovanja s obzirom na broj putnika koji se prevoze na toj relaciji. Drugi vlakovi prometuju bez promjene sastava na svojim relacijama.

Vlakovi na ovoj pruzi ne mijenjaju sastav, već se zaustavljaju isključivo iz prometnih razloga, odnosno radi ulaska i/ili izlaska putnika. U kolodvoru Dugo Selo imaju bavljenje između završetka vožnje iz jednog smjera (npr. Zagreb Gk – Dugo Selo) i početka vožnje u drugom smjeru (npr. Dugo Selo – Zagreb Gk). Ovo se odnosi isključivo na sve gradsko-prigradske vlakove.

Prosječna popunjenost vlakova ovisi prvenstveno o dijelu dana u kojem vlakovi prometuju. Najveći broj putnika u vlakovima je za vrijeme vršnih opterećenja u jutarnjim satima (6:30 – 8:30) i popodnevnim satima (15:00– 17:00). U ostalo je vrijeme manja popunjenost. Prema navedenom, može se reći kako je prosječna popunjenost vlakova koji prometuju na ovoj dionici cca 80 %, odnosno cca 350 putnika u putničkim vlakovima (na svim relacijama putovanja). U brzim vlakovima popunjenost je manja i iznosi cca do 50 %, odnosno do 150 putnika.

Promatrajući ovu željezničku prugu u odnosu na druge pruge u RH, na dionici Sesvete – Dugo Selo odvija se najveći promet vlakova, a kolodvor Dugo Selo je najopterećeniji kolodvor.

4.3.2.2. Teretni promet

U teretnom prometu ova pruga je vrlo značajna, prvenstveno na dionici Sesvete – Dugo Selo s obzirom da se u kolodvoru Sesvete spaja, odnosno odvaja željeznička pruga za Zagreb Ranžirni kolodvor. Na dionici Zagreb Gk – Sesvete odvija se najvećim dijelom putnički promet.

Za potrebe lokalne industrije na ovoj dionici prometuju sabirni vlakovi. Na ovoj dionici prometuje ukupno 91 vlak (redovni i fakultativni); 43 vlaka na relaciji Dugo Selo – Sesvete te 48 vlakova na relaciji Sesvete – Dugo Selo. Prosječna masa vlakova je između 700 i 2.112 tone. Na dionici Sesvete – Zagreb Gk – Sesvete prometuje ukupno 12 vlakova, od čega pet na relaciji Sesvete – Zagreb Gk, a na relaciji Zagreb Gk – Sesvete sedam vlakova. Prosječna masa vlakova je između 700 i 2.116 tona. Duljina teretnih vlakova je 250 m (sabitni vlakovi) – 560 m (najdulji vlak). Na ovoj pruzi teretni vlakovi nemaju bavljenje u kolodvorima.

Važno je napomenuti da ovom prugom, osim nacionalnog operatera, prometuju i privatni prijevoznici registrirani u Republici Hrvatskoj.

4.3.3. Željeznička pruga M103 Dugo Selo - Novska

4.3.3.1. Putnički prijevoz

Na željezničkoj pruzi M103 Dugo Selo – Novska prometuju lokalni putnički vlakovi koji prometuju na relacijama Zagreb Gk – Novska – Sl. Brod/Vinkovci. Osim lokalnih, prometuju brzi vlakovi u unutarnjem i međunarodnom prometu. U unutarnjem prometu brzi vlakovi prometuju prema Osijeku i Vinkovcima te Vukovaru dok u međunarodnom prometu prometuju prema Beogradu. Svi vlakovi koji prometuju ovom prugom ne završavaju ili ne započinju vožnju ni u jednom kolodvoru do kolodvora Novska. Za prijevoz putnika većinom se koriste klasični sastavi u odnosu na elektromotorne garniture serije HŽ 6111. Klasični sastavi su sastavljeni od lokomotive serije 1141 i pet do šest vagona. Svi elektromotorni vlakovi prometuju iz/za Novsku. U kolodvoru Prečec vlakovi se zaustavljaju isključivo iz prometnih razloga te nije predviđeno bavljenje radi ulaska i izlaska putnika.

Prosječna popunjenost vlakova ovisi prvenstveno o dijelu dana u kojem vlakovi prometuju. Najveći broj putnika u vlakovima je za vrijeme vršnih opterećenja u jutarnjim satima (6:30 – 8:30) i popodnevnim satima (15:00 – 17:00). U ostalo vrijeme je manja popunjenost. Prema navedenom, može se reći kako je prosječna popunjenost vlakova koji prometuju na ovoj dionici cca 70 %, odnosno cca 200 putnika u putničkim vlakovima (na svim relacijama putovanja). U brzim vlakovima popunjenost je manja i iznosi cca do 50 %, odnosno do 150 putnika.

4.3.3.2. Teretni promet

U teretnom prometu na ovoj pruzi prometuju vlakovi u unutarnjem i međunarodnom prometu. Duljina teretnih vlakova je između 250 m (sabitni vlakovi) – 560 m (najdulji vlak). Kolodvor s najvećim prometom, odnosno kolodvor u kojem vlakovi počinju odnosno završavaju vožnje je kolodvor Kutina. Kolodvor Kutina je ujedno i rasporedni kolodvor. U kolodvoru se obavlja sastavljanje i rastavljanje teretnih vlakova za potrebe tvornice Petrokemija Kutina. Broj vlakova koji prometuju za potrebe tvornice se smanjio s obzirom na smanjenje rada tvornice.

Za potrebe lokalne industrije u drugim kolodvorima (u kojima se obavlja lokalni rad na industrijskim ili manipulativnim kolosijecima) prometuju sabirni vlakovi. Ti vlakovi imaju bavljenje ovisno o potrebama korisnika i vrijeme se razlikuje ovisno o potrebnom radu na tim kolosijecima u kolodvorima.

4.3.4. Željeznička pruga M104 Novska - Tovarnik - DG

4.3.4.1. Putnički promet

Na ovoj željezničkoj pruži u putničkom prometu prometuju vlakovi koji imaju različite relacije putovanja. Vlakovi prometuju na relacijama Zagreb Gk – Vinkovci, Novska – Vinkovci, Zagreb – Slavonski Brod i slično. U pojedinim kolodvorima odvajaju se željezničke pruge u smjerovima Našica, Osijeka, S. Šamca, Vukovara, Županje i Drenovaca. Samim time, u tim se kolodvorima pokreću ili u njima završavaju svoju vožnju.

Iako se radi o dvokolosiječnoj pruži velikog infrastrukturnog kapaciteta, po njoj ne prometuje veliki broj putničkih vlakova (lokalnih ili brzih vlakova). Razlog je što je željeznička pruga M103 Dugo Selo – Novska jednokolosiječna pruga i na njoj je dvostruko manja brzina u odnosu na ovu prugu. Osim navedenog, na ovoj se željezničkoj pruži u prijevozu putnika isključivo koriste klasični vlakovi (lokomotiva i vagoni), dok se motorne garniture uopće ne koriste.

Prosječna popunjenost vlakova koji prometuju na ovoj dionici iznosi cca 50 %, odnosno cca 150 putnika u putničkim vlakovima (na svim relacijama putovanja). U brzim vlakovima popunjenost je manja i iznosi cca do 30 %, odnosno do 100 putnika. Najmanja popunjenost vlakova je na dionici Vinkovci – Tovarnik i iznosi cca 30 %.

Vlakovima se u kolodvorima Zagreb Gk i Vinkovci dodaju/skidaju pojedini vagoni, ovisno o relaciji putovanja s obzirom na broj putnika koji se prevoze na toj relaciji. Drugi vlakovi prometuju bez promjene sastava na svojim relacijama.

4.3.4.2. Teretni promet

Na ovoj pruži većinom prometuju teretni vlakovi u međunarodnom prometu. Duljina teretnih vlakova je između 250 m (sabirni vlakovi) do 560 m (najdulji vlak).

Na ovoj se pruži u kolodvorima Slavonski Brod, Strizivojna/Vrpolje i Vinkovci obavlja određeni lokalni rad teretnim vlakovima. U kolodvoru Slavonski Brod odvija se manipulacija vagonima predviđenima za bavljenje u tvornici za vagone. U kolodvoru Strizivojna/Vrpolje odvaja se željeznička pruga u dva smjera, i to prema Osijeku, odnosno Bosni i Hercegovini. U kolodvoru Vinkovci pruge se odvajaju u nekoliko smjerova, samim time obavlja se određeni rad na sastavljanju, odnosno rastavljanju vlakova po smjerovima prometovanja. Od kolodvora se odvaja pruga za Osijek, Vukovar, Drenovce i Županju. U kolodvoru Tovarnik obavlja se carinski postupak s vlakovima. U kolodvoru Šid odvija se predaja, odnosno preuzimanje vlakova te izmjena lokomotiva između HŽ i Železnica Srbije.

4.4. Trenutno stanje željezničkih pruga za međunarodni promet RH2 koridora

4.4.1. Željeznička pruga M201 DG - Botovo - Dugo Selo

4.4.1.1. Putnički promet

Na željezničkoj pruzi M201 DG – Botovo – Dugo Selo odvija se putnički promet u unutarnjem i međunarodnom prometu. Promet putničkih vlakova može se podijeliti na tri karakteristične dionice, i to:

- Dugo Selo – Križevci,
- Križevci – Koprivnica,
- Koprivnica – DG.

Na relaciji Dugo Selo – Križevci prometuju svi putnički vlakovi koji prometuju iz smjera Varaždina i Osijeka preko Koprivnice te Bjelovara iz/za Zagreb. U kolodvoru Križevci odvaja se i pruga prema Bjelovaru. Vlakovi tijekom prometovanja ne mijenjaju sastav, zaustavljaju se isključivo iz prometnih razloga.

Popunjenost vlakova koji prometuju na ovoj dionici je cca 80 %, odnosno cca 200 putnika u putničkim vlakovima (na svim relacijama putovanja). U brzim vlakovima popunjenost je manja i iznosi cca do 30 %, odnosno do 100 putnika. Najmanja popunjenost vlakova je na dionici Koprivnica – Botovo i iznosi cca 30 %.

4.4.1.2. Teretni promet

Na željezničkoj pruzi M201 DG – Botovo – Dugo Selo odvija se teretni promet u unutarnjem i međunarodnom prometu. Duljina najduljeg vlaka iznosi 500 m, lokalni sabirni vlakovi duljine su od 200 m naviše. Promet teretnih vlakova može se također podijeliti na tri karakteristične dionice, i to:

- Dugo Selo – Križevci,
- Križevci – Koprivnica,
- Koprivnica – DG.

Na dionici Dugo Selo – Križevci prometuju svi teretni vlakovi koji prometuju iz smjera Varaždina i Osijeka preko Koprivnice te Bjelovara iz/za Zagreb. U kolodvoru Križevci odvaja se i pruga prema Bjelovaru. Prosječna masa vlakova je između 942 i 1.800 tona.

Na dionici Križevci – Koprivnica prometuju teretni vlakovi koji prometuju iz smjera Varaždina i Osijeka preko Koprivnice iz/za Zagreb, a u kolodvoru Koprivnica se odvajaju željezničke pruge prema Varaždinu i Osijeku.

Na dionici Koprivnica – DG prometuju isključivo vlakovi koji prometuju iz/za Mađarsku. Na ovoj dionici ne prometuju putnički vlakovi u unutarnjem prometu, već isključivo vlakovi u međunarodnom prometu. Prosječna masa vlakova je između 942 i 2.100 tona.

Pojedini vlakovi imaju bavljenje u kolodvoru Križevci radi odvajanja bruta za Bjelovar, u Koprivnici radi odvajanja bruta za Varaždin, Viroviticu i Osijek. U kolodvoru Gyekenyes obavlja se preuzimanje i predaja vlakova te izmjena lokomotiva HŽ – MAV.

4.4.2. *Željeznička pruga M202 Zagreb Gk - Rijeka*

4.4.2.1. Putnički promet

U putničkom prometu na ovoj željezničkoj pruzi na pojedinim dionicama intenzivniji je promet nego na drugim dionicama. Najveći broj lokalnih putničkih vlakova je na dionici između kolodvora Duga Resa i Zagreb Gk. Kod prometa brzih vlakova dionica između kolodvora Zagreb Gk i Oštarije zajednička je za vlakove koji prometuju i iz/za smjer Rijeka i iz/za smjer Split. Lokalni putnički vlakovi pokreću se, odnosno završavaju vožnju u kolodvorima Zagreb Gk, Duga Resa, Moravice, Ogulin i Rijeka te prometuju na određenim relacijama. Nekoliko vlakova prometuje od Zagreb Gk do Rijeke i obratno. Iz navedenih razloga karakteristične dionice su:

- Zagreb Gk – Karlovac,
- Karlovac – Duga Resa,
- Duga Resa – Oštarije,
- Oštarije – Ogulin,
- Ogulin – Moravice,
- Moravice – Rijeka.

Na dionici između Zagreb Gk i Karlovca, odnosno kolodvora Duga Resa, najintenzivniji je putnički promet lokalnih vlakova uzimajući u obzir da veliki broj putnika putuje između navedenih mjesta radi posla, odnosno školovanja. Nakon kolodvora Duga Resa manji je broj putnika, a samim time je i manji broj vlakova.

Prosječna popunjenost vlakova koji prometuju na ovoj dionici iznosi cca 80 %, odnosno cca 200 do 300 putnika u putničkim vlakovima, ovisno o vrsti sastava koji prevozi putnike (za pojedine se vlakove koriste klasični sastavi (lokomotiva i vagoni), a za pojedine EMV serije HŽ 6111 i 6112). U brzim vlakovima popunjenost je manja i iznosi cca do 60 %, odnosno do 80 putnika. U brzim vlakovima se koriste klasični sastavi (lokomotiva i dva do tri vagona).

4.4.2.2. Teretni promet

U teretnom prometu na ovoj željezničkoj pruzi na pojedinim dionicama intenzivniji je promet nego na drugim dionicama. Promet teretnih vlakova može se podijeliti po sljedećim karakterističnim dionicama, i to:

- Zagreb Rk/Zk – Karlovac,
- Karlovac – Ogulin,
- Ogulin – Moravice,
- Moravice – Lokve,
- Lokve – Škrlevo,
- Škrlevo – Rijeka.

U kolodvorima Karlovac, Moravice, Lokve, Škrlevo i Rijeka obavljaju se manipulacije vlakovima, odnosno sastavljanje i rastavljanje vlakova. U kolodvoru Karlovac rastavljanje i sastavljanje vlakova obavlja HŽ Cargo, a ne HŽ Infrastruktura d.o.o. Izravna posljedica je smanjenje rada u kolodvoru Zagreb Rk te u prometovanju pojedinih vlakova gdje je on samo kolodvor u kojem se ti vlakovi zadržavaju bez ranžiranja. U kolodvoru Lokve se također obavlja sastavljanje i rastavljanje teretnih vlakova zbog karakteristike dionice između Lokava i Rijeke.

Prosječna masa vlaka je između 806 i 1.800 tona. Vlakovi mase od 806 tona prometuju bez zaprežne lokomotive, a vlakovi veće mase moraju obvezno u svom sastavu imati zaprežnu lokomotivu. Između kolodvora Lokve i Škrlevo prosječna masa vlakova je između 471 i 1.204 tone. S obzirom na konfiguraciju terena te velike nagibe pruge, u sastavu vlakova osim vozne, nalaze se i zaprežne lokomotive. U kolodvoru Škrlevo odvaja se željeznička pruga prema kolodvoru Bakar. Na relaciji Škrlevo – Rijeka prosječna masa vlaka je između 471 i 1.204 tone. U kolodvoru Sušak – Pećine odvaja se pruga za kolodvor Rijeka Brajdica. Samim time na dionici Sušak-Pećine – Rijeka prometuje manje vlakova u odnosu na dionicu Škrlevo – Sušak – Pećine.

Duljina najduljeg vlaka na relaciji Zagreb – Rijeka iznosi 560 m, na relaciji Lokve – Rijeka 362 m, neki vlakovi na kratkim relacijama su duljine 250 m.

Razlozi bavljenja u službenim mjestima:

- Karlovac – odvajanje bruta za ZK/Dobovu ili dodavanje bruta iz ZK/Dobove za Split/Rijeku,
- Ogulin – odvajanje bruta za Ličku prugu i dodavanje bruta s Ličke pruge za Rijeku/Zagreb,
- Moravice – dodavanje/skidanje zaprežne lokomotive, skidanje ili dodavanje lokalnog bruta po potrebi,
- Lokve – odvajanje vagona radi potrebnog smanjenja bruto mase vlaka za dionicu Drivenik – Škrlevo ili dodavanje vagona na vlakove iz Rijeke,
- Škrlevo – upućivanje vlakova za RI Brajdica/Bakar; rasformiranje nekih vlakova i formiranje novih,
- Bakar/Rijeka/RI Brajdica – rasformiranje dolaznih vlakova/formiranje odlaznih vlakova.

4.4.3. Željeznička pruga M203 Rijeka – Šapjane – DG

4.4.3.1. Putnički promet

Na ovoj je pruzi planiran broj putničkih vlakova samo u međunarodnom prometu, i to brzih vlakova. Iako postoji određeni broj stajališta i kolodvora, ne prometuju lokalni putnički vlakovi što ima za posljedicu vrlo mali broj korisnika željezničkih usluga.

Na relaciji Rijeka – Šapjane vlakovi tijekom putovanja ne mijenjaju sastav, a zaustavljaju se samo iz prometnih razloga. Popunjenost vlakova je relativno mala i iznosi do 20 %, odnosno 30 putnika.

4.4.3.2. Teretni promet

Na ovoj pruzi predviđeni su samo redovni teretni vlakovi u međunarodnom prometu dok je u unutarnjem prometu predviđen jedan par fakultativnih vlakova. Duljina najduljeg teretnog vlaka na relaciji Rijeka – Šapjane iznosi 377 m, ali ima i kraćih vlakova od 150 m na više.

Razlozi bavljenja u službenim mjestima:

- Rijeka – rasformiranje dolaznih vlakova/formiranje odlaznih,

- Jurdani – skidanje/dodavanje lokomotive potiskivalice,
- Šapjane – predaja i preuzimanje vlaka, izmjena lokomotiva HŽ – SŽ.

4.5. Uporabno stanje mreže na koridorima

Uporabno stanje mreže na koridorima dano je pregledno u nastavnoj tablici 16. Stanje kapaciteta dano je u prilogu 3.

Tablica 16. Uporabno stanje mreže na koridorima

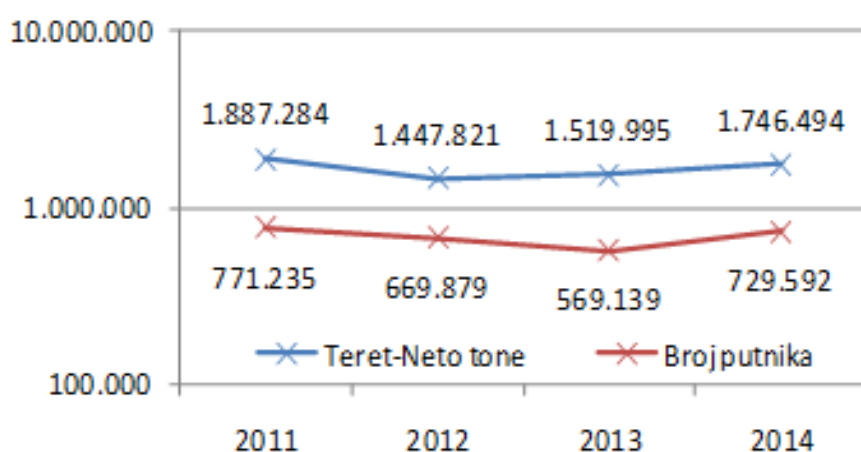
Pruga	Koridor	POSTOJEĆE STANJE					
		RP			SS		
		APB	MO	KR	RK	Tip	Starost
M101	RH1	DG-Vrapče			RD	SpDrL30	40-ak godina
M103	RH1	Cijela dionica			RD	Integra Domino	50-ak godina
M104	RH1	Međukolodvorski razmak između kolodvora Nova Gradiška-Vinkovci osiguran je signalno-sigurnosnim uređajem APB-a tipa „SEL/ISKRA SbL 5“ kojim je omogućen obostrani promet po oba kolosijeka. Međukolodvorski razmak između kolodvora Okučani-Nova Gradiška osiguran je signalno-sigurnosnim uređajem APB-a tipa „SEL/ISKRA SbL 5“ za jednosmjerni promet vlakova po oba kolosijeka.			RD	SpDrL30	40-ak godina
M102	RH1 RH2	Cijela dionica			RD	Integra Domino	50-ak godina
M201	RH2	Cijela dionica			RD	SpDrL30	40-ak godina
M202	RH2	Moravice-Ogulin	Rijeka-Moravice		RD	SpDrL30	40-ak godina
M203	RH2			Cijela dionica	Nije ugrađen		

Izvor: [45]

4.5.1. M101 (Dobova) – državna granica – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor

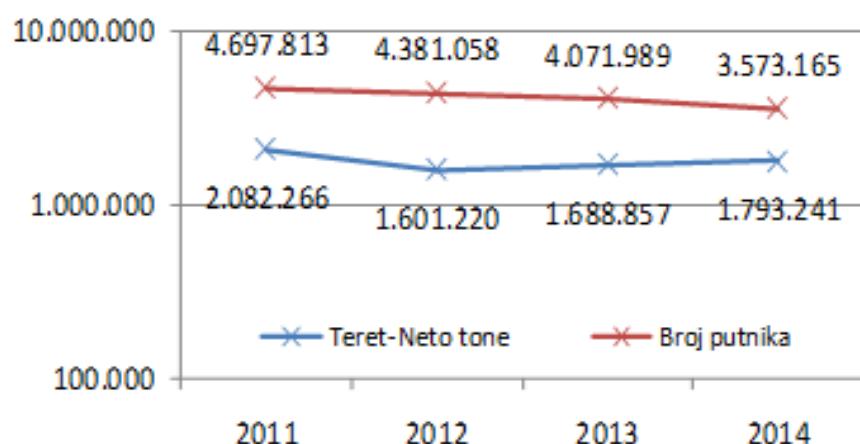
Na cijelom pravcu pruge u vremenskom razdoblju od 2011. do 2014. g. primjetan je lagani pad putničkog prometa. U teretnom prometu situacija je slična, nakon znatnog pada 2012. g. od 20 do 25 % u odnosu na 2011. g. uslijedio je lagani rast. U 2014. g. na dionici DG – Savski Marof (dijagram 1) broj prevezenih putnika iznosio je oko 730 tisuća (na dionici prometuju uglavnom

međunarodni vlakovi) što je u odnosu na 2013. g. rast od 28 %. Nastavno, na dionici Savski Marof – Zaprešić (dijagram 2) broj prevezenih putnika u 2014. g. iznosio je oko 3.5 milijuna s obzirom da osim međunarodnih, na dionici prometuju i gradsko-prigradski te lokalni putnički vlakovi, a dio vlakova priključuje se i s lokalne pruge L102 Savski Marof – Kumrovec– DG (otvorena za promet dionica do Harmice). Na preostale dvije dionice Zaprešić – Zagreb Zapadni kolodvor (dijagram 3) i Zagreb Zapadni kolodvor – Zagreb Glavni kolodvor (dijagram 4) u 2014. g. prevezeno je ukupno oko 5.3 milijuna putnika, uključujući uz prethodno spomenute i putnike s regionalne pruge R201 Zaprešić – Čakovec. Teretni vlakovi uglavnom prometuju do Zagreb Zapadnog kolodvora gdje se usmjeravaju na međunarodne spojne pruge obilazno oko Zagreba, a obujam teretnog prijevoza na cijeloj pruzi u 2014. g. iznosio je od 1.6 do 1.9 milijuna neto tona (dijagram 1).



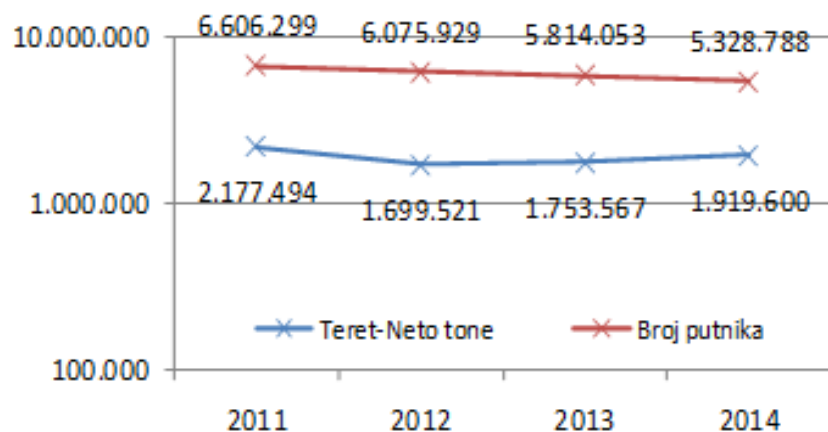
Dijagram 1: Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici DG-Savski Marof

Izvor: obrada autorice prema [51]



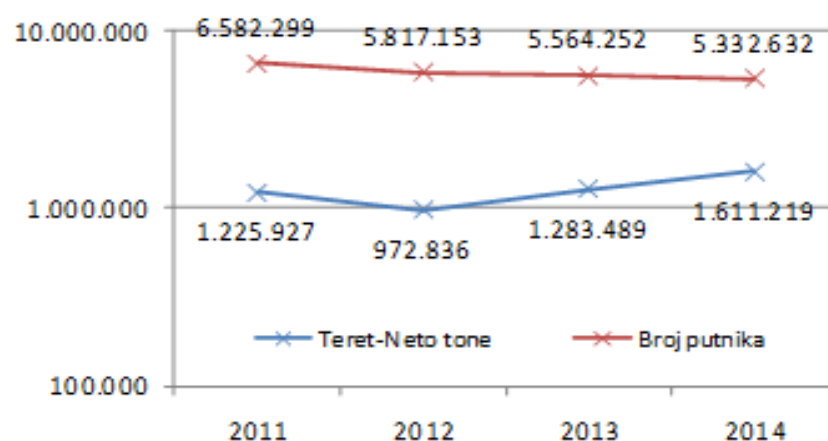
Dijagram 2: Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Savski Marof-Zaprešić

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 3. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zaprešić-Zagreb Zapadni kolodvor

Izvor: obrada autorice prema [51]



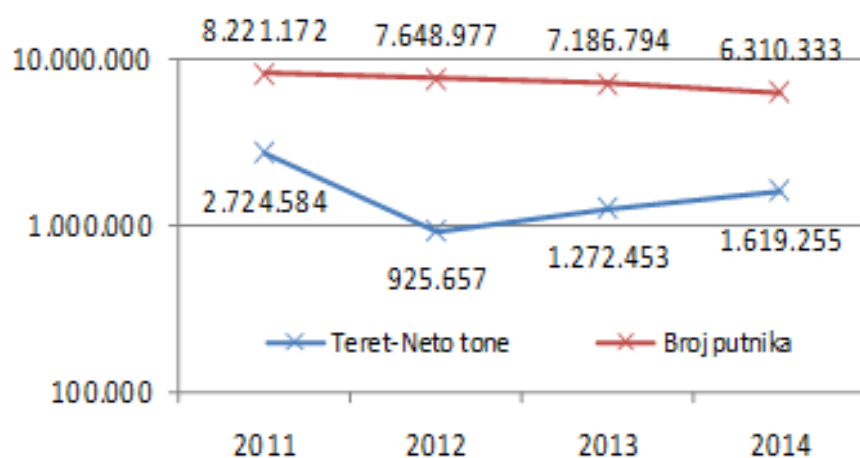
Dijagram 4. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zagreb Zapadni kolodvor-Zagreb Glavni kolodvor

Izvor: obrada autorice prema [51]

Pored teretnog i putničkog prometa na pruži prometuju i vlakovi za željezničke potrebe (službeni vlakovi). U promatranom razdoblju prosječan dnevni broj službenih vlakova na dionici DG – Savski Marof iznosio je pet vlakova, na dionici Savski Marof – Zaprešić šest, na dionici Zaprešić – Zagreb Zapadni kolodvor devet, a na dionici Zagreb Zapadni kolodvor – Zagreb Glavni kolodvor deset vlakova.

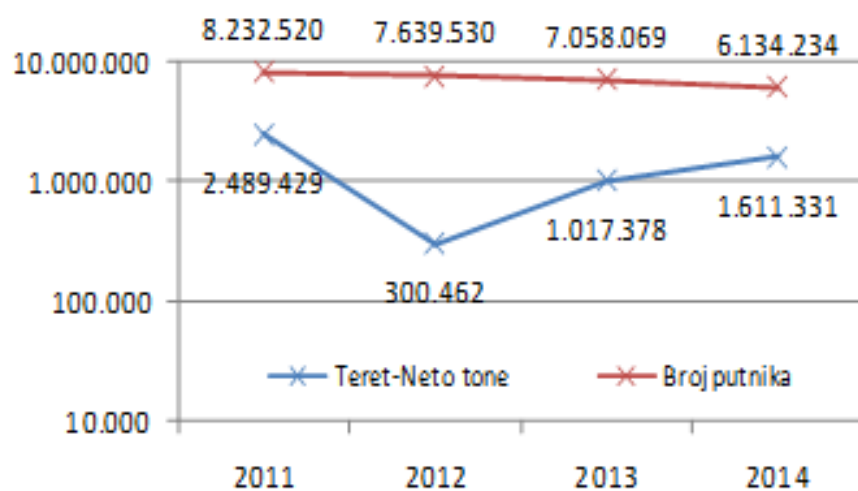
4.5.2. M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo

Na pruzi M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo odvija se intenzivan putnički promet u gradsko-prigradskom, lokalnom i daljinskom prijevozu putnika. Pruga pripada RH1 koridoru, ali nalazi se i na RH2 koridoru. Kao i kod pruge M101, na cijelom pravcu pruge u razdoblju od 2011. do 2014. g. primjetan je lagani pad putničkog prometa. U teretnom prometu na dionicama Zagreb Glavni kolodvor – Zagreb Borongaj (dijagram 5). i Zagreb Borongaj – Sesvete (dijagram 6) nakon znatnog pada 2012. g. uslijedio je lagani rast obujma prijevoza. Važno je napomenuti kako je pruga, odnosno dionica Zagreb Glavni kolodvor – Sesvete uglavnom namijenjena putničkom prometu dok se teretni promet vodi obilazno oko Zagreba. Od 2011. do 2014. g. teretni promet na dionici Sesvete – Dugo Selo (dijagram 7) oscilira i reda je veličine oko 4,7 milijuna neto tona. U putničkom prometu broj prevezenih putnika je za oko 20-25 % manji u 2014. g. u odnosu na 2011. g. Broj prevezenih putnika u 2014. g. na dionicama Zagreb Glavni kolodvor – Zagreb Borongaj i Zagreb Borongaj – Sesvete reda je veličine 6,3 milijuna, a na dionici Sesvete – Dugo Selo 5,8 milijuna.



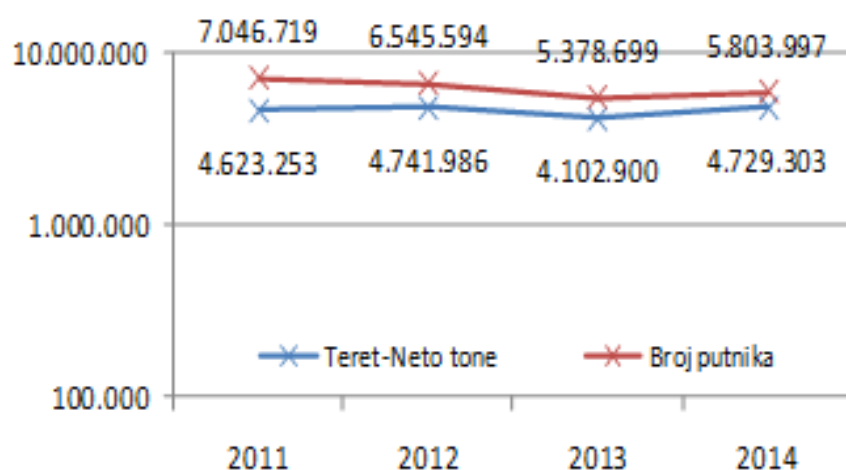
Dijagram 5. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zagreb Glavni kolodvor-Zagreb Borongaj

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 6. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zagreb Borongaj-Sesvete

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 7. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Sesvete-Dugo Selo

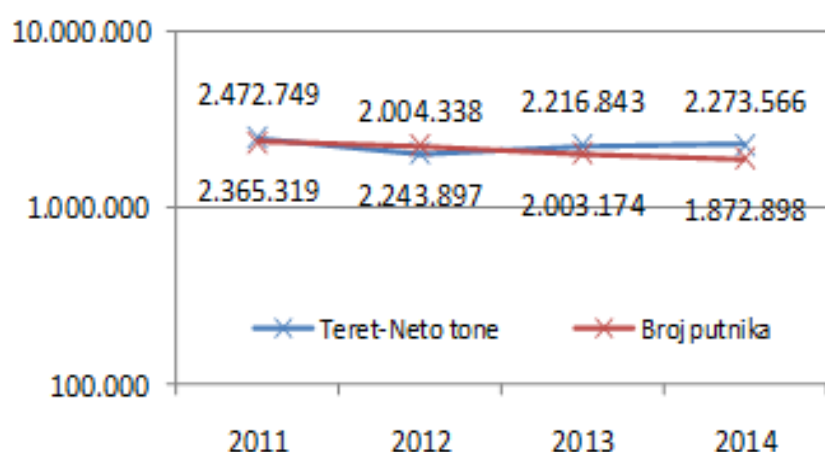
Izvor: obrada autorice prema [51]

Prosječan dnevni broj službenih vlakova u periodu 2011. – 2014. g. na dionici Zagreb Glavni Kolodvor – Zagreb Borongaj iznosio je sedam vlakova, na dionici Zagreb Borongaj – Sesvete četiri, a na dionici Zagreb Borongaj – Sesvete sedam vlakova.

4.5.3. M103 Dugo Selo – Novska

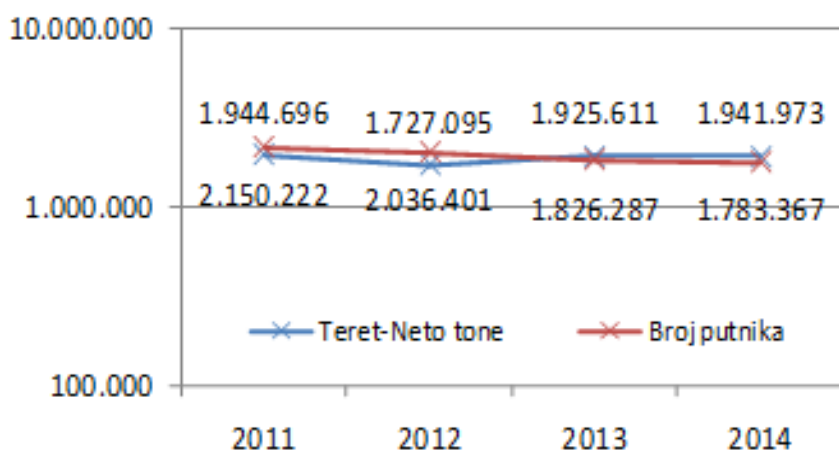
Na pruzi M103 Dugo Selo – Novska odvija se teretni promet te intenzivan lokalni i daljinski putnički promet. Kao i kod prethodnih, tako je i na ovoj pruzi primjetan lagani pad putničkog i teretnog prometa na cijelom pravcu pruge u razdoblju od 2011. do 2014. g. Na dionici Dugo

Selo – Kutina (dijagram 8) u 2014. g. prevezeno je 1,9 milijuna putnika što je oko 20 % manje u odnosu na 2011. g. Slično je i na preostale dvije dionice Kutina – Banova Jaruga (dijagram 9) i Banova Jaruga – Novska (dijagram 10) na kojima je 2014. g. prevezeno 1,8, odnosno 1,6 milijuna putnika. Prosječno u teretnom prometu, na dionici Dugo Selo – Kutina od 2011. do 2014. g., godišnje se preveze oko 2,2 milijuna neto tona što u odnosu na 2011. godinu (najveći obujam teretnog prijevoza) predstavlja pad od 9 %. Na preostale dvije dionice obujam prijevoza od 2011. do 2014. g. prosječno je iznosio 1,8 milijuna neto tona godišnje.



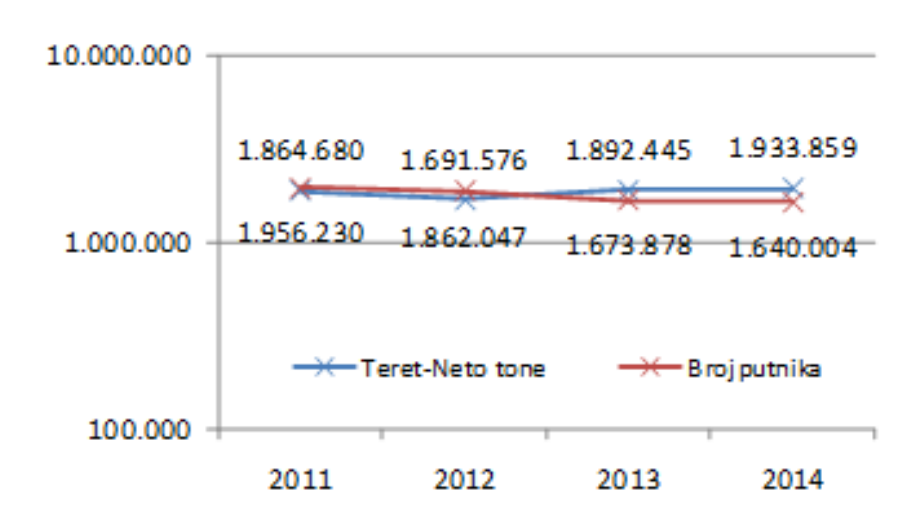
Dijagram 8. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Dugo Selo-Kutina

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 9. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Kutina – B. Jaruga

Izvor: obrada autorice prema [51]



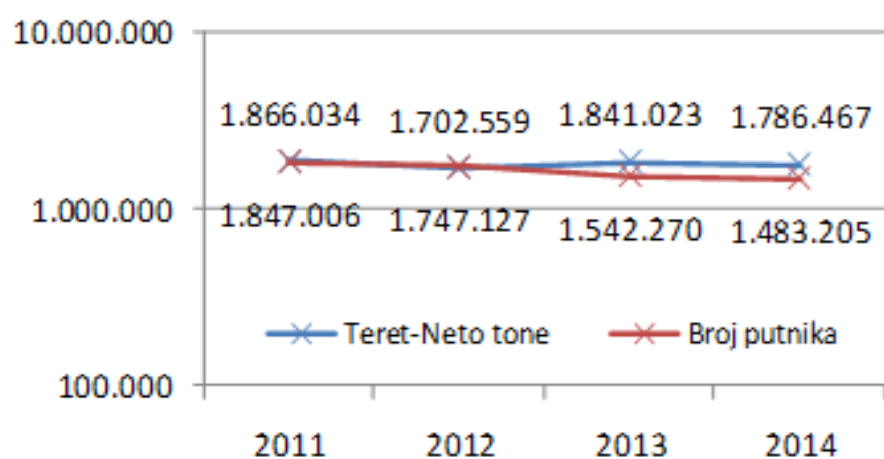
Dijagram 10. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici B. Jaruga – Novska

Izvor: obrada autorice prema [51]

Prosječan dnevni broj službenih vlakova u periodu 2011. – 2014. g. na dionici Dugo Selo – Kutina i Kutina – Banova Jaruga iznosio je četiri, a na dionici Banova Jaruga – Novska pet vlakova.

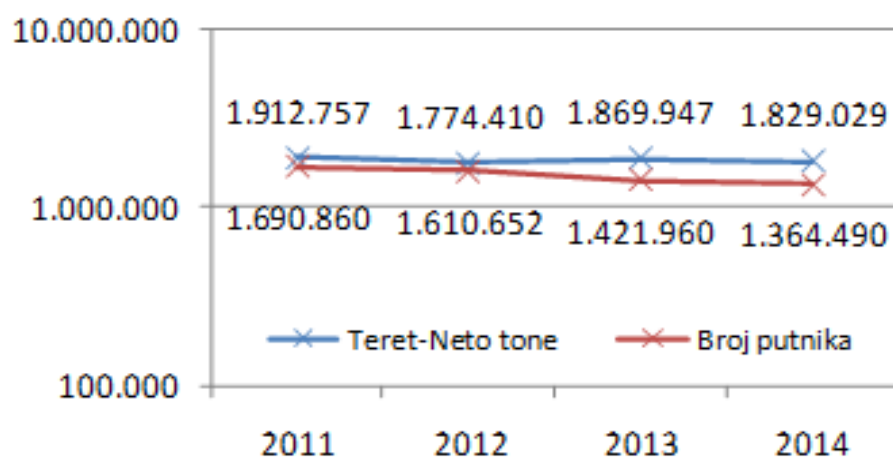
4.5.4. M104 Novska – Vinkovci – Tovarnik – Državna granica – (Šid)

Na cijelom pravcu u promatranom razdoblju od 2011. do 2014. g. broj prevezenih putnika ima tendenciju kontinuiranog pada po godinama, dok teretni promet uglavnom oscilira i prosječno je reda veličine 2,0 milijuna neto tona od Novske do Vinkovaca i 1,6 milijuna neto tona od Vinkovaca do Tovarnika i državne granice. U putničkom prometu na dionici Novska – Nova Kapela – Batrina (dijagram 11) u periodu 2011. – 2014. g. prevezeno je prosječno oko 1,65 milijuna putnika, a nastavno se po dionicama taj broj kontinuirano smanjuje. Na dionici Nova Kapela – Batrina – Slavonski Brod (dijagram 12) prevezeno je prosječno 1,52 milijuna putnika, na dionicama Slavonski Brod – Strizivojna – Vrpolje (dijagram 13), gdje postoji sjecište sa RH3 koridorom i Strizivojna – Vrpolje – Vinkovci (dijagram 14) od 1,47 do 1,5 milijuna, a od Vinkovaca do Tovarnika (dijagram 15) i državne granice (dijagram 16) od 150 do 320 tisuća putnika.



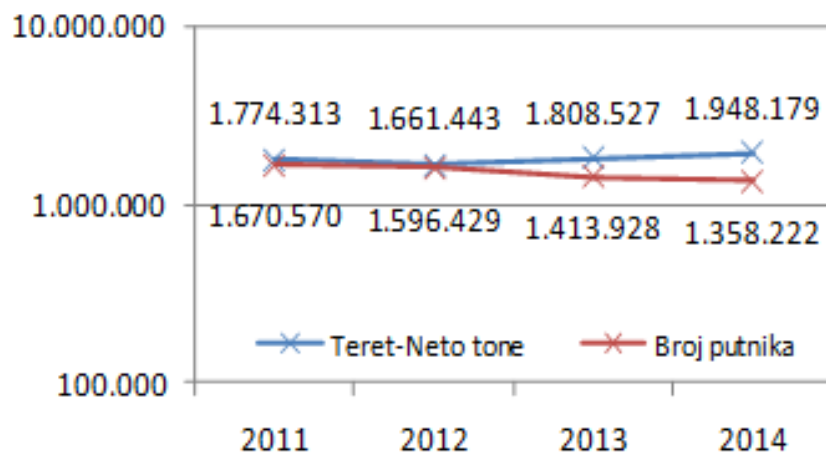
Dijagram 11. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Novska – N.Kapela – Batrina

Izvor: obrada autorice prema [51]



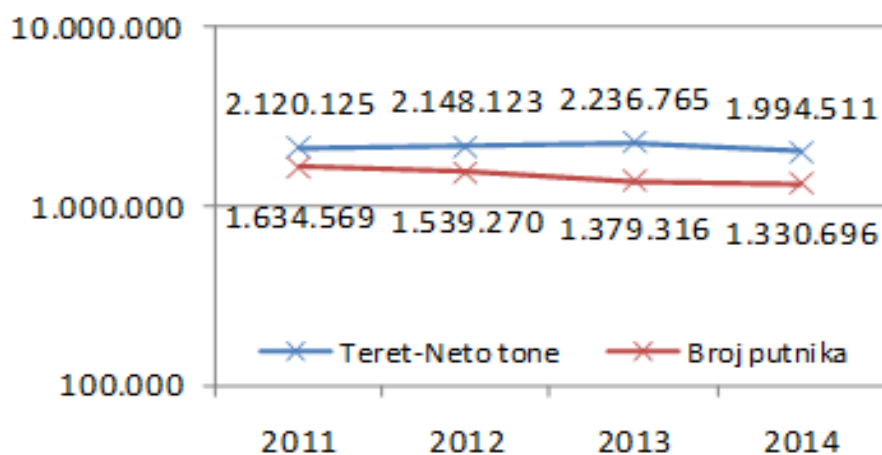
Dijagram 12. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici N.Kapela – Batrina – Slavonski Brod

Izvor: obrada autorice prema [51]



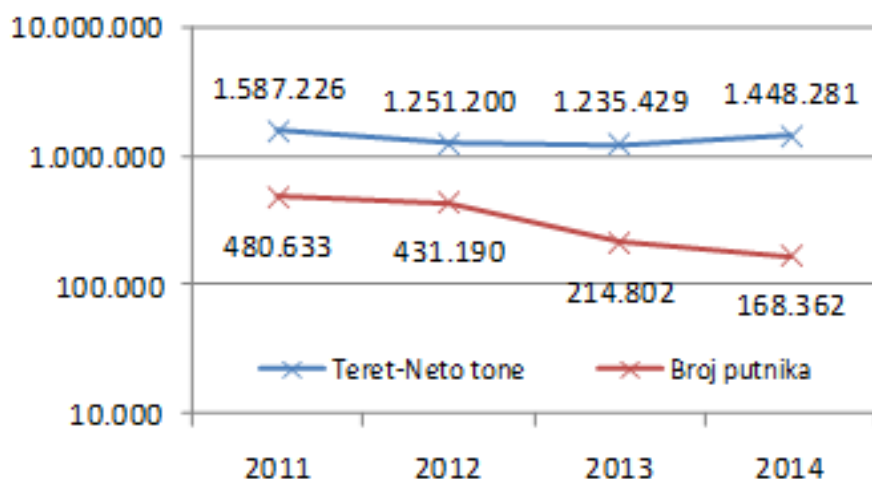
Dijagram 13. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Slavonski Brod – Strizivojna – Vrpolje

Izvor: obrada autorice prema [51]



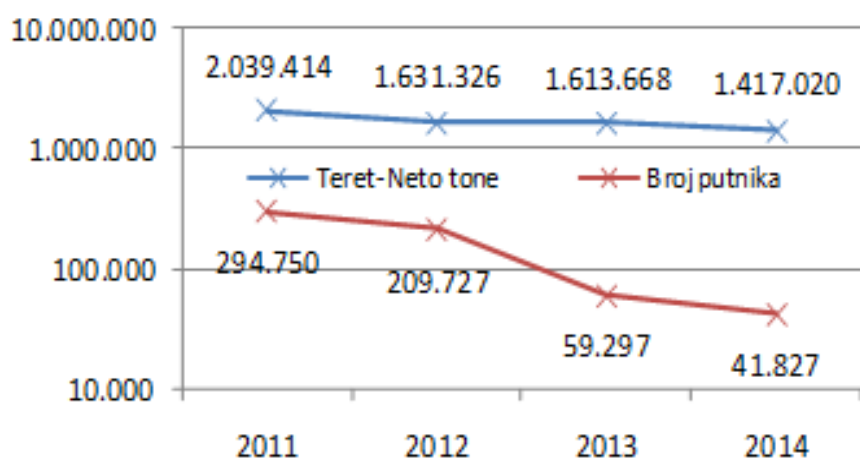
Dijagram 14. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Strizivojna – Vrpolje – Vinkovci

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 15. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Vinkovci – Tovarnik DG

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 16. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Tovarnik – DG

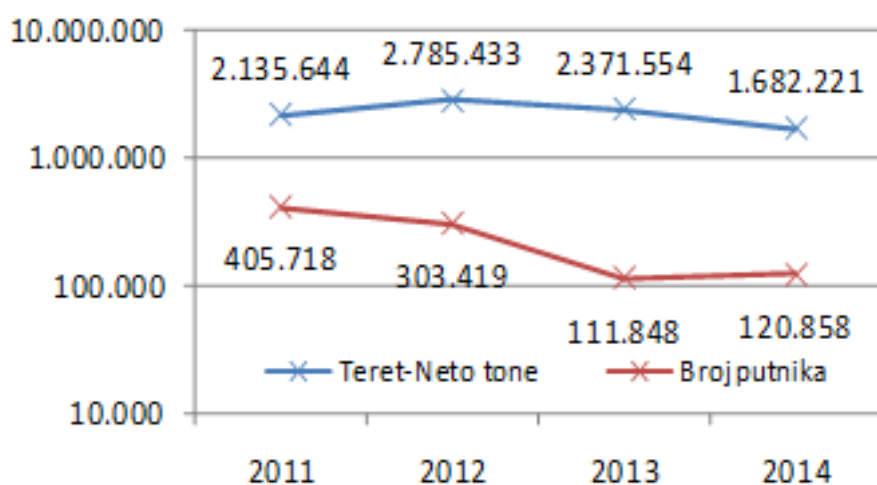
Izvor: obrada autorice prema [51]

Dnevni broj službenih vlakova u periodu 2011. – 2014. g. na cijelom prometnom pravcu od Novske do Tovarnika i državne granice iznosio je prosječno pet vlakova.

4.5.5. M201 (Gyekenyes) – Državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo

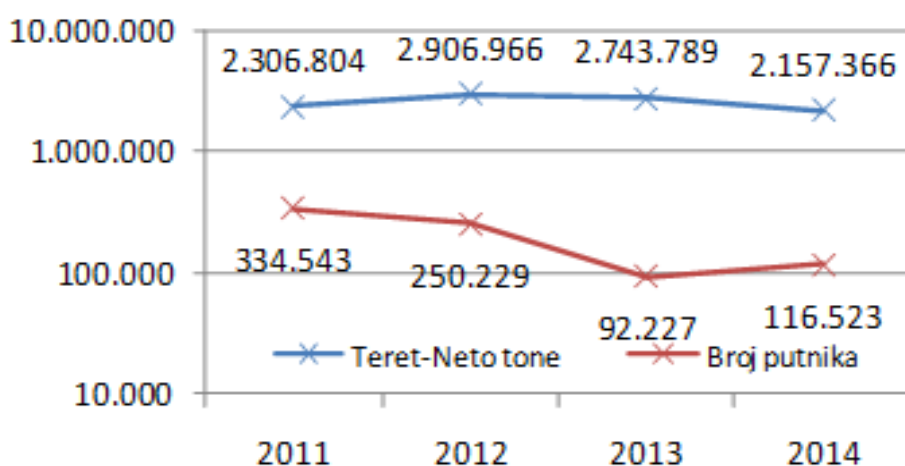
Na pruzi M201 (Gyekenyes) – državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo (dijagram 17) odvija se teretni te regionalni i daljinski putnički promet. Vrlo intenzivan lokalni prijevoz putnika odvija se na dionicama Dugo Selo – Križevci i Križevci – Koprivnica. Dionice povezuju

gradove i naselja koja gravitiraju Gradu Zagrebu uključujući i bjelovarsko područje koje se preko lokalne pruge spaja s Križevcima. U putničkom prometu i dalje je primjetan trend pada broja prevezenih putnika. Izraženiji pad broja prevezenih putnika od oko tri puta zabilježen je na dionici Koprivnica – Botovo (dijagram 18) i Botovo – državna granica. U promatranom razdoblju 2011. – 2014. g. zabilježen je lagani pad broja prevezenih putnika 5 - 8 % na dionici Križevci – Koprivnica (dijagram 19) s 1,36 milijuna i na dionici Dugo Selo – Križevci (dijagram 20) s prosječno prevezenih 1,6 milijuna putnika. Na cijelom pravcu teretni promet uglavnom stagnira uz manje oscilacije i prosječno je reda veličine 2,5 milijuna tona.



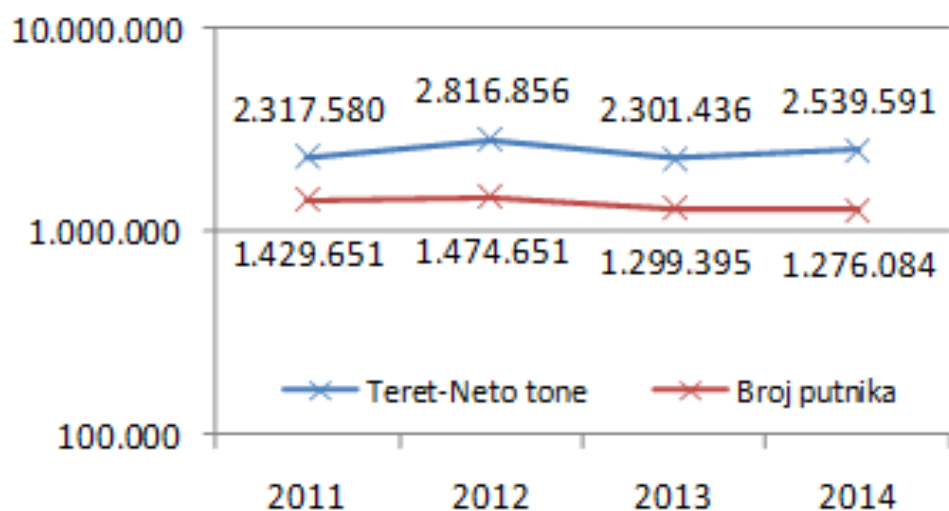
Dijagram 17. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici DG – Botovo

Izvor: obrada autorice prema [51]



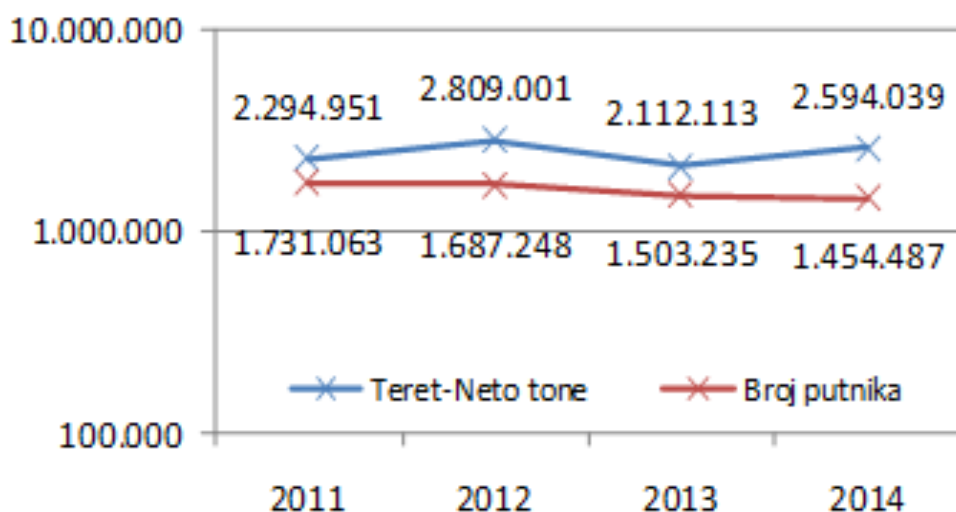
Dijagram 18. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Botovo – Koprivnica

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 19. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Koprivnica – Križevci

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 20. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Križevci – Dugo Selo

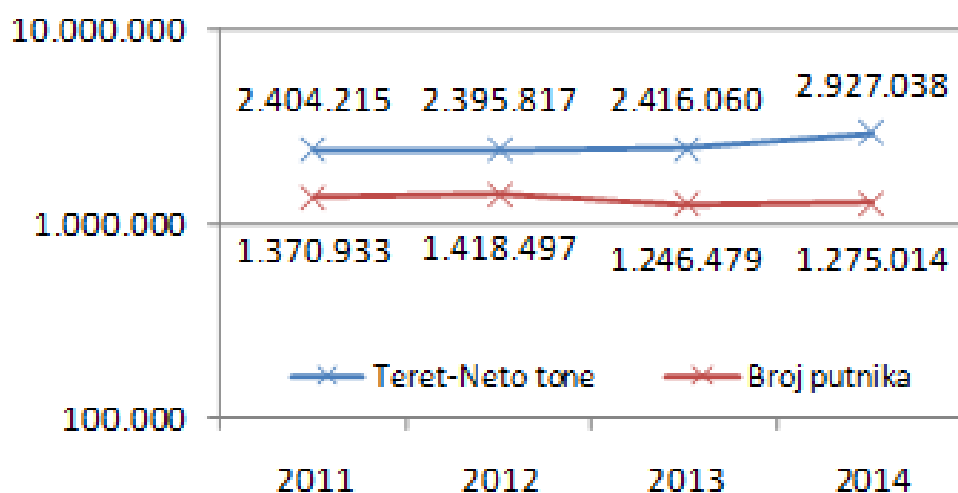
Izvor: obrada autorice prema [51]

Dnevni broj službenih vlakova u periodu 2011. – 2014. g. na cijelom prometnom pravcu od Dugog Sela do Botova i državne granice iznosio je prosječno pet vlakova.

4.5.6. M202 Zagreb Glavni kolodvor – Rijeka

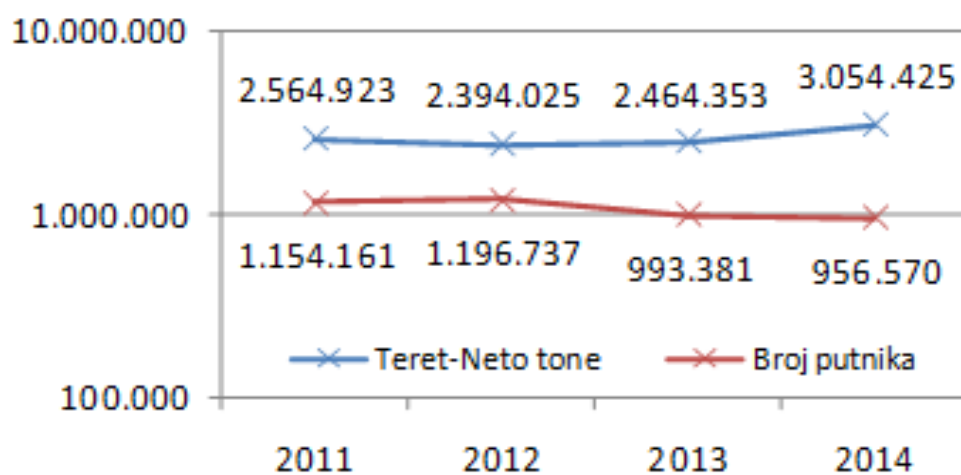
Na pruzi M202 Zagreb Glavni kolodvor – Rijeka odvija se teretni te daljinski i lokalni promet putnika. Na cijelom pravcu u promatranom razdoblju od 2011. do 2014. g. i dalje je primjetan

lagani pad broja prevezenih putnika, dok je u teretnom prometu zabilježen lagani rast. Najintenzivniji putnički promet odvija se na području čvora Zagreba pa sve do grada Karlovca, a u periodu 2011. – 2014. g. prosječni broj prevezenih putnika je reda veličine 1,33 milijuna (dijagram 21). Nastavno, dionica Karlovac – Oštarije (dijagram 22) je i tranzitna dionica za putnike koji putuju u smjeru Knina i Splita, a kolodvor Oštarije (dijagram 23) je odvojni kolodvor za „Ličku prugu“ M604. Dionicom je u periodu 2011. – 2014. g. prosječno putovalo oko milijun putnika. Nadalje, od Oštarija do Moravica (dijagram 24) broj prevezenih putnika iznosio je prosječno 0,78 milijuna, a od Moravica (dijagram 25) pa sve do Rijeke oko 0,5 milijuna. Na cijeloj dionici obujam teretnog prijevoza stagnira u razdoblju od 2011. do 2013. g. da bi u 2014. g. zabilježio rast od oko 20 % od Zagreba pa sve do Škrljeva (dijagram 26). Na dionici Škrljevo – Sušak-Pecine zadržao se na istoj razini dok jedino na dionici Sušak-Pecine-Rijeka (dijagram 27) bilježi pad od 20 % u odnosu na 2013. g. Obujam teretnog prijevoza je reda veličine 2,5 – 3 milijuna neto tona na dionici Zagreb – Ogulin, od 2,2 do 2,3 milijuna na dionici Ogulin – Škrljevo i oko 1 milijun neto tona na dionici Škrljevo – Rijeka (dijagram 28).

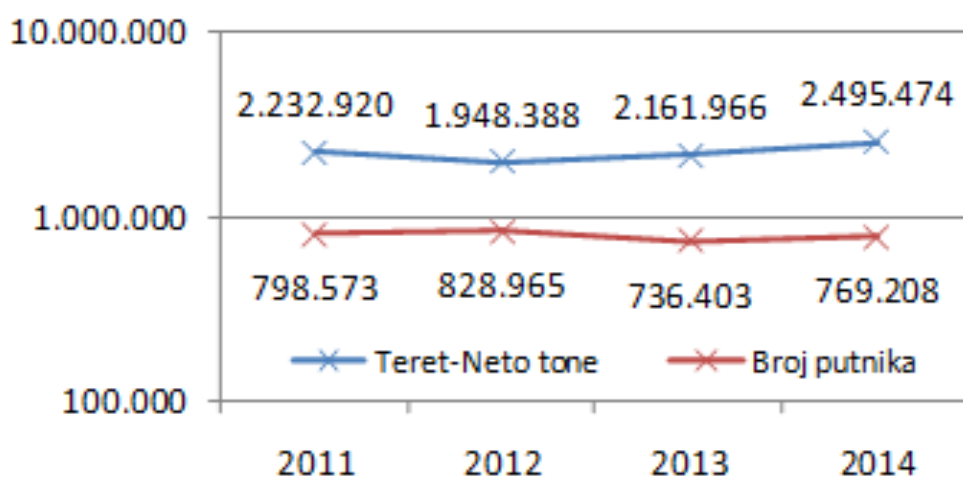


Dijagram 21. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zagreb Gk – Trešnjevka (R) rsp. – Delta – Karlovac

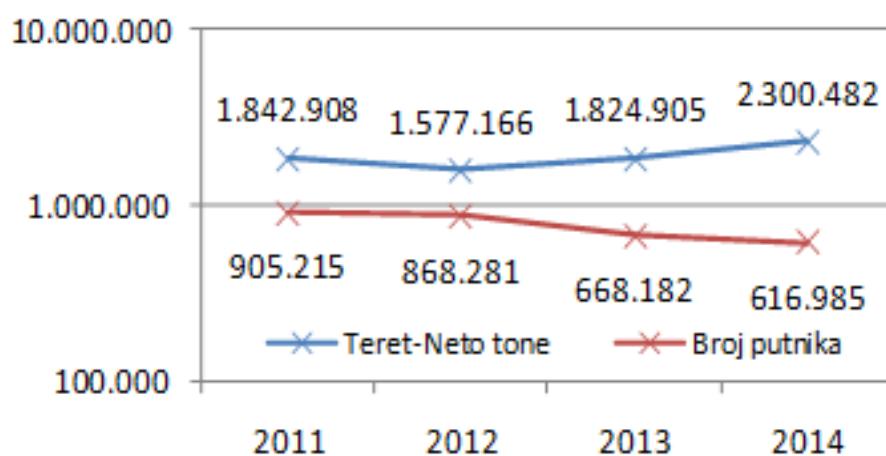
Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 22. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Karlovac – Oštarije
Izvor: obrada autorice prema [51]

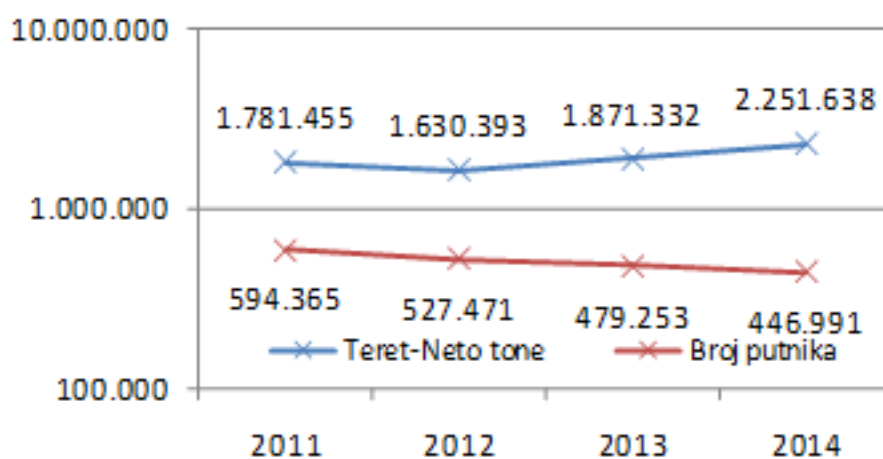


Dijagram 23. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Oštarije – Ogulin
Izvor: obrada autorice prema [51]



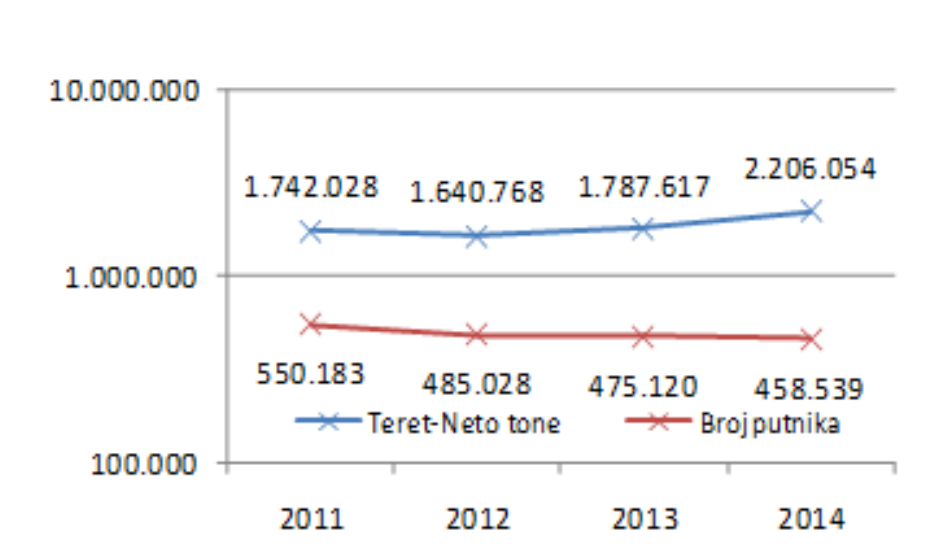
Dijagram 24. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Ogulin-Moravice

Izvor: obrada autorice prema [51]



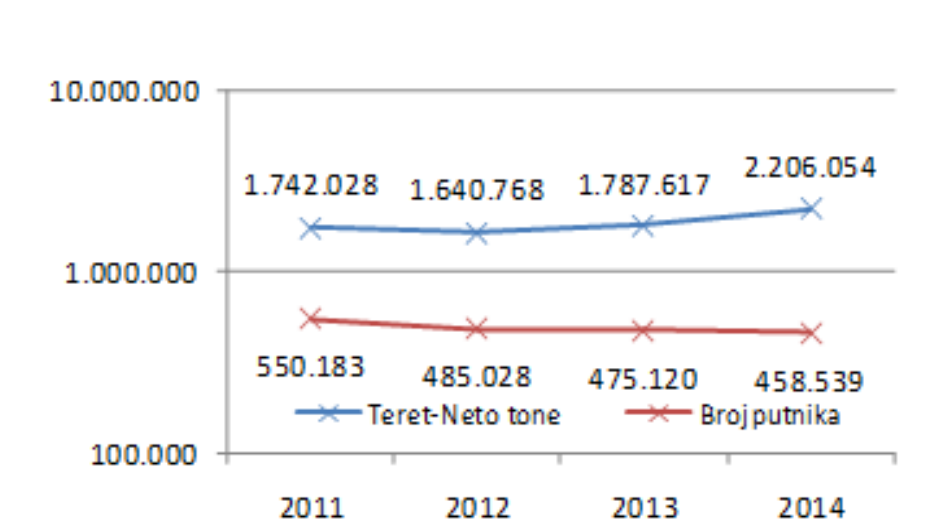
Dijagram 25. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Moravice-Lokve

Izvor: obrada autorice prema [51]



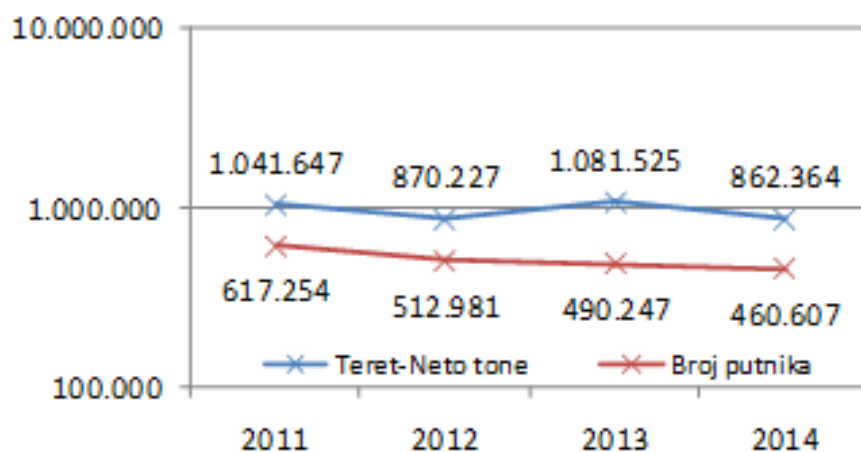
Dijagram 26. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Lokve- Škrljevo

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 27. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Škrljevo-Sušak Pećine

Izvor: obrada autorice prema [51]



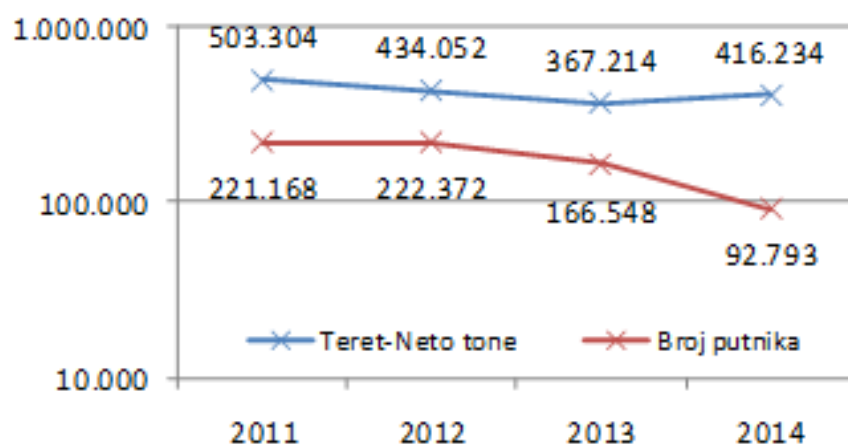
Dijagram 28. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Sušak Pećine-Rijeka

Izvor: obrada autorice prema [51]

U promatranom razdoblju prosječan dnevni broj službenih vlakova od Zagreba do Škrljeva iznosio je pet, a od Škrljeva do Rijeke deset vlakova.

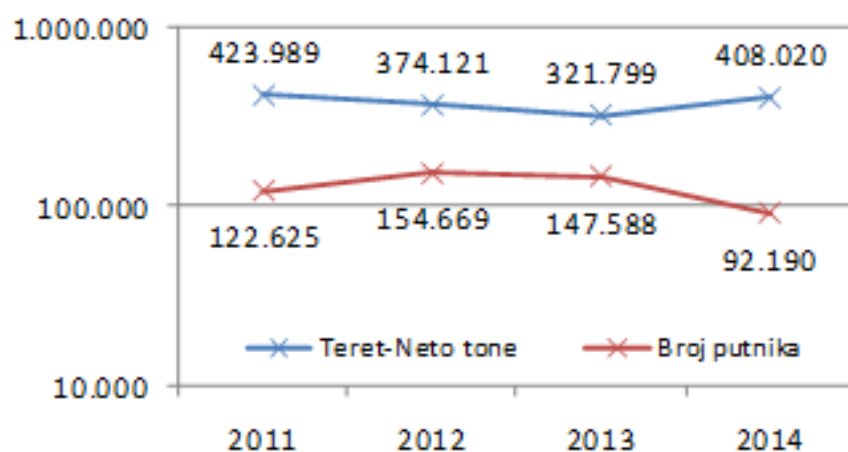
4.5.7. M203 Rijeka – Šapjane – državna granica – (Ilirska Bistrica)

Na pruzi M203 Rijeka – Šapjane – državna granica – (Ilirska Bistrica) odvija se teretni te daljinski promet putnika u smjeru Slovenije i lokalni do Jurdana. Na cijelom pravcu pruge u promatranom razdoblju primjetan je pad putničkog i teretnog prometa. U putničkom prometu na dionici Rijeka – Šapjane (dijagram 29) nakon 2012. g. i prevezenih oko 220 tisuća putnika uslijedio je pad od 25 % na 166 tisuća u 2013. g., a 2014. g. je prevezeno oko 92 tisuće putnika što je pad od 45 % u odnosu na 2013. g. Slična situacija je i na preostaloj dionici (dijagram 30). Obujam teretnog prijevoza prosječno je reda veličine 0,4 milijuna neto tona.



Dijagram 29. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Rijeka – Šapjane

Izvor: obrada autorice prema [51]



Dijagram 30. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Šapjane – DG

Izvor: obrada autorice prema [51]

Prosječan dnevni broj službenih vlakova u periodu 2011. – 2014. g. na dionici Rijeka – Šapjane iznosio je pet vlakova.

4.6. Prognoza prometa na modelu i procjena rasta

Prometno planiranje je disciplina koja je nastala sa svrhom analize postojeće prometne problematike, predviđanja zahtjeva budućnosti i definiranja razvoja prometnog sustava koji će osigurati racionalan i kvalitetan transport ljudi, roba i informacija. Sukladno tome, nastavno je dana prognoza prometa na modelu. Modelom su obuhvaćene pruge koje čine RH1 i RH2

koridore. Budući da se ovim modelom obuhvatila mreža pruga kojima upravlja HŽ Infrastruktura, za pojedine dionice željezničke pruge ili cijele željezničke pruge već su izrađene prognoze željezničkog prometa te će se iste u ovom radu prikazati bez promjena. Razlog navedenom je što su iste prihvatili investitori i podloge su za izradu projektne dokumentacije za sufinanciranje iz fondova EU-a, a prema nekima od njih su potpisani Ugovori o dodjeli bespovratnih sredstava. Na taj način su one postale vjerodostojne i prihvaćene.

Metodologija izrade prognoze prometa u literaturi se daje na različite načine. Nastavno u tekstu je opisana autoričina metoda koja je razvijena na temelju dostupne literature i primjera dobre prakse. Metodologija prognoze prometa se bazira na tri osnovna koraka:

1. Analiza trenutnog prometa koja se dijeli u dva segmenta, odnosno analizu putničkog i analizu teretnog prometa,
2. Postavljanje pretpostavki za prognozu prometa. Pretpostavke se postavljaju za socio-ekonomske trendove i za putnički i teretni trend razvoja,
3. Daje se prognoza prometa za putnički i za teretni promet.

4.6.1. Faktori o kojima ovisi prognoza prometa

4.6.1.1. Stanovništvo

Stanovništvo je najvažniji čimbenik koji utječe na veličinu budućeg putovanja. Zbog toga je procjena razvoja stanovništva vrlo bitna za prognozu potražnje prometnih usluga. Posebno značajni podaci odnose se na porast stanovništva, veličinu radnog kontingenta i dnevnih migracija.

Državni zavod za statistiku provodi redovan popis stanovništva, kućanstava i stanova u Republici Hrvatskoj u uobičajenom desetogodišnjem ciklusu koji se provodi u skladu s preporukama Ujedinjenih naroda.

4.6.1.2. Bruto domaći proizvod

Poznato je kako je pod utjecajem svjetske krize Republika Hrvatska u recesiji od 2009. g., odnosno bruto domaći proizvod je u padu, i to u 2009. g. -6,9 %, u 2010. g. -2,3 %, u 2011. g. -0,2 %, u 2012. g. -2,2 % i u 2013. g. -0,9 %. U 2014. g. očekuje se stagnacija ili manji pad, a od 2015. g. pa nadalje rast od 1,0 % do 4 % i više [52].

Slične tendencije kao u Republici Hrvatskoj, ali s nešto većim stopama gospodarskog, odnosno porasta bruto domaćeg proizvoda za očekivati je i u županijama gravitacijskog područja navedenih pruga.

4.6.1.3. Luke

U lukama se formiraju pomorski/riječni robni tokovi. Intenzitet i količina pomorskih robnih tokova danas su postali mjerilom učinkovitosti i korisnosti prometa, uključenosti u međunarodnu podjelu rada i stupnja gospodarske razvijenosti države.

Budući da se više od 65 % ukupnoga međunarodnog robnog prometa odvija pomorskim putem, intenzitet, smjerovi, struktura i dinamika kretanja pomorskih robnih tokova relevantni su pokazatelji koncentracije svjetskog prometa koji upućuju na značaj i pozicioniranost svjetskih središta proizvodnje i potrošnje, tj. središta gospodarskoga razvoja. Zbog toga vrijednost rezultata dobivenih analizom spomenutih pokazatelja o stanju pomorskih robnih tokova kroz luke, pokazuje i svrhovitost njihova praćenja.

4.6.2. Obujam i analiza prijevoza putnika i tereta na željezničkim prugama HŽ Infrastrukture

U pogledu praćenja ostvarenog prometa na mreži pruga HŽ Infrastrukture d.o.o. pojedine pruge podijeljene su na statističke dionice kako bi se dobio što kvalitetniji prikaz efekata rada za svaki dio željezničke mreže. Željeznička mreža je podijeljena na 142 dionice, a praćenje ostvarenog prometa se obavlja putem informacijskog sustava transporta „IST“.

U nastavku je data izrađena prognoza prometa po prugama koje čine koridor RH1 i RH2. Prognoza prometa na željezničkoj pruzi M101 DG – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor prema prognozama putničkog i teretnog prometa (tablice 17, 18 i 19):

Tablica 17. Prognoza gradskog putničkog prometa na relaciji Zaprešić - Podsused Tvornica

Godina	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Gradski promet	106	133	160	183	201	221
Prigradski i regionalni promet	36	40	43	45	47	48
Međunarodni promet	15	18	21	24	27	29
Ukupno	157	191	224	252	275	298

Izvor: obrada autorice prema [53]

Tablica 18. Prognoza gradskog putničkog prometa na relaciji Podsused Tvornica – Zagreb Gk

Godina	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Gradski promet	163	191	219	243	263	284
Prigradski i regionalni promet	36	40	43	45	47	48
Međunarodni promet	15	18	21	24	27	29
Ukupno	214	249	283	312	337	361

Izvor: obrada autorice prema [53]

Tablica 19. Prognoza teretnog prometa na relaciji Savski Marof-Zaprešić – Zagreb Gk

Dionica	Godina					
	2025.	2030.	2025.	2040.	2045.	2050.
Savski Marof-Zaprešić	21	26	32	36	40	42
Zaprešić-Zagreb ZK	24	30	36	41	44	46

Izvor: obrada autorice prema [53]

Prognoza prometa na željezničkoj pruzi M102 Zagreb Glavni Kolodvor – Dugo Selo prema prognozama putničkog i teretnog prometa (tablice 20 i 21):

Tablica 20. Prognoza gradskog putničkog prometa na relaciji Zagreb GK – Dugo Selo

Godina	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Gradski promet	92	115	138	159	174	192
Prigradski i regionalni promet	68	86	105	118	130	144
Unutarnji daljinski promet	35	41	47	51	54	60
Međunarodni promet	13,51	16,83	20,08	23,56	26,79	30,19
Ukupno	209	259	310	352	385	426

Izvor: obrada autorice prema [53]

Tablica 21. Prognoza teretnog prometa na relaciji Dugo Selo – Sesvete – Sava

Godina	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.
Neto tone [10 ³]	10.990	14.707	18.770	22.836	26.473	29.229
Bruto tone [10 ³]	21.979	29.413	37.539	45.672	52.947	58.457
Mase vlakova [t]	1.218	1.275	1.331	1.387	1.444	1.500
Vlakovi [10 ³]	18,04	23,08	28,21	32,92	36,68	38,97
Dnevni broj vlakova	61	77	95	110	123	130

Izvor: obrada autorice prema [53]

Prognoza prometa na željezničkoj pruzi M103 Dugo Selo – Novska prema prognozama putničkog i teretnog prometa (tablice 22 i 23):

Tablica 22. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički prijevoz na M103

Godina	Broj putnika	Potrebni broj vlakova
2015.	2.262.986	18
2020.	2.468.365	19
2025.	2.692.384	21
2030.	2.936.734	23
2035.	3.079.180	24
2040.	3.196.807	25
2045.	3.318.927	26

Izvor: obrada autorice prema [54]

Tablica 23. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za teretni prijevoz na M103

Godina	Količina tereta [t]	Potrebni broj vlakova
2015.	1.952.557	5
2020.	2.269.291	6
2025.	2.624.657	7
2030.	3.050.416	8
2035.	3.528.104	9
2040.	4.080.598	10
2045.	4.719.611	12

Izvor: obrada autorice prema [54]

Prognoza prometa na željezničkoj pruzi M104 Novska – Vinkovci – Tovarnik – DG prema prognozama putničkog i teretnog prometa (tablice 24 i 25):

Tablica 24. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički prijevoz na M104

Godina	Broj putnika	Potrebni broj vlakova
2014.	2.335.000	26
2020.	2.522.000	34
2025.	2.648.000	35
2030.	3.045.000	41
2035.	3.197.000	43
2040.	3.357.000	45
2045.	3.525.000	47

Izvor: obrada autorice

Tablica 25. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za teretni prijevoz na M104

Godina	Količina tereta (t)	Potrebni broj vlakova
2014.	2.918.000	12
2020.	3.064.000	14
2025.	3.217..000	14
2030.	3.700.000	16
2035.	4.254.000	19
2040.	4.893.000	22
2045.	5.137.000	23

Izvor: obrada autorice

Prognoza prometa na željezničkoj pruzi M201 DG – Botovo –Dugo Selo prema prognozama putničkog i teretnog prometa (tablice 26 i 27):

Tablica 26. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički prijevoz na M201

Godina	Broj putnika	Potrebni broj vlakova
2015.	1.400.000	11
2020.	2.600.000	20
2025.	2.900.000	23
2030.	3.100.000	24
2035.	3.600.000	28
2040.	4.100.000	32
2045.	4.400.000	34

Izvor: obrada autorice prema [55]

Tablica 27. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za teretni prijevoz na M201

Godina	Količina tereta [t]	Potrebni broj vlakova
2015.	3.900.000	8
2020.	6.200.000	12
2025.	7.800.000	15
2030.	8.600.000	16
2035.	13.300.000	25
2040.	14.400.000	27
2045.	14.800.000	27

Izvor: obrada autorice prema [55]

Prognoza prometa na željezničkoj pruzi M202 Zagreb – Karlovac – Rijeka prema prognozama putničkog i teretnog prometa dana je po dionicama (tablice 28, 29, 30, 31, 32 i 33):

- Dionica Hrvatski Leskovac – Karlovac

Tablica 28. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Godina	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.
Putnički	50	58	62	66	72	78
Teretni	37	40	52	62	73	84

Izvor: obrada autorice prema [56]

- Dionica Ogulin – Delnice – Ogulin

Tablica 29. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Godina	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.
Putnički	18	26	30	32	34	36
Teretni	32	46	52	58	58	58

Izvor: obrada autorice prema [57]

- Dionica Delnice – Zlobin – Delnice

Tablica 30. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Godina	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.
Putnički	22	32	36	40	42	46
Teretni	32	46	52	58	58	58

Izvor: obrada autorice prema [57]

- Dionica Zlobin – Škrljevo – Zlobin

Tablica 31. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Godina	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.
Putnički	22	32	36	40	42	46
Teretni	60	90	100	110	112	114

Izvor: obrada autorice prema [57]

- Dionica Škrljevo – Sušak Pećine – Škrljevo

Tablica 32. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Godina	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.
Putnički	78	122	136	142	146	152
Teretni	46	70	82	84	86	86

Izvor: obrada autorice prema [57]

- Dionica Sušak Pećine – Rijeka - Sušak Pećine

Tablica 33. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Godina	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.
Putnički	78	122	136	142	146	152
Teretni	30	48	54	56	58	58

Izvor: obrada autorice prema [57]

Izračun kapaciteta željezničke pruge M203 Rijeka – Šapjane – DG prema prognozama putničkog i teretnog prometa (tablica 34):

Tablica 34. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz na M203

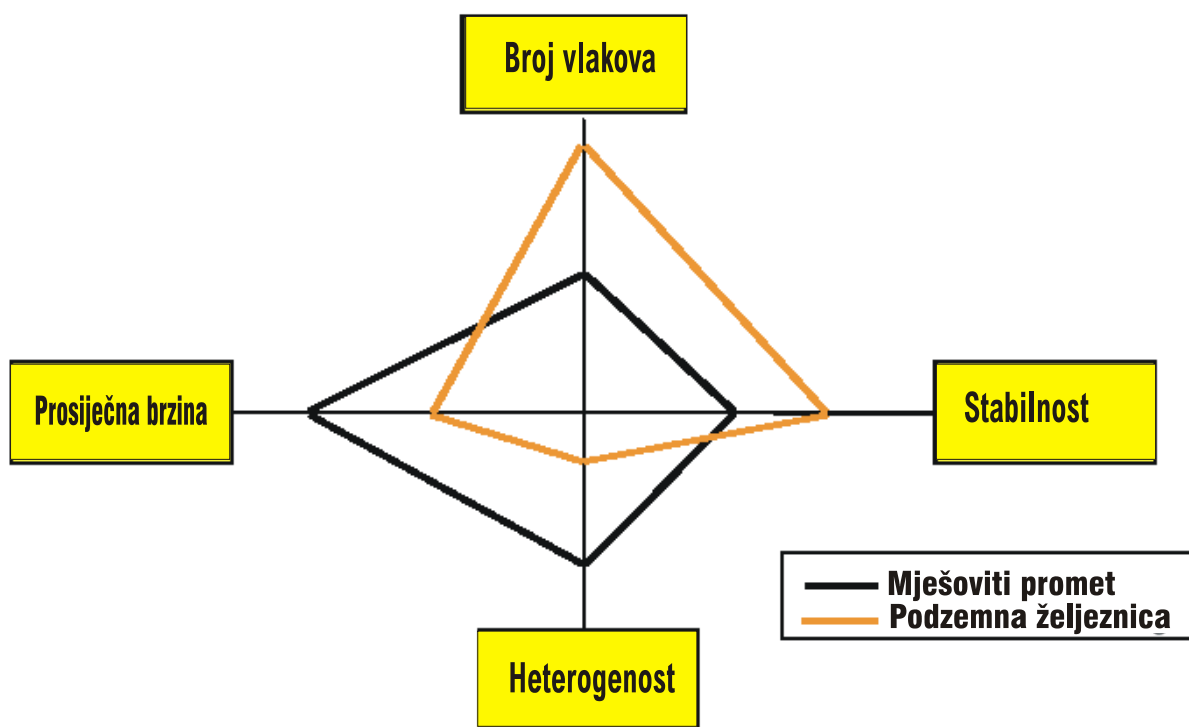
Godina	2020.	2025.	2030.	2035.	2040.	2045.
Putnički	56	90	100	102	104	106
Teretni	12	16	20	20	22	22

Izvor: obrada autorice prema [57]

4.7. Izračun raspoloživih kapaciteta pruge

4.7.1. Kapacitet pruge

Kapacitet željezničke infrastrukture izračunava se na temelju broja vlakova, stabilnosti voznog reda, postignutoj prosječnoj brzini te heterogenosti sustava, te se kao takav naziva bilanca kapaciteta (slika 7).



Slika 7. Metoda UIC E406, Bilanca kapaciteta

Izvor: [58]

Iz slike 7 se može uvidjeti da, iako su prosječna brzina i heterogenost visoke, nije moguće ostvariti veliki broj vlakova s visokom stabilnošću. Da bi se ostvario što veći broj vlakova i stabilnost na određenoj dionici željezničke pruge prosječna brzina vlaka i heterogenost trebala bi biti manja.

Za potrebe daljnje analize kapaciteta, u ovom radu je korištena metoda UIC 406. Metoda UIC E406 koristi se za mjerenje potrošnje kapaciteta aktualnih, odnosno budućih voznih redova, omogućavajući upraviteljima infrastrukture provedbu izračuna kapaciteta pomoću međunarodno usklađenih zajedničkih definicija, kriterija i metoda za pruge/čvorišta i koridore [58]. One se temelje na različitim kriterijima kao što su npr. kvaliteta transporta (zahtjevi tržišta ili zahtjevi poduzeća), kvaliteta voznog reda (zahtjevi izrađivača voznog reda) kao i na efikasnom, ekonomičnom korištenju infrastrukture (zahtjevi upravitelja infrastrukture).

Prema UIC E406 [58] pod kapacitetom željezničke pruge podrazumijeva se:

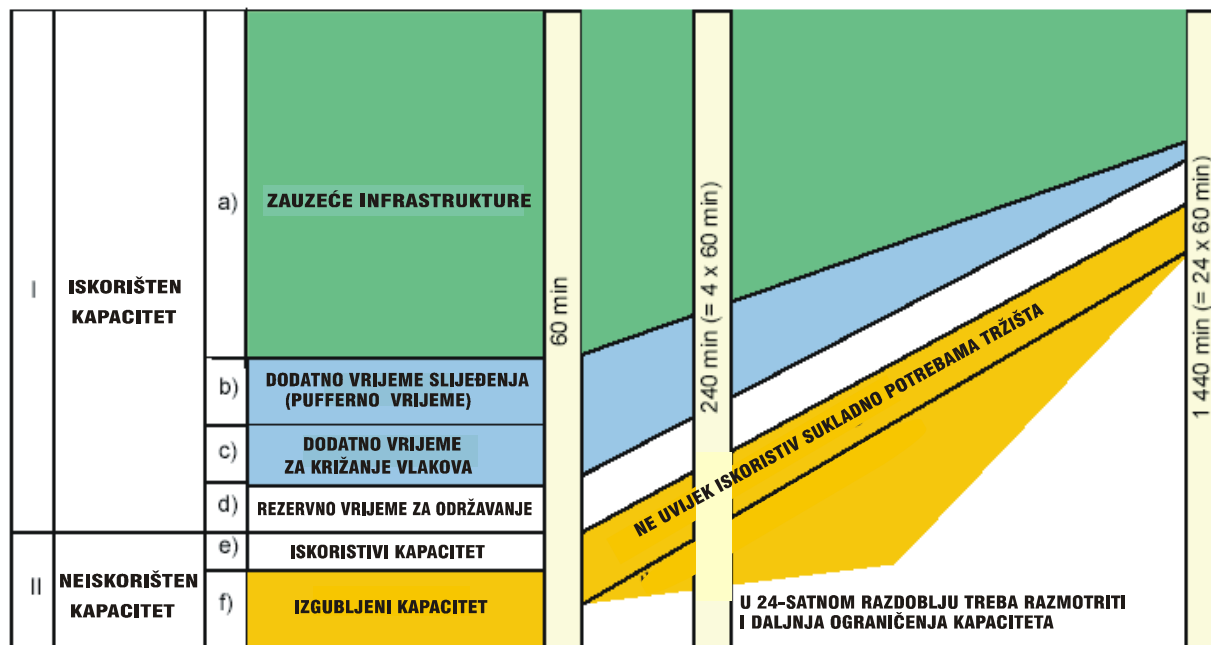
- ukupan broj mogućih trasa vlaka u jednom definiranom vremenskom okviru uzevši u obzir tadašnje miješanje trasa tzv. poznatih razvoja i vlastite hipoteze infrastrukturnog poduzeća,
- u čvorištima, na pojedinim prugama ili jednom dijelu mreže,
- s tržišno orijentiranom kvalitetom.

Prilikom izračuna kapacitet treba analizirati unutar jedne dionice na način da se trase voznog reda komprimiraju u jednom prethodnom definiranom vremenskom razdoblju. U većini slučajeva to je jedan dan, odnosno 24 sata. A budući da se kapacitet izračunava na ograničavajućoj dionici, sam rezultat ne utječe na rezultate dobivene na susjednim dionicama.

Kapacitet na jednoj zadanoj infrastrukturi bazira se na uzajamnim ovisnostima:

- broj vlakova (prema vremenskom intervalu, npr. vlakova po satu) – ako intenzitet vlakova raste, ostaje manje kapaciteta za kvalitetu, koji je izražen u sljedećim opisanim parametrima,
- prosječna brzina – put kočenja raste nerazmjerno s prosječnom brzinom,
- stabilnost – voznom vremenu vlakova i između trasa vlaka moraju se dodati međuprostori i dodatna vremena kako bi se osiguralo da se mala kašnjenja smanjuju umjesto povećavaju i da se time prenose (veća) kašnjenja na druge vlakove,
- heterogenost – što su veće razlike u voznim vremenima između različitih tipova vlakova na istoj pruzi, tim je veći potrošak kapaciteta istog broja vlakova.

Potrošnja kapaciteta se mjeri kroz zauzeće infrastrukture u jednom definiranom vremenskom periodu, kojem se dodaju vremenske rezerve za stabilizaciju voznog reda i gdje je potrebno, vrijeme održavanja (slika 8).



Slika 8. Analiza potroška kapaciteta
Izvor: [58]

Izračun propusne moći pruge prema UIC E406 [58]:

$$k = A + B + C + D \quad (3)$$

gdje je:

- k ukupno vrijeme potroška [min],
- A zauzeće infrastrukture [min],
- B dodatno (puferno) vrijeme [min],
- C rezerva za jednokolosiječne pruge [min],
- D rezerve za održavanje [min].

$$K = \frac{k \cdot 100}{U} \quad (4)$$

- K potrošak kapaciteta, iskoristivost kapaciteta [%], (vidi detaljnije tablicu 35),
- U odabrani vremenski prozor [min].

Tablica 35. Predloženi postoci zauzeća propusnosti pruge

Vrsta pruge	Vršni sati (%)	Dnevno razdoblje (%)
Pruge za prigradski putnički prijevoz	85	70
Pruga za velike brzine	70	60
Pruga za mješoviti promet	70	60

Izvor: [58]

4.7.2. Modeliranje kapaciteta pruga prema danim prognozama prometa

Nastavano se daje izračun kapaciteta pojedinih željezničkih pruga prethodno objašnjenom metodologijom. Izračun kapaciteta željezničke pruge M101 DG – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor prema prognozama putničkog (P) i teretnog (T) te ukupnog (U) prometa dati je u tablici 36. Proračunata propusna moć pruge u broju vlakova po danu (214 vlakova) dobivena je UIC 406 metodom za 2015-2020.

Tablica 36. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice M101 DG – Savski Marof – Zagreb Gk

Pruga	Propusna moć pruge (vlakova/dan)	2020.	2030.	2035.	2040.	2045.
		P T U	P T U	P T U	P T U	P T U
M101	214	214 24 238	249 30 279	283 36 319	312 41 353	337 44 381
Dovoljan kapacitet		NE	NE	NE	NE	NE

Izvor: obrada autorice

U tablici 36 je dan broj vlakova za presječenu godinu (godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice). Ciljani kapacitet se dostiže 2020. g. ukoliko se broj vlakova koji će prometovati na ovoj pruzi poveća sukladno prognozi prometa.

Izračun kapaciteta željezničke pruge M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo prema prognozama putničkog (P) i teretnog (T) te ukupnog (U) prometa dati je u tablici 37.

Proračunata propusna moć pruge u broju vlakova po danu (216 vlakova) dobivena je UIC 406 metodom za 2015-2020.

Tablica 37. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo

Pruga	Propusna moć pruge (vlakova/dan)	2020.	2030.	2035.	2040.	2045.
		P T U	P T U	P T U	P T U	P T U
M102	216	209 61 270	259 77 336	310 95 405	352 110 462	385 123 508
Dovoljan kapacitet		NE	NE	NE	NE	NE

Izvor: obrada autorice

U tablici 37 dan je broj vlakova za presječenu godinu (godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice). Ciljani kapacitet se dostiže 2020. g. ukoliko se broj vlakova koji će prometovati na ovoj pruži povećati sukladno prognozi prometa.

Izračun kapaciteta željezničke pruge M103 Dugo Selo – Novska prema prognozama putničkog (P) i teretnog (T) te ukupnog (U) prometa dati je u tablici 38. Proračunata propusna moć pruge u broju vlakova po danu (93 vlaka) dobivena je UIC 406 metodom za 2015-2020. Dovoljan kapacitet (DA/NE*) govori o tome da pruga zadovoljava ili ne zadovoljava (nema) kapaciteta po poddionicama.

Tablica 38. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M103 Dugo Selo – Novska

Pruga	Propusna moć pruge (vlakova/dan)	2020.	2030.	2035.	2040.	2045.
		P T U	P T U	P T U	P T U	P T U
M103	93	19 6 25	23 8 31	24 9 33	25 10 35	26 12 38
Dovoljan kapacitet		DA/NE *	DA/NE *	DA/NE *	DA/NE *	DA/NE *

Izvor: obrada autorice

U tablici 38 dan je broj vlakova za presječenu godinu (godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice). Kapacitet na pruzi M103 je maksimalno iskorišten 2015. g.

Izračun kapaciteta željezničke pruge M104 Novska – Vinkovci – Tovarnik – DG prema prognozama putničkog (P) i teretnog (T) te ukupnog (U) prometa dati je u tablici 39. Proračunata propusna moć pruge u broju vlakova po danu (165 vlakova) dobivena je UIC 406 metodom za 2015-2020.

Tablica 39. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M104 Novska – Vinkovci – Tovarnik – DG

Pruga	Propusna moć pruge (vlakova/dan)	2020.	2030.	2035.	2040.	2045.
		P T U	P T U	P T U	P T U	P T U
M104	165	34 14 48	41 16 57	43 19 62	45 22 67	47 23 70
Dovoljan kapacitet		DA	DA	DA	DA	DA

Izvor: obrada autorice

U tablici 39 dan je broj vlakova za presječenu godinu (godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice).

Izračun kapaciteta željezničke pruge M201 DG – Botovo – Dugo Selo prema prognozama putničkog (P) i teretnog (T) te ukupnog (U) prometa dati je u tablici 40. Proračunata propusna moć pruge u broju vlakova po danu (81 vlak) dobivena je UIC 406 metodom za 2015-2020.

Tablica 40. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M201 DG – Botovo –Dugo Selo

Pruga	Propusna moć pruge (vlakova/dan)	2020.	2030.	2035.	2040.	2045.
		P T U	P T U	P T U	P T U	P T U
M201	81	20 12 32	24 16 40	28 25 53	32 27 59	34 27 61
Dovoljan kapacitet		DA	DA	DA	DA	DA

Izvor: obrada autorice

U tablici 40 dan je broj vlakova za presječenu godinu (godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice).

Izračun kapaciteta željezničke pruge M202 Zagreb – Karlovac – Rijeka prema prognozama putničkog (P) i teretnog (T) te ukupnog (U) prometa dati je u tablici 41. Proračunate propusne moći pruga u broju vlakova po danu dobivene su UIC 406 metodom za 2015-2020.

Tablica 41. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M202 Zagreb – Karlovac – Rijeka

Pruga	Propusna moć pruge (vlakova/ dan)	2020.	2030.	2040.
		P T U	P T U	P T U
M202	86 (Hrvatski Leskovac-Karlovac)	50/37 (HL-K)	62/52(HL-K)	72/73(HL-K)
	72(Ogulin-Delnice)	18/32 (OG-D)	30/52(OG-D)	34/58(OG-D)
	79(Delnice-Zlobin-Delnice)	22/32 (D-Z-D)	36/52(D-Z-D)	42/58(D-Z-D)
	67(Zlobin – Škrljevo – Zlobin)	22/60 (Z-Š-Z)	36/100(Z-Š-Z)	42/112(Z-Š-Z)
	60(Škrljevo – Sušak Pećine – Škrljevo)	78/46 (Š-SP-Š)	136/82(Š-SP-Š)	146/86(Š-SP-Š)
	79(Sušak Pećine – Rijeka - Sušak Pećine)	78/30 (SP-Ri-SP)	136/54(SP-Ri-SP)	148/58(SP-Ri-SP)
	Dovoljan kapacitet	NE	NE	NE

Izvor: obrada autorice

Na pruzi M202 je na većini dionica iskorišten kapacitet voznim redom već s godinom 2014./2015. te ne zadovoljavaju kapacitetom prosječne godine u budućnosti za koje je dana prognoza.

Izračun kapaciteta željezničke pruge M203 Rijeka – Šapjane – DG prema prognozama putničkog (P) i teretnog (T) te ukupnog (U) prometa dati je u tablici 42. Proračunata propusna moć pruge u broju vlakova po danu (36 vlakova) dobivena je UIC 406 metodom za 2015-2020.

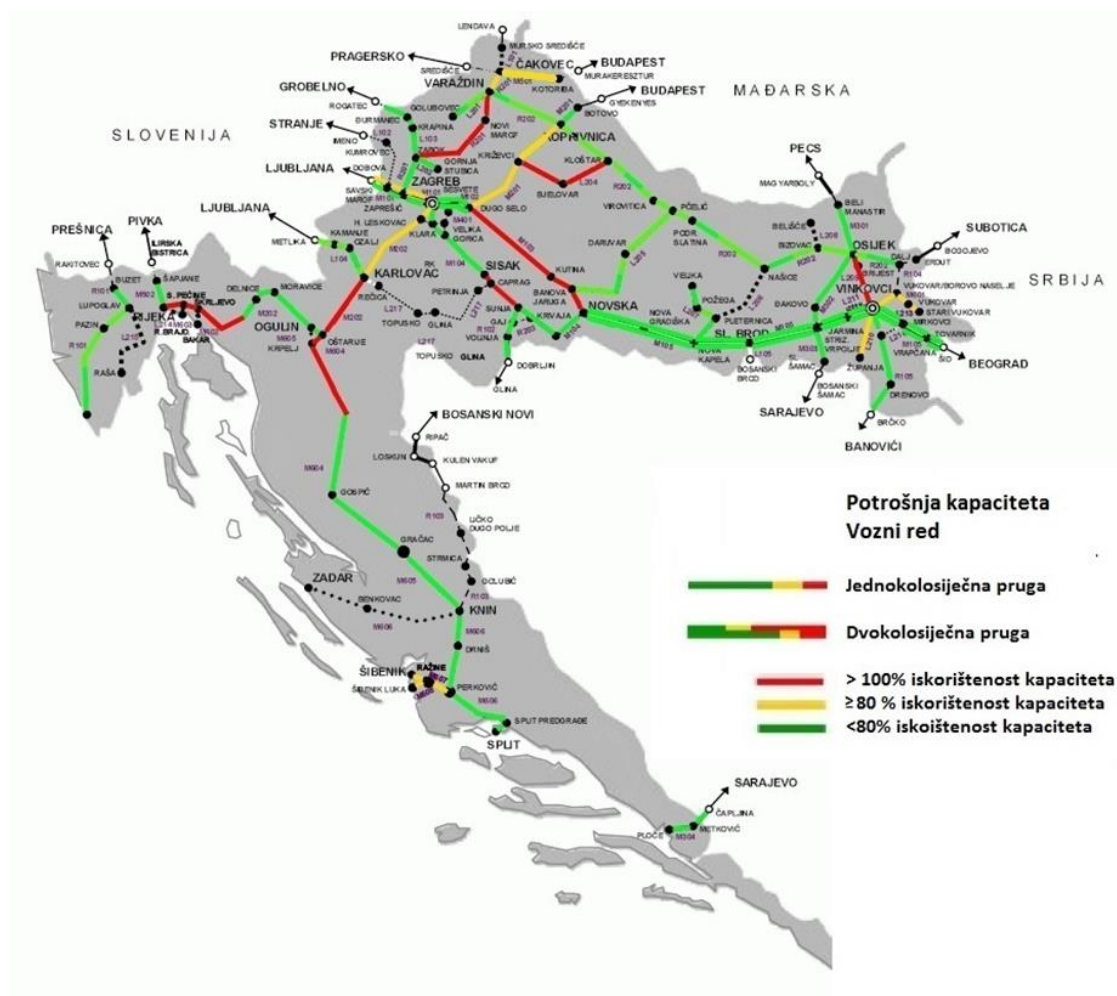
Tablica 42. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M203 Rijeka – Šapjane - DG

Pruga	Propusna moć pruge (vlakova/ dan)	2020.	2030.	2035.	2040.	2045.
		P T U	P T U	P T U	P T U	P T U
M203	36	66 12 68	100 20 120	102 20 122	104 22 126	106 22 128
Dovoljan kapacitet		NE	NE	NE	NE	NE

Izvor: obrada autorice

U tablici 42 dan je broj vlakova za presječenu godinu (godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice).

Konačno stanje mreže potrošnji kapaciteta prezentirano i obrađeno kroz tekst nastavno se daje kroz sliku 9.



Slika 9. Stanje kapaciteta na mreži (projekcija 2015. – 2020. godina)

Izvor: izradila autorica

4.8. Prognoza prometa opasnih tvari na koridorskim prugama RH1 i RH2

Bazirano na prognozi rasta prijevoza tereta na dionicama pruga koridora RH1 i RH2 danim u podpoglavlju 4.6.2., te analizi odnosa ukupnih količina prevezenih tvari na mreži, u tablici 43 se daje prognoza rasta opasnih tvari. Za prognoziranje količina opasnih tvari koje će se prevesti korištena je ranije prezentirana metodologija za izradu prognoza prometa. Za potrebe ovog rada, dana je prognoza količina opasnih tvari iskazana u postotku na već unaprijed prognoziranu količinu tereta na dionicama. Prognoza količina tereta je prikazana u broju vlakova iz razloga što se za krajnji prikaz kritičnih dionica po pitanju sigurnosti prilikom rasta broja vlakova sa opasnim tvarima na mreži, mijenja i ukupni kapacitet, slike (10, 11, 12, 13, 14). Nastavno dana obrada ima i krajnje aplikativni karakter jer daje smjernice za prioritizaciju dodjele trasa za prijevoze, obzirom na prethodno prikazane zahtjeve za prijevozom i sigurnošću na mreži. Prema analizi javno objavljenih podataka [59] te prema prethodno pojašnjenjima metodologiji, tablično i na grafikonu iskazan je trend u postotku udjela ukupno prevezenih količina opasnih tvari u ukupnoj količini prevezene robe na godišnjoj razini. Prikazani trend je nastavno korišten kao parametar za izradu prognoze prijevoza opasnih tvari kao u tablici 43.

Tablica 43. Trend količina opasnih tvari u ukupnom prijevozu 2010 – 2017

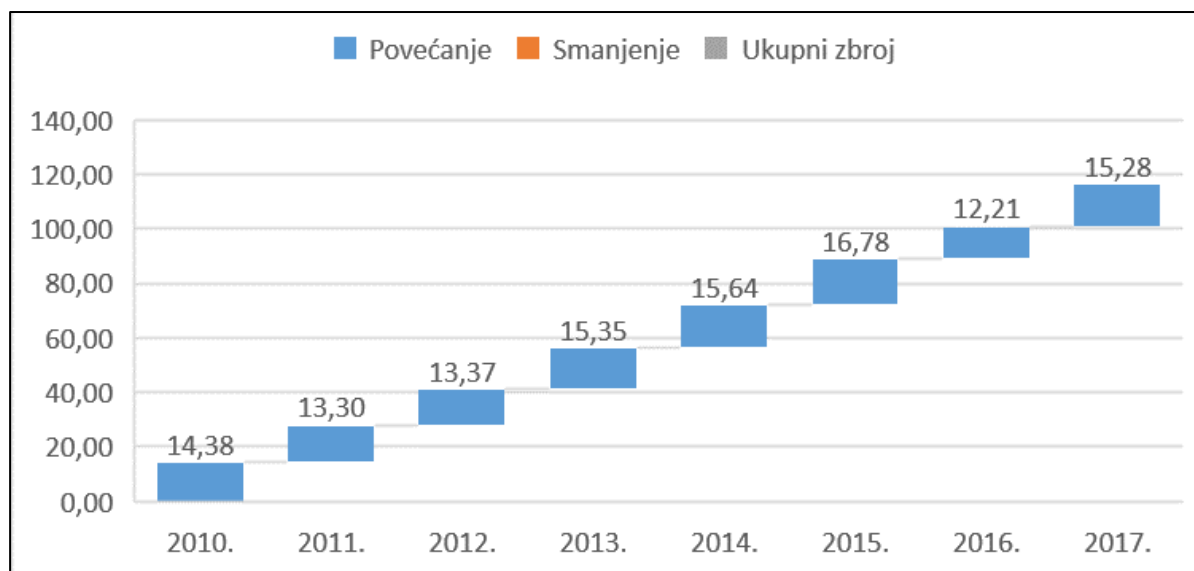
Godina	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.
Ukupno prevezene opasne tvari [tis. t]	1 775	1 569	1 482	1 636	1 625	1 667	1 612	1 861
Ukupno prevezena roba [tis.t]	12 203	11 794	11 088	10 661	10 389	9 939	9 985	12 178
Postotak opasnih tvari u ukupnim količinama [%] TREND	14,38	13,30	13,37	15,35	15,64	16,78	12,21	15,28

Izvor: obrada autorica

Prirast trenda na slici 10 kroz godine je u prosjeku 0,9 % pa će se taj podatak koristiti nastavno kao faktor rasta ukupnih količina. Taj faktor prema Vodiču kroz analizu troškova i koristi investicijskih projekata – Alat za ekonomsku procjenu kohezijske politike 2014-2020 Europske komisije za prognoze prometa u željezničkom prometu [60] iznosi kako slijedi: „Sve skupa, prognoza rezultira prosječnim postupnim rastom željezničkog prometa, grubo ekvivalentnim 1.1 % godišnje za putnike i 0.4 % za teret tijekom vremena procjene. Obzirom da je analiza

tržišta pokazala nedvojbenu rast potražnje za kapacitetom, odnosno trasama pruge, za potrebe ovog rada koristiti će se prosjek rasta od 0,9, odnosno 1 % u ukupnim količinama s pretpostavkom optimističkog scenarija rasta.

Slika 10. Trend količina opasnih tvari u ukupnom prijevozu 2010-2017 u [%]



Izvor: obrada autorica

Rezultati dobiveni obradom kroz metodu UIC 406, a bazirani na podacima koji su obrađeni u prethodnim podpoglavljima, prezentirani su nastavno u tablici 44 te označeni kroz oznaku „*“.

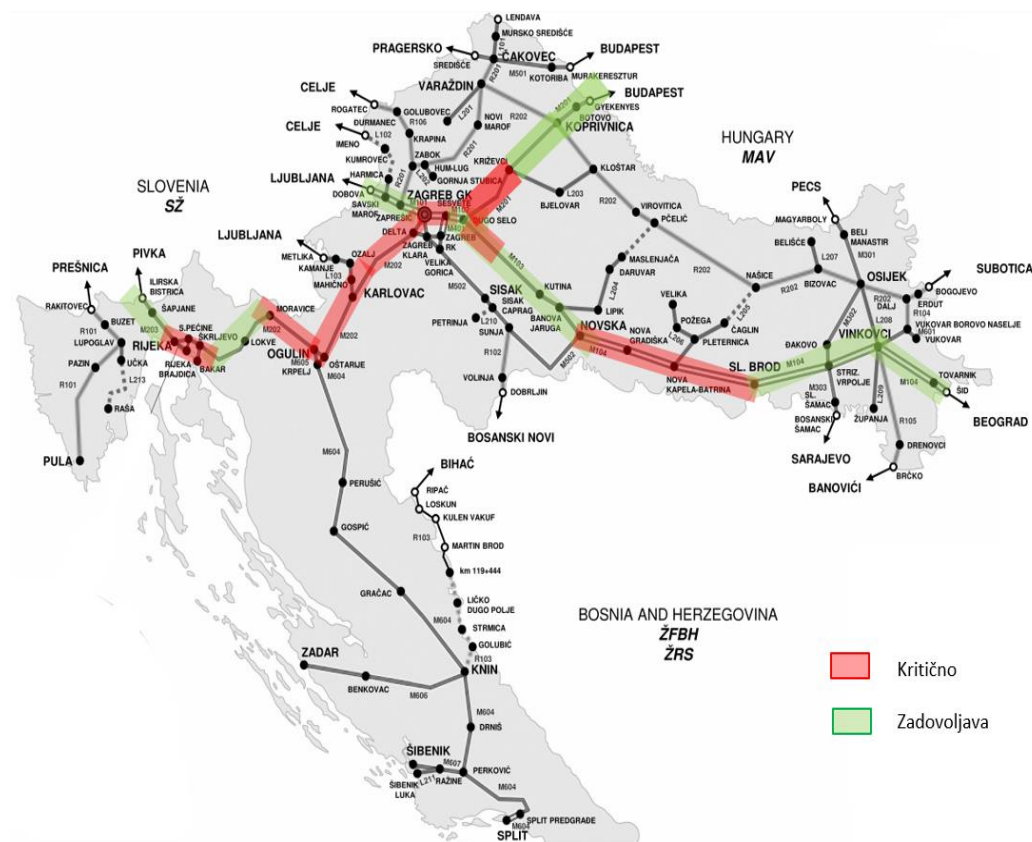
Tablica 44. Prognoza rasta prijevoza opasnih tvari u ukupnoj količini tereta na koridorima RH1 i RH2 u broju vlakova

Koridor RH1 (bivši X. paneuropski koridor) DG-Savski Marof-Zagreb-Dugo Selo –Novska-Vinkovci-Tovarnik-DG										
Prognozirani broj teretnih vlakova/godine	2015/2020 UIC 406*	2020.	Dovoljan kapacitet	[%] opasnih tvari/broj teretnih vlakova	2030.	Dovoljan kapacitet	[%] opasnih tvari/broj teretnih vlakova	2040.	Dovoljan kapacitet	[%] opasnih tvari/broj teretnih vlakova
M101	214	P/T(U) 214/24(238)	NE	14,54 (4)	P/T(U) 249/20(278)	NE	16 (3)	P/T(U) 312/41(353)	NE	17 (7)
M102*	216	P/T(U) 209/61(270)	NE	15,54 (9)	P/T(U) 259/77(336)	NE	16 (12)	P/T(U) 352/110(462)	NE	17 (18)
M103	93	P/T(U) 19/6(25)	DA	14,54 (1)	P/T(U) 23/8(31)	DA	16 (1)	P/T(U) 25/10(35)	DA	17 (2)
M104	165	P/T(U) 34/14(48)	DA	14,54 (2)	P/T(U) 41/16(57)	DA	16 (3)	P/T(U) 45/22(67)	DA	17 (4)
Koridor RH2 (Mediterranski koridor-bivši ogranak V.b. paneuropskog koridora) DG-Botovo-Koprivnica-Dugo Selo-Zagreb-Karlovac-Rijeka-Šapjane-DG										
Prognozirani broj teretnih vlakova/godine	2015/2020 UIC 406*	2020.	Dovoljan kapacitet	[%] opasnih tvari/broj teretnih vlakova	2030.	Dovoljan kapacitet	[%] opasnih tvari/broj teretnih vlakova	2040.	Dovoljan kapacitet	[%] opasnih tvari/broj teretnih vlakova
M201	81	P/T(U) 20/12(32)	DA	14,54 (2)	P/T(U) 24/16(40)	DA	16 (3)	P/T(U) 32/27(59)	DA	17 (5)
M102*	216	P/T(U) 209/61(270)	NE	14,54 (9)	P/T(U) 259/77(336)	NE	16 (12)	P/T(U) 352/110(462)	NE	17 (18)
M202	86 72 79 67 60 79	50/37(HLK)		14,54 (6)	62/52(HLK)		16 (8)	72/73(HLK)		17 (12)
		18/32(OGD)		14,54 (5)	30/52(OGD)		16 (8)	34/58(OGD)		17 (10)
		22/32(DZD)		14,54 (5)	36/52(DZD)		16 (8)	42/58(DZD)		17 (10)
		22/60(ZŠZ)		14,54 (9)	36/100(ZŠZ)		16 (16)	42/112(ZDZ)		17 (19)
		78/46(ŠSPŠ)		14,54 (7)	136/82(ŠSPŠ)		16 (13)	146/86(ŠSPŠ)		17 (19)
		78/30(SPRiSP)		14,54 (4)	136/54(SPRiSP)		16 (8)	148/58(SPRiSP)		17 (10)
M203	36	P/T(U) 66/2(68)	DA/NE	14,54 (1)	P/T(U) 100/20(120)	NE	16 (3)	P/T(U) 104/22(126)	NE	17 (4)

Izvor: obrada autorice

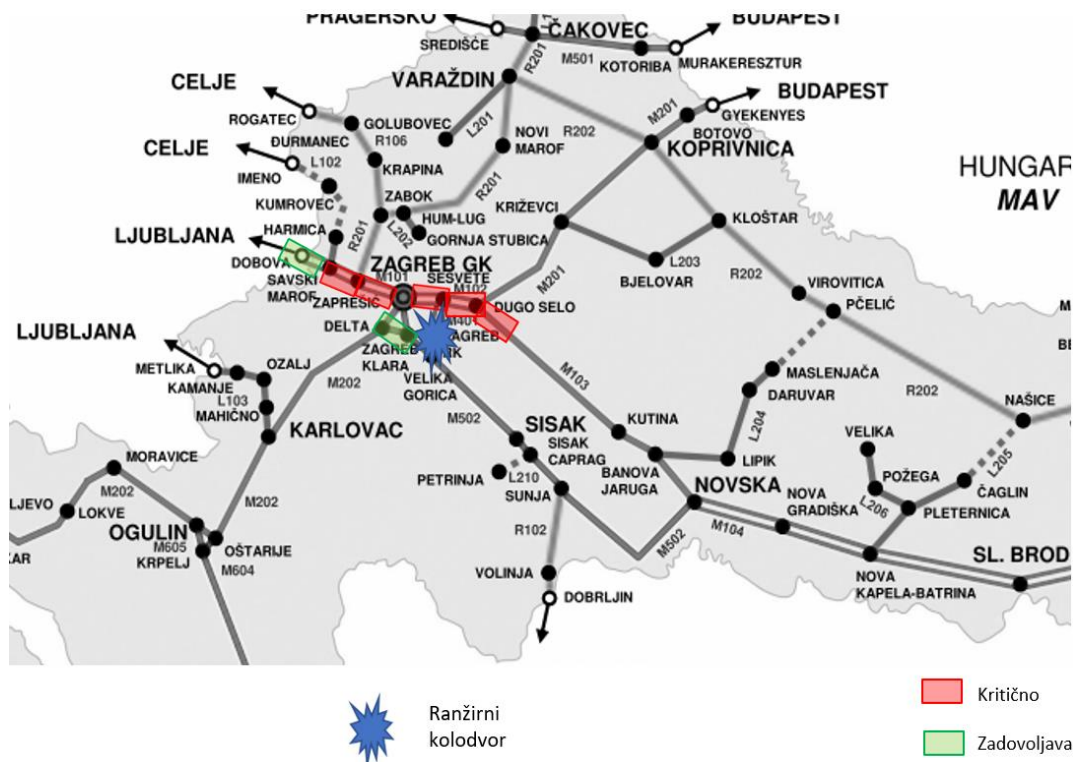
Nastavno na obradu prikazanu u tablici 44 na slikama 11, 12, 13, 14 i 15 dana je grafička obrada dobivenih rezultata za svaku pojedinu dionicu, tj. pružni segment. Kritične dionice su prikazane u kontekstu ispitivanja, odnosno testiranja svake posebno na parametre kapaciteta, koji se mijenja u odnosu na količine opasnih tvari, koje će se prema prognozi prevoziti. Dionice su prethodno testirane detaljnije u poglavlju 3 u kojem su opisani parametri ispitivanja i trenutno polazišno stanje infrastrukture (tablice 14 i 15). Parametri iz navedenih tablica zbog preglednosti i sistematičnosti su dani kao prikaz tehničko-sigurnosnog stanja infrastrukture po koridorima RH1 i RH2, odnosno njihovim poddionicama. Podaci su prikazani kroz obradu kroz definiranje izvan standardnih KPI jer su za potrebe ove analize morali biti specifični za željezničku mrežu. KPI definirani za potrebe ove analize su parametri koji su detaljno analizirani kroz prethodna podpoglavlja, a za promatrane koridore RH1 i RH2:

1. Tehničke karakteristike dionice
2. Ranžirni kolodvori
3. Kolodvori opremljeni za prihvrat opasnih tvari
4. Tuneli
5. Tehničko-sigurnosno stanje/stanje sigurnosti.

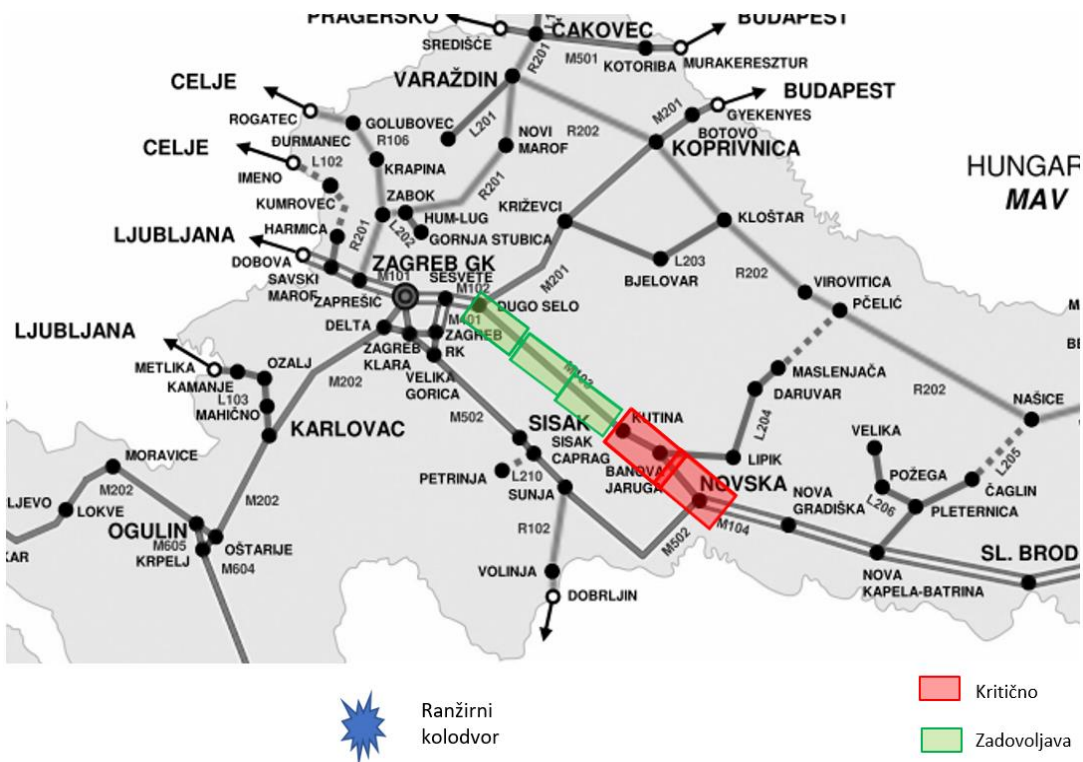


Slika 11. Smjernice za prioritarno podizanje kapaciteta na kritičnim dionicama u promatranom periodu 2020.-2030.

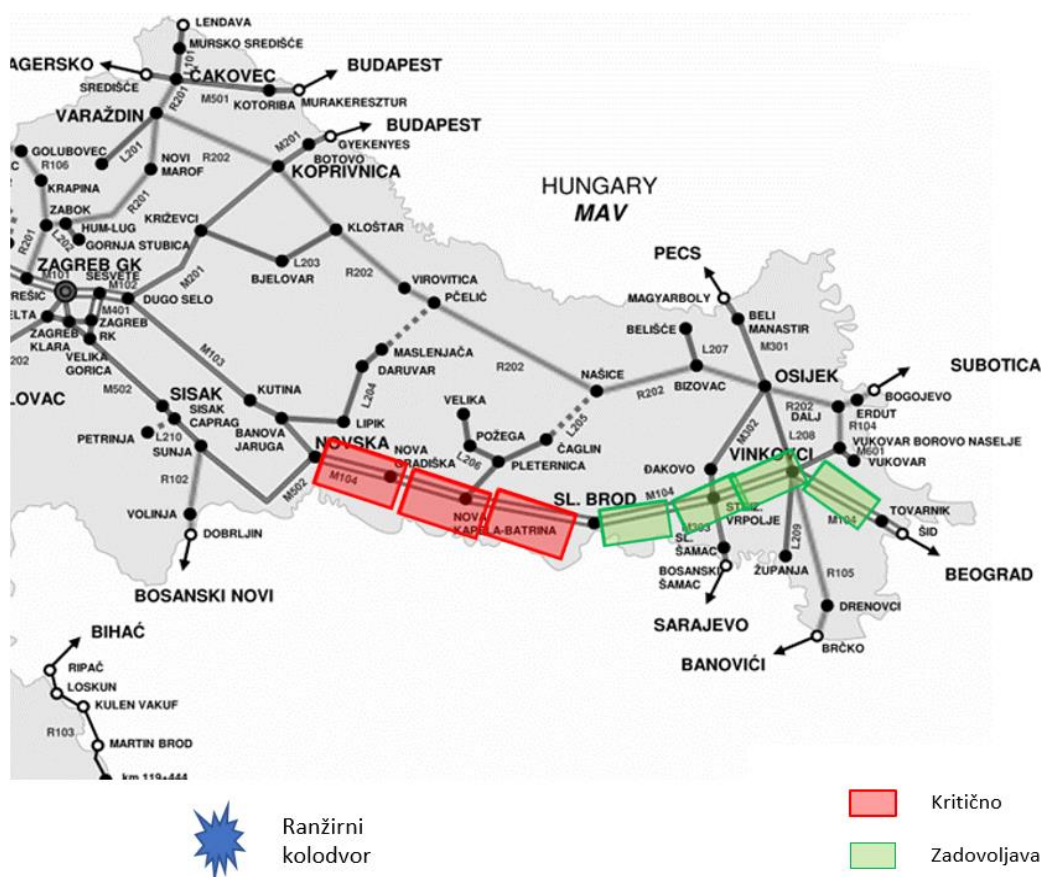
Izvor: obrada autorice



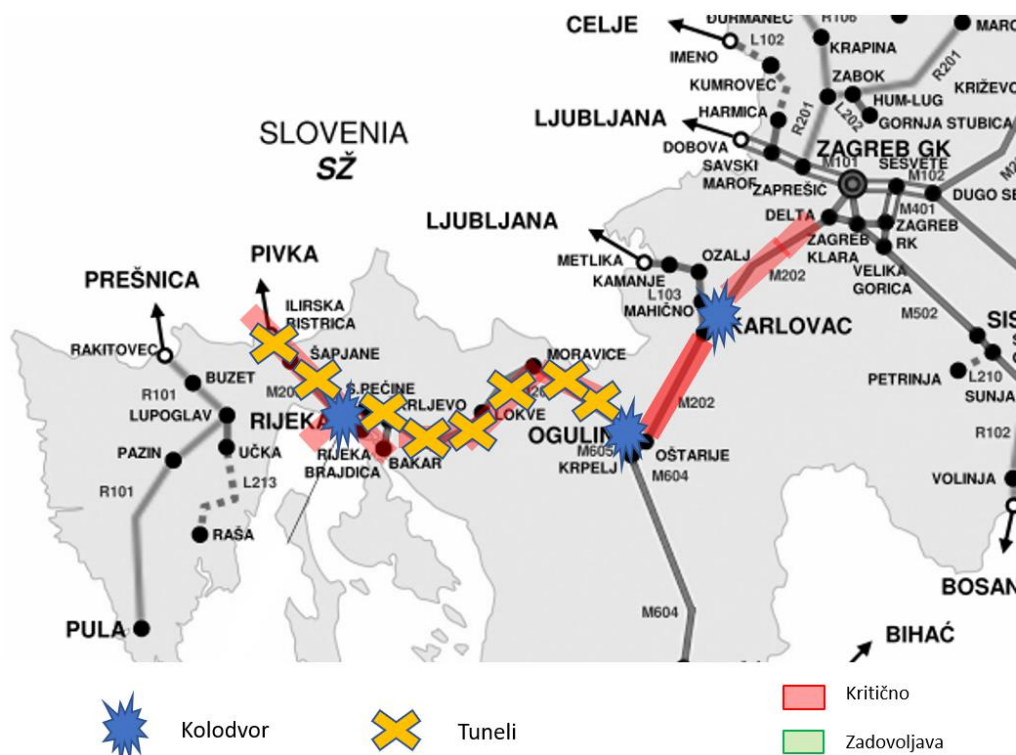
Slika 12. Smjernice za prioritarno podizanje kapaciteta na dionicama M101 i M102 u promatranom periodu 2020.-2030.
Izvor: obrada autorice



Slika 13. Smjernice za prioritarno podizanje kapaciteta na dionici M103 u promatranom periodu 2020.-2030.
Izvor: obrada autorice



Slika 14. Smjernice za prioritarno podizanje kapaciteta na dionici M104 u promatranom periodu 2020.-2030.
Izvor: obrada autorice



Slika 15. Smjernice za prioritarno podizanje kapaciteta na dionicama M202 i M203 u promatranom periodu 2020.-2030.
Izvor: obrada autorice

5. MODELIRANJE INTEGRIRANE MREŽE

5.1. Kriteriji kvalitete (parametri) mreže

Planiranje u prometu je uvijek multikriterijski problem, stoga se za rangiranje i izbor optimalnog rješenja prilikom modeliranja mreže za prijevoz opasnih tvari treba razmotriti više kriterija:

1. uporabno stanje mreže (obilježja brzine, vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja kritične točke na mreži),
2. zahtjeve korisnika prijevoza opasnih tvari, ovlasti upravitelja infrastrukturne mreže i kapacitete prijevoznika,
3. prijevozni supstrat,
4. ograničenja drugih državnih tijela zaduženih za zaštitu okoliša.

Svaki element željezničke infrastrukture ponderiran je kvantifikatorima definiranim na osnovi obilježja sigurnosti, pouzdanosti i raspoloživosti infrastrukture. Modaliteti navedenih obilježja pripadaju ordinalnim skalama. Modaliteti obilježja brzine, vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja pojedinog dijela željezničke infrastrukture pripadaju numeričkim skalama. Na temelju navedenog, u radu se modificira makroskopski model integriranja kapaciteta željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari na dijakronim (prostorno-vremenskim) mrežama.

Analizirajući navedene kriterije može se uočiti kako su neki od njih u kontradikciji te bi apsolutno prihvaćanje svih navedenih zahtjeva otežalo, a možda i potpuno onemogućilo prijevoz opasnih tvari kao supstrata na mreži. Općenito, više kriterija može biti suprotstavljeno pa zapravo ne postoji „idealno“ rješenje problema. No, rangiranjem zahtjeva i uzimanjem u obzir najbitnijih pretpostavki koje treba zadovoljiti prilikom prijevoza opasnih tvari, a to je sigurnost, tj. izostanak ili smanjenje koeficijenta nastanka nezgoda/incidenata, navedeni se kriteriji mogu hijerarhijski rangirati upotrebom metode višekriterijskog odlučivanja (engl. *Analytic hierarchy process*, AHP). Stoga je u ovakvim situacijama, gdje su uvjeti nesigurnosti veliki te razine odlučivanja mogu dati dijametralno različite rezultate, bitno smanjiti broj kriterija za usporedbu, odnosno svesti ih na istu mjeru jakosti.

Kako bi se došlo do težina kriterija, potrebno je za svaki par (x_i, y_j) procijeniti relativnu važnost na način da se donositelj odluke odluči za jednu od sljedećih tvrdnji [61]:

- oba kriterija jednako su važna,
- kriterij x_i je važniji od kriterija x_j ,
- kriterij x_j je važniji od kriterija x_i .

Izbor pojedine od tih tvrdnja povlači za sobom i odgovarajuću kvantifikaciju omjera težina tih kriterija w_i i w_j na sljedeći način [61]:

$$1. \quad a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} = 1 \quad (5)$$

$$2. \quad a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} > 1 \quad (6)$$

$$3. \quad a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} < 1 \quad (7)$$

Ako se odabere jedna od tvrdnja, dvije ili tri, mogući je intenzitet preferencije u kojoj je mjeri jedan kriterij važniji od drugoga izraziti s više stupnjeva.

Metodu AHP bolje je primijeniti kad su usporedbe među varijantama dane po kriterijima ili kad su usporedbe kriterija izražene ocjenama. Ova metoda dopušta mogućnost različitog definiranja ocjena za odnose između varijanata i kriterija (grafički, numerički i dr.) te definiranja potkriterija. Nedostatak metode AHP je u tome što se može koristiti samo s običnim kriterijem, dok drugi oblici preferencija nisu mogući [61].

5.2. Obrada kriterija

Slijedom navedenog, kriteriji su se rangirali na temelju obrade mreže pruga u Republici Hrvatskoj te se sveli na sljedeće:

1. uporabno stanje mreže (obilježja brzine, vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja),
2. kritične točke na mreži (sigurnost),
3. zahtjevi korisnika prijevoza opasnih tvari, ovlasti upravitelja infrastrukturne mreže i kapaciteti prijevoznika,
4. prijevozni supstrat,
5. ograničenja od strane drugih državnih tijela zaduženih za zaštitu okoliša.

Nakon obrade svedeni su na kriterije koji nose prostorno-vremenske komponente mreže te kriterij samog prijevoznog supstrata. Novi kriteriji za obradu su sljedeći:

1. prostorni – kritične točke na mreži; uporabno stanje mreže (obilježja brzine, maksimalnog opterećenja) ograničenja drugih državnih tijela zaduženih za zaštitu okoliša;
2. vremenski – uporabno stanje mreže (vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja), zahtjevi korisnika prijevoza opasnih tvari;
3. prijevozni supstrat – dana je vrijednost prema dodatnim zahtjevima za postupke prijevoza i manipulacije. Supstrat tj. opasna tvar sa svojim UN brojem može zahtijevati da se prilikom manipulacije postupak odvija pozornim manipuliranjem ili može zabraniti manipuliranje gravitacijom. U tom slučaju nije moguće istu tvar prihvatiti u bilo kojem kolodvoru, već samo u onome u kojem je moguće zadovoljiti uvjete; ovlasti upravitelja infrastrukturne mreže i kapacitete prijevoznika.

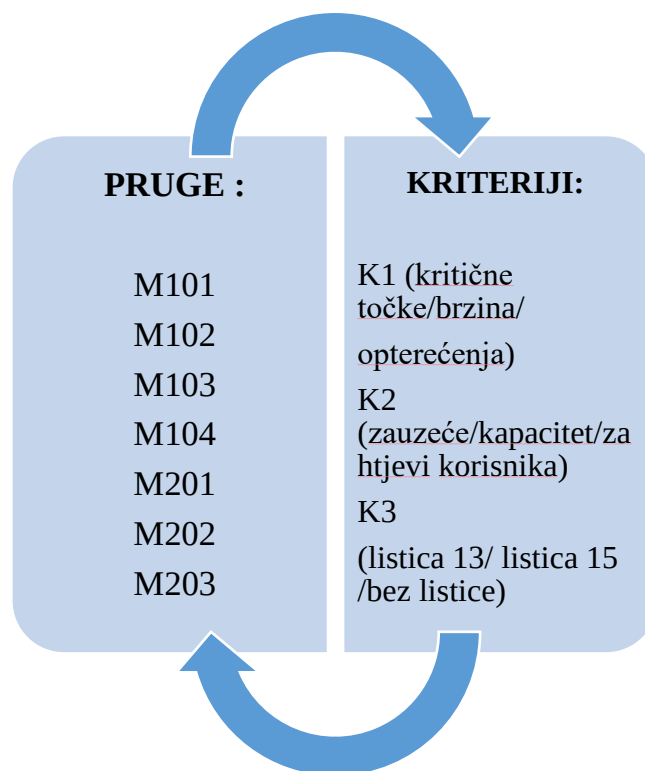
5.3. Model mreže za prijevoz opasnih tvari

5.3.1. Razvoj modela

Kao podloga za odabir rute za prijevoz određene opasne tvari sa svojstvima koja utječu na kriterij 3, odnosno prijevozni supstrat, prije navedena dva kriterija su obrađena u tablici 45 (tzv. ranžirne listice 13. i 15. opisane u potpoglavlju 2.3), dok bi se za kriterij 3 upotrijebila sljedeća pomoćna tablica 46. Za samu kalkulaciju rute predlaže se upotreba softvera za metodu AHP za koju bi se iz nastavno prikazane tablice izračunavale jakosti za kriterije 1 i 2, gdje su:

1. prostorni: kritične točke na mreži; uporabno stanje mreže (obilježja brzine, maksimalnog opterećenja),
2. vremenski: uporabno stanje mreže (vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja); zahtjevi korisnika prijevoza opasnih tvari.

Tablica 45. Matrica pruga i kriterija



Izvor: obrada autorice

Tablica 46. Rangiranje kriterija 3

Rangiranje kriterija 3	Numerički opis
UN BROJ (oznaka supstrata) ima dodatnu oznaku 13	7
UN BROJ (oznaka supstrata) ima dodatnu oznaku 15	9
UN BROJ (oznaka supstrata) nema dodatne oznake	3

Izvor: obrada autorice

5.3.2. Opis metode

Potrebno je odrediti skup elemenata koji čine alternative i kriterije koje želimo razmatrati. Tako formiran skup se onda slaže u hijerarhijsku strukturu čiji su elementi kriteriji i alternative. Nakon definiranja tog skupa počinjemo s izradom matematičkog modela pomoću kojega se računaju prioriteti (težine, važnosti) elemenata koji su na istoj razini hijerarhijske strukture.

Teoretski proces metode AHP može se opisati u nekoliko koraka:

- Razvije se hijerarhijski model problema odlučivanja s ciljem odabira, kriterijima i alternativama,
- Na svakoj razini hijerarhijskog modela u parovima međusobno se uspoređuju elementi tog modela, pri čemu se preferencije donositelja odluke izražavaju uz pomoć tzv. Saatyjeve skale (tablica 47). U stručnoj literaturi [61] ta se skala preciznije opisuje kao ljestvica koja ima pet stupnjeva i četiri međustupnja verbalno opisanih intenziteta i odgovarajuće numeričke vrijednosti za njih u rasponu od 1 do 9. U tablici 48 su navedene vrijednosti i njihov opis za usporedbe relativnih važnosti elemenata metode AHP.

Tablica 47. Saatyjeva skala

Intenzitet važnosti	Definicija	Objašnjenje
1	Jednako važno	Dva kriterija ili alternative jednako pridonose cilju.
3	Umjereno važnije	Na osnovi iskustva i procjena daje se umjerena prednost jednom kriteriju ili alternativu u odnosu na drugu.
5	Strogo važnije	Na osnovi iskustva i procjena strogo se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi.
7	Vrlo stroga, dokazana važnost	Jedan kriterij ili alternativa izrazito se favorizira u odnosu na drugi, njezina dominacija dokazuje se u praksi.
9	Ekstremna važnost	Dokazi na osnovi kojih se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi potvrđeni su s najvećom uvjerljivošću.
2,4,6,8	Međuvrijednosti	

Izvor: [61]

Tablica 48. Tabelarni prikaz modela

Cilj	Odabir rute		
Kriteriji	K1	K2	K3
Alternative odabira/odluke	RUTA A	RUTA A	RUTA A
	RUTA B	RUTA B	RUTA B
	RUTA C	RUTA C	RUTA C

Izvor: obrada autorice

- Iz procjena relativnih važnosti kriterija i unutar njih alternativa, pomoću procedura unutar AHP modela, izračunavaju se lokalni prioriteti (težine, važnosti) kriterija i alternativa koji se zatim određenim postupkom izračunavaju u ukupne prioritete alternativa.
- Nakon dobivanja rezultata provodi se analiza rezultata.

Matematički postupak obrade kriterija metodom AHP očituje se u sljedećim koracima:

1. **korak:** U model se unesu, tj. zadaju sve moguće opcije (rute) koje dolaze u obzir i kriteriji prema kojima želimo odabrati. Vrijednost kriterija je kako slijedi: kriterij 1 je prostorni kriterij, kriterij 2 je vremenski kriterij, a kriterij 3 je kriterij supstrata, a svi su ranije detaljnije objašnjeni u prethodnom potpoglavlju.
2. **korak:** Odnosi kriterija – u tablici 49 je detaljnije prezentirana vrijednost kriterija. Kako bi se lakše obradio odnos između kriterija, u tablici je uz numeričku vrijednost dan i tekstualni opis jakosti. U ovom se koraku za svaku kombinaciju parova odabire koliko je po prije danom objašnjenju kriterija jedan od njih bitniji u odnosu na neki drugi. Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova.

Tablica 49. Kombinacije parova I.

Kriterij 1					Kriterij 2			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Kriterij 1					Kriterij 3			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
Kriterij 2					Kriterij 3			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Izvor: obrada autorice

3. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 1 (tablica 50), tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta) prema kriteriju 1 bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova.

Tablica 50. Kombinacije parova II.

OBRADA PREMA KRITERIJU 1								
opcija (ruta) A					opcija (ruta) B			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
opcija (ruta) A					opcija (ruta) C			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
opcija (ruta) B					opcija (ruta) C			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Izvor: obrada autorice

4. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 2 (tablica 51), tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta) prema kriteriju 2 bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova. Za potrebe obrade u modelu opcije (rute) se opisuju slovima A, B ili C, a sačinjavaju ih poddionice koridora, tj. pruge opisane i analizirane u poglavljima 3. i 4., odnosno pruge M101, M102, M103, M104, M201, M202 i M203.

Tablica 51. Kombinacije parova III.

OBRADA PREMA KRITERIJU 2								
opcija (ruta) A					opcija (ruta) B			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
opcija (ruta) A					opcija (ruta) C			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
opcija (ruta) B					opcija (ruta) C			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Izvor: obrada autorice

5. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 3 (tablica 52), tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta) prema kriteriju 3 bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova.

Tablica 52. Kombinacije parova IV.

OBRADA PREMA KRITERIJU 3								
opcija (ruta) A					opcija (ruta) B			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
opcija (ruta) A					opcija (ruta) C			
9	7	5	3	1	3	5	7	9
opcija (ruta) B					opcija (ruta) C			
9	7	5	3	1	3	5	7	9

Izvor: obrada autorice

6. **korak:** razradom u modelu, a prema opisanom postupku u 5.1., dobivaju se rezultati u obliku:
- ODABIR rute za prijevoz određene opasne tvari – grafički se i numerički iskazuje koja je opcija (ruta) najbolja za prijevoz određenog supstrata, tj. opasne tvari. U ovom slučaju najbolju opciju (rutu) bi predstavljala ona pruga koja je prema zadanim kriterijima pokazala najbolje tj. podržane rezultate.

- VAŽNOST KRITERIJA – grafički se i numerički iskazuje koji je kriterij „jači“, tj. koji predstavlja najveću opasnost prilikom prijevoza određenog supstrata, tj. opasne tvari.
- STRUKTURA OPCIIJA (RUTA) – grafički se i numerički iskazuje odnos između opcija (ruta).

7. **korak:** obrada međurezultata.

5.4. Verifikacija modela mreže za prijevoz opasnih tvari

Sukladno s navedenim i opisanim karakteristikama mreže, te razrađenim modelom mreže prethodno prikazanim, nastavno su prikazani rezultati obrade prema zadanim kriterijima. Obradom su obuhvaćeni Koridori RH1 i RH2, a detaljnije su obrađeni s tehničko – tehnološkog stanovišta, u poglavlju 3.4.

Kriteriji za obradu su detaljnije prezentirani i obrađeni u 5.2, te se nastavno zbirno daju za potrebe pojašnjenja rezultata prezentiranih u tablici 53. Kriteriji su:

1. prostorni,
2. vremenski,
3. prijevozni supstrat.

Prema rezultatima obrade u tablicama 53, 54, 55 i 56 prikazane su pružne dionice koje čine koridore RH1 i H2 te se prema danim kriterijima učinila obrada prema metodi AHP primjenom računalnog modela, tj. AHP softvera.

Tablica 53. Međurezultati testiranja koridora RH1 metodom AHP

1. DIO: MEĐUREZULTATI				
Odnosi kriterija	Odnosi kriterija	K1: prostorni	K2: vremenski	K3: prijevozni supstrat
	K1: prostorni	1	7	1/9
	K2: vremenski	1/7	1	1/7
	K3: prijevozni supstrat	9	7	1
	CI: 0,2800 CR: 0,5385 λ: 3,5601			
	Odnosi kriterija	K1: prostorni	K2: vremenski	K3: prijevozni supstrat
	M101	0,0890	0,5037	0,3182
	M102	0,3115	0,2244	0,3182
	M103	0,3820	0,1510	0,0455
	M104	0,2175	0,1209	0,3182
	Rang kriterija	Rezultat		
	K1: prostorni	0,1778		
	K2: vremenski	0,0528		
K3: prijevozni supstrat	0,7693			

K1: prostorni	M101	M102	M103	M104
M101	1	1/8	1/6	1
M102	8	1	1/2	1
M103	6	2	1	1
M104	1	1	1	1

CI: 0,1992 CR: 0,2238 λ: 4,5976

K2: vremenski	M101	M102	M103	M104
M101	1	8	8	1
M102	1/8	1	8	1
M103	1/8	1/8	1	7
M104	1	1	1/7	1

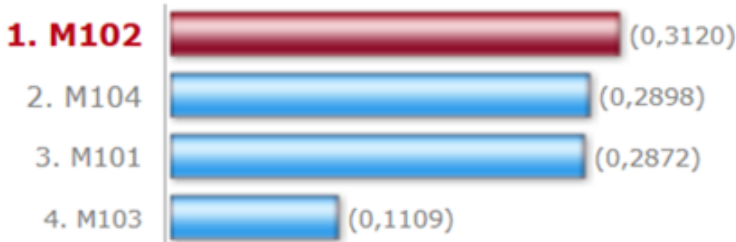
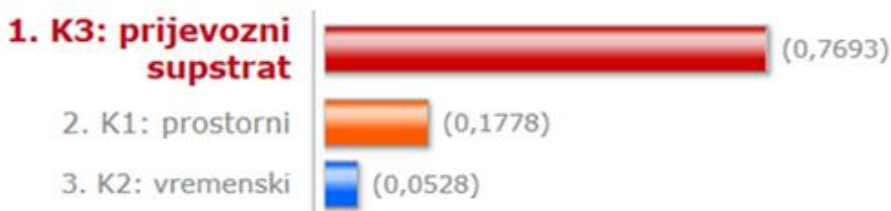
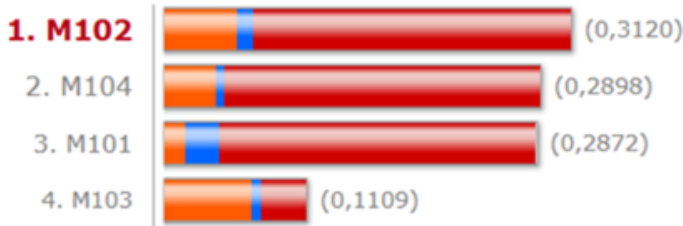
CI: 1,0676 CR: 1,1996 λ: 7,2029

K3: prijevozni supstrat	M101	M102	M103	M104
M101	1	1	7	1
M102	1	1	7	1
M103	1/7	1/7	1	1/7
M104	1	1	7	1

CI: 0,0004 CR: 0,0004 λ: 4,0012

Izvor: obrada autorice

Tablica 54. Rezultati testiranja koridora RH1 metodom AHP

2. DIO: REZULTATI ISPITIVANJA PRUGA KORIDORA RH1																													
Odabir rute	 1. M102 (0,3120) 2. M104 (0,2898) 3. M101 (0,2872) 4. M103 (0,1109)																												
Važnost kriterija	 1. K3: prijevozni supstrat (0,7693) 2. K1: prostorni (0,1778) 3. K2: vremenski (0,0528)																												
Sumativno opcija ruta	 1. M102 (0,3120) 2. M104 (0,2898) 3. M101 (0,2872) 4. M103 (0,1109) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Struktura alternativa</th><th>K1: prostorni</th><th>K2: vremenski</th><th>K3: prijevozni supstrat</th><th>Rezultat</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M101</td><td>0,0158</td><td>0,0266</td><td>0,2448</td><td>0,2872</td></tr> <tr> <td>M102</td><td>0,0554</td><td>0,0118</td><td>0,2448</td><td>0,3120</td></tr> <tr> <td>M103</td><td>0,0679</td><td>0,0080</td><td>0,0350</td><td>0,1109</td></tr> <tr> <td>M104</td><td>0,0387</td><td>0,0064</td><td>0,2448</td><td>0,2898</td></tr> </tbody> </table> Omjer konzistentnosti (CR): 0,2639				Struktura alternativa	K1: prostorni	K2: vremenski	K3: prijevozni supstrat	Rezultat	M101	0,0158	0,0266	0,2448	0,2872	M102	0,0554	0,0118	0,2448	0,3120	M103	0,0679	0,0080	0,0350	0,1109	M104	0,0387	0,0064	0,2448	0,2898
Struktura alternativa	K1: prostorni	K2: vremenski	K3: prijevozni supstrat	Rezultat																									
M101	0,0158	0,0266	0,2448	0,2872																									
M102	0,0554	0,0118	0,2448	0,3120																									
M103	0,0679	0,0080	0,0350	0,1109																									
M104	0,0387	0,0064	0,2448	0,2898																									

Izvor: obrada autorice

Tablica 55. Međurezultati testiranja koridora RH2 metodom AHP

1. DIO: MEĐUREZULTATI					
Odnosi kriterija	Odnosi kriterija		K1: prostorni	K2: vremenski	K3: prijevozni supstrat
	K1: prostorni		1	7	1/9
	K2: vremenski		1/7	1	1/7
	K3: prijevozni supstrat		9	7	1
	CI: 0,2800 CR: 0,5385 λ: 3,5601				
	Odnosi kriterija		K1: prostorni	K2: vremenski	K3: prijevozni supstrat
	M101		0,0890	0,5037	0,3182
	M102		0,3115	0,2244	0,3182
	M103		0,3820	0,1510	0,0455
	M104		0,2175	0,1209	0,3182
Rang kriterija		Rezultat			
K1: prostorni		0,1778			
K2: vremenski		0,0528			
K3: prijevozni supstrat		0,7693			

K1: prostorni	M102	M201	M202	M203
M102	1	1/7	1/7	9
M201	7	1	1/8	7
M202	7	8	1	8
M203	1/9	1/7	1/8	1

CI: 0,3915 CR: 0,4398 λ: 5,1744

K2: vremenski	M102	M201	M202	M203
M102	1	1	1/6	7
M201	1	1	1/6	7
M202	6	6	1	8
M203	1/7	1/7	1/8	1

CI: 0,1208 CR: 0,1357 λ: 4,3624

K3: prijevozni supstrat	M102	M201	M202	M203
M102	1	6	1	1
M201	1/6	1	1	1/7
M202	1	1	1	1
M203	1	7	1	1

CI: 0,1559 CR: 0,1752 λ: 4,4678

Izvor: obrada autorice

Tablica 56. Rezultati testiranja koridora RH2 metodom AHP

2. DIO: REZULTATI ISPITIVANJA PRUGA KORIDORA RH2				
Odabir rute				
Važnost kriterija				
Sumativno opcija ruta				
	Struktura alternativa	K1: prostorni	K2: vremenski	K3: prijevozni supstrat
	M102	0,0167	0,0083	0,2539
	M201	0,0403	0,0083	0,0730
	M202	0,1155	0,0343	0,1722
	M203	0,0053	0,0020	0,2703
	Omjer konzistentnosti (CR): 0,3376			
	Rezultat			

Izvor: obrada autorice

5.5. Osvrt na dobivene rezultate

Nastavno na tablice 53, 54, 55 i 56 u kojima su dani rezultati nastali obradom podataka, prethodno opisanom metodologijom, nužno je iste detaljnije pojasniti. Sama metodologija, prema koracima, te opisi dani su u prethodnim potpoglavljima u 5. poglavlju. Za potrebe verifikacije modela mreže, u obzir su uzeti samo dijelovi mreže koje čine pruge koridora RH1 i RH2 jer su prije učinjene analize tokova roba i danih prognoza na mreži istaknula ta dva

koridora. Ovom je metodom uz primjenu računalnog modela-softvera AHP, a na temelju prije učinjenih detaljnih analiza, moguće ispitati i usporediti svaku pružnu dionicu koja sačinjava mrežu željezničkih pruga RH.

Postupak obrade kriterija metodom AHP, cilj:

Prilikom odabira prijevoznog puta, u našem slučaju koridora pruge koji sačinjava više pruga, tj. pružnih dionica koje ćemo nastavno u tekstu označavati kao opcije (rute), za prijevoz određenog prijevoznog supstrata, tj. opasne tvari, potrebno je izvagati, tj. odrediti koja nam je pružna dionica prema prije objašnjenim kriterijima koji se odnose i na samu dionicu i na sam supstrat bolja, odnosno koja je sigurnija. Detaljniji opis pružnih dionica razrađen je kroz analize dane u poglavljima 3. i 4. Detaljni opis supstrata, tj. opasnih tvari prezentiran je u poglavlju 2.

Ovakav tip odabira nije lagan jer kriteriji koji su bitni za odabir nemaju mogućnost iskazivanja vrijednosti u jedinicama mjere jer takve jedinice ne postoje za prezentirane kriterije. Donošenje odluke oko odabira prijevoznog puta proces je vrednovanja svih alternativa koje zadovoljavaju određeni skup postavljenih kriterija. Problem nastaje kad između tih alternativa treba odabrati onu koja najviše zadovoljava kompletan skup naših kriterija pa se stoga primjenjuje metoda AHP. Ova metoda je snažan i fleksibilan postupak za donošenje odluka koji pomaže u određivanju prioriteta i dovodi do optimalne odluke u slučajevima kad su kvantitativni i kvalitativni aspekti uzeti u obzir. Svođenjem kompleksnog odlučivanja na usporedbe između parova alternativa i sintezom dobivenih rezultata, metoda AHP ne samo da pomaže u donošenju odluka, nego dovodi do racionalne odluke. Metoda AHP pruža mogućnost da donositelj odluke uspoređuje pojedinačnu važnost pojedine alternative u odnosu na drugu unutar njemu bitnog kriterija. Metoda na osnovi preferencija iskazuje najbolji izbor. Vrijednost metode nije samo iznalaženje optimalnog rezultata, nego se mogu uočiti jasni međukoraci i elementi koji najviše pridonose rezultatu.

5.5.1. Kriteriji odlučivanja

Testiranje koridora RH1 i RH2 odvijalo se na temelju tri koraka u kojima se u međuosnos postavljala svaka pruga ovisno o tome kako su bili rangirani kriteriji. Odluka je donesena nakon preispitivanja svakog pojedinačnog parametra prema svakom od njih. Detaljnija razrada kriterija donosi se u nastavku.

5.5.1.1. Prostorni kriteriji

Oni obuhvaćaju analizu po više potkriterija koje čine: kritične točke na mreži; uporabno stanje mreže (obilježja brzine, maksimalnog opterećenja) ograničenja drugih državnih tijela zaduženih za zaštitu okoliša.

- Kritične točke na mreži: Uzimajući u obzir izvanredne događaje koji pripadaju skupini nesreća i ozbiljnih nesreća, treba naglasiti kako se veliki broj takvih događaja dogodio na željezničko-cestovnim prijelazima osiguranim signalno-sigurnosnim uređajima što i dalje upućuje na veliku nedisciplinu ponajprije vozača cestovnih vozila. Svako ponašanje sudionika u cestovnom prometu prilikom prelaska željezničke pruge kad to nije dopušteno, pogotovo na prijelazima osiguranim signalno-sigurnosnim uređajima, trebalo bi tretirati kao ugrožavanje sigurnosti željezničkog prometa jer se takav događaj dogodio na dijelu ceste za koji je nadležan upravitelj željezničke infrastrukture. Povećanje udjela ŽCP-a na željezničkoj mreži Republike Hrvatske osiguranih oDGovarajućim signalno-sigurnosnim uređajima samo po sebi pridonosi povećanju sigurnosti željezničkog, ali i cestovnog prometa. NeoDGovorno ponašanje sudionika u cestovnom prometu na mjestu prijelaza ceste preko željezničke pruge trebalo bi spriječiti ne samo tehničkim mjerama, već i drugim sigurnosnim mjerama (edukacija, promidžba sigurnosne kulture i sl.). Na temelju nacionalne klasifikacije prema podacima iz Izvješća o sigurnosti HŽ Infrastrukture d.o.o. [62] u 2015. g. ukupan broj ozbiljnih nesreća (prikazano u tablici 45) je 13, što je u odnosu na petogodišnji prosjek smanjenje za 31,6 %. Najveći broj ozbiljnih nesreća klasificiran je kao nesreće osoba koje su prouzročila vozila u pokretu (7) dok se na ŽCP-ima dogodilo 6 ozbiljnih nesreća. U 2015. g. dogodilo se ukupno 900 incidenata, što je u odnosu na 2014. g. povećanje za 2,5 % (povećanje za 22 incidenta), a u usporedbi s petogodišnjim prosjekom povećanje od 25,7 % (povećanje za 184 incidenta). Ipak, treba reći kako je do ovog povećanja došlo većim dijelom zbog izmijenjene metodologije evidencije jer su se lomovi polubranika/branika i oštećenja infrastrukturnih podsustava do 30. lipnja 2013. g. evidentirali kao štetni događaji, a od 1. srpnja 2013. g. se evidentiraju kao izvanredni događaji.

Tablica 57. Prikaz nesreća

NESREĆE	Ukupno 2015.g.	Osobni popust radnika HŽ Infrastrukture	Osobni popust radnika prijevoznika	Tehnički nedostatak na infrastrukturnim podsustavima	Tehnički nedostatak na vučnim i vučenim vozilima	Vremenska nepogoda	Nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje putnika	Nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje korisnika ŽCP-a	Nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje neovlaštenih osoba	Nesmotreno ili zlonamjerno djelovanje trećih osoba
Sudar vlakova	7	0	0	0	0	0	0	0	3	4
Iskliznuće vlaka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nesreće na ŽCP-ima	24	0	0	0	0	0	0	24	0	0
Nesreće osoba koje su prouzročila željeznička vozila u pokretu	12	2	0	0	0	0	1	0	8	1
Sudar ili iskliznuće pri manevriranju	18	2	10	1	1	0	0	0	1	3
Sudar ili iskliznuće željezničkih vozila za posebne namjene	7	1	0	2	0	0	0	0	0	4
Požari ili eksplozije na željezničkim vozilima	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Druge ozbiljne nesreće	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
UKUPNO	70	5	10	3	1	0	2	24	13	12

Izvor: [63]

Povećanje broja puknuća tračnica u 2015. g. (68 puknuća) je za 54,5 % povećano u usporedbi s 2014. g. (44 puknuća). Najveći broj puknuća tračnica dogodio se na pruzi M101 DG - S. Marof - Zagreb GK, na kojoj je zabilježeno 26 puknuća. Nadalje, u potpoglavlju 3.3. je dana benchmark analiza stanja koincidencije nesreća u prijevozu opasnih tvari.

- Uporabno stanje mreže (obilježja brzine, maksimalnog opterećenja) detaljnije je razrađeno u potpoglavlju 4.5.
- Ograničenja drugih državnih tijela zaduženih za zaštitu okoliša vezana su za prijevoz opasnih tvari kroz nacionalne parkove i kraj vodotokova. Detaljnije je dano u potpoglavljima 3.2. i 3.3.

5.5.1.2. Vremenski kriteriji

Obuhvaćaju analizu po više potkriterija koje čine: uporabno stanje mreže (vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja) te zahtjevi korisnika prijevoza opasnih tvari. Detaljnije je razrađeno u potpoglavljima 4.6. Prognoza prometa na modelu i procjena rasta te 4.7. Modeliranje kapaciteta pruga prema danim prognozama prometa, tj. zauzeća pruge u sadašnjem trenutku i u budućnosti s obzirom na očekivani rast prometa.

5.5.1.3. Prijevozni supstrat

Prijevozni supstrat se analizira prema dodatnim zahtjevima u vidu zahtjeva za manipuliranjem, tj. postupcima pretovara/istovara.

5.5.1.4. Zahtjevi korisnika

Zahtjevi korisnika prijevoza opasnih tvari su adresirani na zahtjeve za trasom u slučaju potrebe za izvanrednim prijevozom opasnih tvari te za tehničke karakteristike vagona, vagona cisterni za prijevoz opasnih tvari.

Zahtjevi za mjestom pretovara, utovara, istovara i manipulacije vežu se uz kolodvore u kojima je dopušteno ranžiranje, sukladno članku 44. a Prometne upute (HŽI-40) su: Čakovec, Karlovac, Koprivnica, Knin, Moravice, Ogulin, Osijek, Rijeka, Slavonski Brod, Solin, Vinkovci, Zagreb Ranžirni kolodvor i Zagreb Glavni kolodvor (samo za vlakove za prijevoz putnika) [64].

5.5.2. *Obrazloženje rezultata*

Rezultati ispitivanja za sve navedene pruge za koridor RH1 i koridor RH2 prikazani su u tablicama 53, 54, 55 i 56 pojedinačno za svaki koridor, odnosno označeno kao prvi i drugi dio za svaki koridor.

5.5.2.1. Pruge koridora RH1

U tablici 53 su u prvom dijelu prikazani međurezultati za koridor RH1. Međurezultati su obrađeni prema prije detaljno objašnjenim koracima:

1. **korak:** U model se unesene, tj. zadane sve moguće opcije (rute) koje dolaze u obzir i kriteriji prema kojima želimo odabrati.
2. **korak:** Odnosi svih kriterija – u tablici 49 je detaljnije prezentirana vrijednost kriterija. Kako bi se lakše obradio odnos između svih kriterija, u tablici je uz numeričku vrijednost dan i tekstualni opis jakosti. U ovom se koraku za svaku kombinaciju parova odabire koliko je po prije danom objašnjenju kriterija jedan od njih bitniji u odnosu na neki drugi. Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova. Uspoređivali su se: kriterij 1 kao prostorni kriterij, kriterij 2 kao vremenski kriterij i kriterij 3 kao kriterij supstrata.

Odnosi kriterija u koraku 2 su u oba slučaja tj. za oba koridora isti, što znači da je usporedbom jakosti za promatranu integriranu mrežu željezničkih pruga za prijevoz opasnih tvari najvažniji kriterij zahtjeva prijevoznog supstrata, odnosno opasnih tvari koje se trebaju prevesti.

Ispitivanje je iskazalo jakost odnosa $1/9$ u usporedbi K1 i K3 što znači da je K3, odnosno prijevozni supstrat 9 (ekstremna važnost) puta jači kao kriterij u odnosu na K1 tj. prostorni kriterij. K2 je u usporedbi sa K3 iskazan u jakosti u omjeru $1/7$ što znači da je K3 7 puta jači u odnosu na K2 tj. vremenski kriterij. Zaključno se kroz analizu zaključuje da u usporedbi prethodno objašnjenih i analiziranih kriterija, kod prijevoza opasnih tvari prijevozni supstrat, odnosno opasna tvar imaju najveći utjecaj kod usporedbe sa zahtjevima koji su vezani za zauzeće vremena i kapaciteta pruge.

3. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 1, tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta) prema kriteriju 1 (prostornom kriteriju) bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavljao za sve kombinacije parova.

Ispitivanje se vršilo usporedbom pruga M101, M102, M103 i M104 prema kriterijima objašnjenim Saatyjevom skalom prema tablici 47. Nastavno na dano, u međuočnos su stavljene navedene pruge u kombinacijama.

Ispitivanje (tablica 53) je iskazalo da su pruge M101 i M102 u odnosu $1/8$, što znači pruga M102 je dokazane važnosti u odnosu na M101. Dakle, jedan kriterij ili alternativa izrazito se favorizira u odnosu na drugi, a njezina dominacija dokazuje se u praksi. Dokazi na osnovi kojih se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi potvrđeni su s najvećom uvjerljivošću prema tablici 47. Pruga M101 je u odnosu od $1/6$ prema pruzi M103 što znači da je M103 strogo važnija od M101 prema podkriterijima objašnjenim u prostornim kriterijima. Dakle, na osnovi iskustva i procjena strogo se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi. Pruga M102 je u odnosu na

prugu M103 u odnosu 1/2 što znači da je prema zadanim kriterijima pruga M103 umjereno važnija od pruge M102. Ostale su pruge ispitivanjem iskazale jednaku važnost, odnosno u dva ili više podkriterija su jednako pridonosile cilju.

4. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 2 (vremenski kriterij), tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta) prema kriteriju 2 bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova. Za potrebe obrade u modelu opcije (rute) sačinjavaju poddionice koridora, tj. pruge opisane i analizirane u poglavljima 3. i 4., a to su M101, M102, M103, M104, M201, M202 i M203.

Ispitivanje se vršilo usporedbom pruga M101, M102, M103 i M104 za koridor RH1 prema kriterijima objašnjenim Saatyjevom skalom prema tablici 47. Nastavno na dano, u međudodnos su stavljene navedene pruge u kombinacijama.

Ispitivanje (tablica 53) je iskazalo da se pruga M102 odnosi prema pruzi M101 kao 1/8 što znači da je pruga M101 od dokazane važnosti po pitanju vremenskih kriterija u odnosu na prugu M101. Pruga M103 je iskazana u odnosu 1/8 prema pruzi M101 što znači da je pruga M101 dokazano jača od M103. Stavljanjem u međudodnos pruga M103 sa prugom M102 dobiven je rezultat koji ukazuje da je pruga M102 od dokazane važnosti u odnosu na prugu M103. Pruga M104 je stavljena u međudodnos sa prugom M103 te je iskazan omjer 1/7 što znači da je vrlo stroga važnost u njihovom odnosu stavljena na prugu M103 po pitanju vremenskih kriterija.

5. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 3 (prijevozni supstrat), tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta) prema kriteriju 3 bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova.

Ispitivanje (tablica 53) je iskazalo da u međudodnosu pruga M101 i pruge M103 vrijedi odnos 1/7 tj. da je pruga M101 od dokazane važnosti u odnosu na prugu M103 kada su u pitanju zahtjevi vezani za prijevozni supstrat. Isto tako pruga M102 iskazuje odnos od 1/7 u ispitivanju prema pruzi M103 (vrlo stroga, dokazana važnost), kao i pruga M104 u odnosu prema M103 iskazuje dokazanu važnost.

6. **korak:** Razradom u modelu, a prema opisanom postupku u 5.1. dobivaju se rezultati u obliku:

- ODABIR rute za prijevoz određene opasne tvari – grafički se i numerički iskazuje koja je opcija (ruta) najbolja za prijevoz određenog supstrata, tj. opasne tvari. U ovom slučaju najbolju opciju (rutu) bi predstavljala ona pruga koja je prema zadanim kriterijima pokazala najbolje tj. podržane rezultate.

Rezultati obrade odabira rute za pruge koridora RH1 prema kriterijima prezentirani u tablici 54.

Ispitujući pruge M102, M104, M101 i M103 prema kriteriju prikaza krajnje odluke odabira prema gore spomenutim i razjašnjenim kriterijima rezultat pokazuje da je pruga M102 dala najbolji rezultat u usporedbi s ostalim sagledavši ukupno uspoređivanje sa svim ostalim kriterijima. M102 je nakon testiranja prema prethodno opisanim koracima, rezultatom od 0,3120 u odnosu M104 sa 0,2898 te M101 sa 0,2872 i M103 sa 0,1109 iskazala da je za potrebe prijevoza supstrata najsigurnija i da najbolje oDGovara zahtjevima koji su postavljeni kao cilj ovog testiranja. Pruga M102 je za odabir prijevoznog puta pružnih dionica na koridoru RH1 ona pružna dionica koja prema prije objašnjenim kriterijima koji se odnose i na samu dionicu i na sam supstrat bolja, tj. koja je najsigurnija.

Dalje su po istim kriterijima ispitane i rangirane ostale pružne dionice. Ukupno uzevši, to ne znači da bi se prijevoz ostalim pružnim dionicama smatrao opasnim, nego taj zaključak ima za posljedicu da daje preporuke upravitelju infrastrukture oko potrebe poduzimanja tehničko – tehnoloških mjera ili modernizacije istih te korisnicima tih dionica npr. operaterima u teretnom prijevozu da obrate dodatnu pažnju prilikom organizacije prijevoza istim.

- **VAŽNOST KRITERIJA** – grafički se i numerički iskazuje koji je kriterij „jači“, tj. koji predstavlja najveću opasnost prilikom prijevoza određenog supstrata, tj. opasne tvari.

Prilikom ispitivanja vrijednosti tj. važnosti kriterija, kao što je pojašnjeno u koraku 2 da je sam prijevozni supstrat sa iskazanim vrijednostima od 0,7693, u odnosu na zbirno prikazane prostorne kriterije 0,1778 i vremenske 0,0528, iskazao najveću vrijednost važnosti uvažavanja. Doista, kod prijevoza opasnih tvari sami zahtjevi za sigurnošću uvelike premašuju možebitne zahtjeve po pitanju zauzeća i stanja trase po kojoj bi se prevozili.

- **STRUKTURA OPCIIJA (RUTA)** – grafički se i numerički iskazuje odnos između opcija (ruta). Kroz tabelarni i grafički se prikaz detaljno razlaže pruga M102 kroz iskazane vrijednosti za prostorni 0,0554, vremenski 0,0118 te prijevozni supstrat 0,2448 te ukupno sa rezultatom od 0,3120 te ostale pruge.
- Sumativno se iskazuje prema kriterijima kako koji od njih utječe na samu odabranu pružnu dionicu.

7. **korak:** Obrada međurezultata, koji su za potrebe rada prezentirani kao zaključci prijašnjih koraka, a radi kvalitetnijeg razumijevanja metode, prezentirani su odmah uz predstavljene korake.

5.5.2.2. Za pruge koridora RH2

U tablici 55 prikazani su međurezultati za koridor RH2. Međurezultati su također obrađeni prema prije detaljno objašnjenim koracima.

1. **korak:** U model se unesene, tj. zadane sve moguće opcije (rute) koje dolaze u obzir i kriteriji prema kojima želimo odabrati.
2. **korak:** Odnosi svih kriterija – u tablici 49 je detaljnije prezentirana vrijednost kriterija. Kako bi se lakše obradio odnos između svih kriterija, u tablici je uz numeričku vrijednost dan i tekstualni opis jakosti. U ovom se koraku za svaku kombinaciju parova odabire koliko je po prije danom objašnjenju kriterija jedan od njih bitniji u odnosu na neki drugi. Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova. Uspoređivali su se: kriterij 1 kao prostorni kriterij, kriterij 2 kao vremenski kriterij i kriterij 3 kao kriterij supstrata.

Odnosi kriterija u koraku 2 su u oba slučaja, tj. za oba koridora isti, što znači da je usporedbom jakosti za promatranu integriranu mrežu željezničkih pruga za prijevoz opasnih tvari najvažniji kriterij zahtjeva prijevoznog supstrata, odnosno opasnih tvari koje se trebaju prevesti.

Ispitivanje je iskazalo jakost odnosa $1/9$ u usporedbi K1 i K3 što znači da je K3, odnosno prijevozni supstrat 9 (ekstremna važnost) puta jači kao kriterij u odnosu na K1 tj. prostorni kriterij. K2 je u usporedbi sa K3 iskazan u jakosti u omjeru $1/7$ što znači da je K3 7 puta jači u odnosu na K2 tj. vremenski kriterij. Zaključno se kroz analizu zaključuje da u usporedbi prethodno objašnjenih i analiziranih kriterija, kod prijevoza opasnih tvari sam prijevozni supstrat, odnosno opasna tvar ima najveći utjecaj kod usporedbe sa zahtjevima koji su vezani za zauzeće vremena i kapaciteta pruge.

3. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 1, tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta), prema kriteriju 1 (prostornom kriteriju), bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavljao za sve kombinacije parova.

Ispitivanje se vršilo usporedbom pruga M102, M201, M202 i M203 prema kriterijima objašnjenim Saatyjevom skalom u tablici 47.

Nastavno na dano, u međuodnos su stavljene navedene pruge u kombinacijama. Ispitivanje je iskazalo da su pruge M102 i M201 u odnosu 1/7 znači pruga M201 je dokazane važnosti u odnosu na M102. Jedan kriterij ili alternativa izrazito se favorizira u odnosu na drugi, a njezina dominacija dokazuje se u praksi. Dokazi na osnovi kojih se favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi potvrđeni su s najvećom uvjerljivošću. Pruga M102 je u odnosu od 1/7 prema pruzi M202 što znači da je M202 dokazano važnija od M201 prema podkriterijima objašnjenim u prostornim kriterijima. Ovdje se na osnovi iskustva i procjena strogo favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi (tablica 47). Pruga M201 je u odnosu na prugu M202 u odnosu 1/8 što znači da je prema zadanim kriterijima pruga M202 umjereno važnija od pruge M201. Pruga M203 u ispitivanjima prema pruzi M102 iskazuje omjer 1/7 isto kao i prema M201 i M202 gdje je omjer 1/8 što ukazuje na dokazanu važnost. Ostale su pruge ispitivanjem iskazale jednaku važnost, odnosno u dva ili više podkriterija su jednako pridonosile cilju.

4. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 2 (vremenski kriterij), tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta) prema kriteriju 2 bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova. Za potrebe obrade u modelu opcije (rute) sačinjavaju poddionice koridora, tj. pruge opisane i analizirane u poglavljima 3. i 4., koje obuhvaćaju pruge M101, M102, M103, M104, M201, M202 i M203.

Ispitivanje se vršilo usporedbom pruga M102, M201, M202 i M203 za koridor RH2 prema kriterijima objašnjenim Saatyjevom skalom (tablica 47). Nastavno na dano, u međuodnos su stavljene navedene pruge u kombinacijama.

Ispitivanje je iskazalo da se pruga M102 odnosi prema pruzi M202 kao 1/6 što znači da je pruga M202 strogo važnija po pitanju vremenskih kriterija u odnosu na prugu M102. Ovdje se na osnovi iskustva i procjene strogo favorizira jedan kriterij ili alternativa u odnosu na drugi prema tablici 47. Pruga M203 je iskazana u odnosu 1/8 prema pruzi M202 što znači da je pruga M202 dokazano jača od M203. Stavljanjem u međuodnos pruga M203 sa prugom M102 dobiven je rezultat koji ukazuje da je pruga M102 od dokazane važnosti u odnosu na prugu M203. Pruga M203 je stavljena u međuodnos s prugom M201 te je iskazan omjer 1/7, što znači da je vrlo stroga važnost u njihovom odnosu stavljena na prugu M201 po pitanju vremenskih kriterija.

5. **korak:** U modelu se radi obrada kriterija 3 (prijevozni supstrat), tj. odabire se koliko je određena opcija (ruta) prema kriteriju 3 bolja u odnosu na neku drugu opciju (rutu). Taj se postupak ponavlja za sve kombinacije parova.

Ispitivanje je iskazalo da je u međuodnosu pruga M201 i pruge M203 odnos 1/7, tj. da je pruga M203 od dokazane važnosti u odnosu na prugu M201 kada su u pitanju zahtjevi vezani za prijevozni supstrat. Isto tako, pruga M102 iskazuje odnos od 1/6 (vrlo stroga, dokazana važnost prema tablici 47) u ispitivanju prema pruzi M201 iskazujući dokazanu važnost.

6. **korak:** Razradom u modelu, a prema opisanom postupku u 5.1. dobivaju se rezultati u obliku:

- ODABIR rute za prijevoz određene opasne tvari – grafički se i numerički iskazuje koja je opcija (ruta) najbolja za prijevoz određenog supstrata, tj. opasne tvari. U ovom slučaju najbolju opciju (rutu) bi predstavljala ona pruga koja je prema zadanim kriterijima pokazala najbolje tj. podržane rezultate. Rezultati obrade odabira rute za pruge koridora RH2 prema kriterijima prezentirani su u tablici 56. Ispitujući pruge M102, M201, M202 i M203 prema kriteriju prikaza krajnje odluke odabira prema gore spomenutim i razjašnjenim kriterijima rezultat pokazuje da je pruga M202 dala najbolji rezultat u usporedbi sa ostalim sagledavši ukupno uspoređivanje sa svim ostalim kriterijima. M202 je nakon testiranja prema prethodno opisanim koracima, rezultatom od 0,3219 u odnosu M102 sa 0,2789 te M203 sa 0,2775 i M201 sa 0,1216 iskazala da je za potrebe prijevoza supstrata najsigurnija i da najbolje oDGovara zahtjevima koji su postavljeni kao cilj ovog testiranja. Pruga M202 je za odabir prijevoznog puta pružnih dionica na koridoru RH2 ona pružna dionica koja prema prije objašnjenim kriterijima koji se odnose i na samu dionicu i na sam supstrat bolja, tj. koja je najsigurnija.

Dalje su po istim kriterijima ispitane i rangirane ostale pružne dionice. Ukupno uzevši, to ne znači da bi se prijevoz ostalim pružnim dionicama smatrao opasnim, nego taj zaključak ima za posljedicu da daje preporuke upravitelju infrastrukture oko potrebe poduzimanja tehničko – tehnoloških mjera ili modernizacije istih te korisnicima tih dionica npr. operaterima u teretnom prijevozu da obrate dodatnu pažnju prilikom organizacije prijevoza istim.

- VAŽNOST KRITERIJA – grafički se i numerički iskazuje koji je kriterij „jači“, tj. koji predstavlja najveću opasnost prilikom prijevoza određenog supstrata, tj. opasne tvari.

Prilikom ispitivanja vrijednosti tj. važnosti kriterija, kao što je pojašnjeno u koraku 2 sam je prijevozni supstrat s iskazanim vrijednostima od 0,7693 u odnosu na zbirno prikazane prostorne kriterije 0,1778 i vremenske 0,0528 iskazao najveću vrijednost

važnosti uvažavanja. Doista, kod prijevoza opasnih tvari sami zahtjevi za sigurnošću uvelike premašuju možebitne zahtjeve po pitanju zauzeća i stanja trase po kojoj bi se prevozili.

- STRUKTURA OPCIJA (RUTA) – grafički se i numerički iskazuje odnos između opcija (ruta).

Sumativno se iskazuje prema kriterijima kako koji od njih utječe na samu odabranu pružnu dionicu. Kroz tabelarni i grafički se prikaz detaljno razlaže pruga M202 kroz iskazane vrijednosti za prostorni 0,0155, vremenski 0,0343 te prijevozni supstrat 0,1722 te ukupno sa rezultatom od 0,3129 te ostale pruge.

7. **korak:** Obrada međurezultata, koji su za potrebe rada prezentirani kao zaključci prijašnjih koraka, a radi kvalitetnijeg razumijevanja metode, prezentirani su odmah uz predstavljene korake.

5.5.3. Zaključne konstatacije

Razvojni planovi po pitanju razvoja optimalnog modela za integriranje kapaciteta željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari u Republici Hrvatskoj ne postoje. Postojeće kapacitete željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari moguće je jednoznačno klasificirati i rangirati, a onda i ponderirati prema unaprijed definiranim sigurnosnim parametrima i parametrima pripadajućeg tehnološkog procesa. Opsežni i iscrpni pregled dan je kroz rad. Isto tako, moguće je objektivno rangirati zahtjeve korisnika prijevoza opasnih tvari, ovlasti upravitelja infrastrukturne mreže i kapaciteta prijevoznika, te je rezultat rangiranja dan kroz rad i razradu AHP metodologije.

S obzirom na tehničko-tehnološku zadanost promatranih elemenata željezničke infrastrukture učinjena je kvantifikacija dijelova željezničke mreže koja poštuje kvalitativnu i kvantitativnu klasifikaciju svakog unaprijed definiranog parametra, te se na temelju klasifikacija izveo jedinstveni kvantifikator za svaki pojedini dio željezničke mreže, iskazan kroz rezultate prikazane oznakom ranga. Da bi se mogli unaprijed definirati parametri, prvenstveno su postojeći kapaciteti željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari jednoznačno klasificirani i rangirani, a onda i ponderirani prema unaprijed definiranim sigurnosnim parametrima i parametrima pripadajućeg tehnološkog procesa.

U radu je dana iscrpna analiza razvojnih potencijala, zakonodavne regulative po pitanju prijevoza opasnih tvari, detekcije i procjene vjerojatnosti nesreća prilikom prijevoza opasnih tvari, benchmark analiza stanja koincidencije nesreća prilikom prijevoza opasnih tvari te sama

željeznička mreža. Analiza je učinjena kroz iscrpnu i detaljnu analizu svih parametara sustava željezničke mreže te prijevoznog supstrata. Kao sekundarni rezultat prikazane analize iskazala se i potreba ažuriranja propisa upravitelja infrastrukture, te operativnih procedura za osoblje koje sudjeluje u prijevozu opasnih tvari. Zbog osjetljivog i dinamičkog prijevoznog tržišta isti bi se trebali periodično godišnje ažurirati.

Isto tako, istraživanja su pokazala da nedostaju terminali gdje bi opasne tvari sigurno mijenjale prometne podsustave u transportnom lancu. Na postojećim prometnicama dolazi do istovremenog prijevoza putnika, konvencionalnih tereta i opasnih tvari. Tuneli, željezničko-cestovni prijelazi u ravnini i dionice s lošim uporabnim stanjem eksponencijalno povećavaju sigurnosni i ekološki rizik. Raspoloživost i uporabno stanje prometne infrastrukture (postojeća kolosiječna geometrija, maksimalna dozvoljena brzina, najveća dozvoljena osovinska opterećenja, slobodni profil kolosijeka i druge karakteristike pri tehničko – tehnološkoj integraciji prometnih podsustava predstavljaju rizik za uspješno funkcioniranje, upravljanje i sigurnost.

U radu se željelo istaknuti i dokazati kako je bitno izraditi makroskopski model integriranja željezničke infrastrukture prema kojem se u prometnoj mreži može odabirati prijevozni put s najmanjim rizikom u procesu prijevoza opasnih tvari, pri tom detektirati kritični i uzročni čimbenici za sigurno, tehnološki efikasno i ekonomično funkcioniranje sustava prijevoza opasnih tvari.

U tu svrhu izvršena je detaljna sigurnosna procjena postojećeg stanja prijevoza opasnih tvari u prometnoj mreži RH. Nastavno su se dobiveni podaci testirali i komparirali metodom za procjenu rizika ovisno o vrsti i količini opasnih tvari koje se prevoze. Istražila se prometna potražnja u segmentu prijevoza opasnih tvari kako bi se utvrdili trendovi. Paralelno su se analizirali podaci o izvanrednim događajima i nesrećama pri prijevozu opasnih tvari u prometnoj mreži RH.

Na temelju komparativnog istraživačkog uvida dobiveni su sljedeći zaključci:

1. Preduvjete za tehničko-tehnološko održivo uključivanje Republike Hrvatske u EU mrežu prometne infrastrukture za prijevoz opasnih tvari kroz razvoj integrirane željezničke mreže, opremljene i upravljane prema smjernicama i direktivama integrirane željezničke mreže EU, moguće je uz stanovite nadogradnje ostvariti;

2. Postojeće kapacitete željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari moguće je jednoznačno klasificirati, rangirati i ponderirati prema unaprijed definiranim sigurnosnim parametrima i parametrima pripadajućeg tehnološkog procesa;
3. Moguće je objektivno rangirati zahtjeve korisnika prijevoza opasnih tvari, ovlasti upravitelja infrastrukturne mreže i kapaciteta prijevoznika;
4. Moguće je na temelju klasifikacija izvesti jedinstveni kvantifikator za svaki pojedini dio željezničke mreže;
5. Primjenom modificiranog makroskopskog modela baziranog na dijakronim mrežama moguće je odrediti lokacije na infrastrukturi integrirane željezničkoj mreže za prijevoz opasnih tvari koje treba tehnički i tehnološki redizajnirati;
6. Upotreba modela AHP tj. metode je apsolutno opravdana te daje jasne lako tumačljive, aplikativne i upotrebljive rezultate, u vidu metrike i jačine ocjene stanja;
7. Metodom je moguće ocijeniti navedene kriterije:
 - uporabno stanje mreže (obilježja brzine, vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja),
 - kritične točke na mreži,
 - zahtjevi korisnika prijevoza opasnih tvari, ovlasti upravitelja infrastrukturne mreže i kapaciteti prijevoznika,
 - prijevozni supstrat,
 - ograničenja od strane drugih državnih tijela zaduženih za zaštitu okoliša.

Iz toga proizlazi aplikativna vrijednost rada koja se ogleda u sljedećem:

- Za ocjenu i dobivanje korelacijskih pokazatelja koristili smo metodu AHP koju nalazimo korisnom za davanje procjene alternativnih rješenja kada imamo više ulaznih kriterija (parametara). Na taj su se način nakon obrade ulazne pretpostavke i kriteriji sveli na kriterije koji nose prostorno - vremenske komponente mreže te kriterij samog prijevoznog supstrata.
- Novi kriteriji za obradu su sljedeći:
 1. **prostorni:** Kritične točke na mreži; Uporabno stanje mreže (obilježja brzine, maksimalnog opterećenja), Ograničenja od strane drugih državnih tijela zaduženih za zaštitu okoliša;
 2. **vremenski:** Uporabno stanje mreže (vremena zauzeća i maksimalnog opterećenja), zahtjevi korisnika prijevoza opasnih tvari;

3. **prijevozni supstrat:** Dana je vrijednost prema dodatnim zahtjevima za postupke prijevoza i manipulacije. Supstrat tj. opasna tvar sa svojim UN brojem može zahtijevati da se prilikom manipulacije postupak odvija pozornim manipuliranjem ili može zabraniti manipuliranje gravitacijom. U tom slučaju nije moguće istu tvar prihvatiti u bilo kojem kolodvoru, već samo u onome u kojem je moguće zadovoljiti uvjete. Ovdje se ističu ovlasti upravitelja infrastrukturne mreže i kapaciteti prijevoznika.

6. ZAKLJUČAK

Upotreba metode AHP prema dostupnoj znanstveno-stručnoj literaturi rijetko je kada dovođena u bitniju korelaciju s izgradnjom nove prometne, a pogotovo željezničke infrastrukture. Jedan od razloga leži u činjenici da je problematika prijevoza opasnih tvari tema koja zahtijeva usku specijalizaciju i odlično poznavanje samog sustava prijevoza opasnih tvari željeznicom i samog supstrata tj. opasnih tvari. Drugi razlog leži u činjenici, da do sada nije učinjena detaljna analiza cijele željezničke mreže sa stanovišta sigurnosnih i tehničko-tehnoloških kriterija. Zbog navedenog, nije do sada bilo moguće istražiti preduvjete te modelirati integrirane kapacitete željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari u Republici Hrvatskoj.

U ovom radu je dan prikaz istraživanja na temu prijevoza opasnih tvari te su sustavno istraženi tehničko-tehnološki polazni parametri elemenata željezničke pružne mreže. Primarno je bilo istražiti postojeće kapacitete željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari, te ispitati je li ih moguće jednoznačno klasificirati i rangirati, a onda i ponderirati prema unaprijed definiranim sigurnosnim parametrima i parametrima pripadajućeg tehnološkog procesa.

Rezultati istraživanja provedenog u ovom radu, dali su makroskopski model integriranja željezničke infrastrukture prema kojem se u prometnoj mreži može odabirati prijevozni put s najmanjim rizikom u procesu prijevoza opasnih tvari i detektirati kritični i uzročni čimbenici za sigurno, tehnološki efikasno i ekonomično funkcioniranje sustava prijevoza opasnih tvari. Kroz obradu i razradu samog modela, koji se uz pomoć aplikativnog softvera, koji je baziran na metodi AHP, dana je procjena koridora RH1 i RH2, te je dana i opisana metodologija koja se može primijeniti na bilo kojoj sekciji pruge, pri tome uvažavajući sve prethodne korake u vidu nalaza stanja sa tehničko-tehnološkog aspekta, aspekta sigurnosti i analize prijevoznog supstrata.

Na temelju prije navedenog u radu se modelirao, modificirao i testirao makroskopski model baziran na dijakronoj mreži, za dizajniranje integrirane željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari te se izradila metodologije za vrednovanje i međusobno rangiranje kriterija korisnika, upravitelja infrastrukture integrirane željezničke mreže i prijevoznika opasnih tvari. Na makroskopskom modelu ispitalo će se kako se pojedine pružne dionice „ponašaju“ kod kros referentnog ispitivanja vrijednosti pojedinih parametara, te kako prijevozni supstrat utječe na ocjenu pružne dionice.

Nova metodologija, primjena metode AHP kroz jednostavni aplikativni softver predstavljat će integrirani faktor razvoja i prekretnicu u prijevozu opasnih tvari željeznicom.

Problemi u istraživanju ogledali su se upravo u nedostatku vizije razvoja i procjeni postojeće (odnosno prema dobivenim rezultatima analize) potrebne nove infrastrukture. Plan razvoja, odnosno klasifikacija i rangiranje redizajniranih kapaciteta željezničke mreže s obzirom na veličine prijevoznih tokova i smjernice razvoja EU mreže za prijevoz opasnih tvari za područje obuhvata istraživanja nije do sada dan, te se ne nalazi u literaturi niti je djelomično obrađen.

Rezultati sekundarnog i primarnog istraživanja imaju praktično značenje za istraženo područje makroskopskog modela i to na način da daju detaljnu analizu stanja, količina i dionika. Na području istraživanja koje je izuzetno slabo razvijeno ne postoji plan razvoja modela optimalnog integriranja kapaciteta željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari u Republici Hrvatskoj ni potrebna vizija.

Tijekom istraživanja se kao rezultat analize iskazala i potreba drugačijeg shvaćanja prometnih pravaca. Danas se obnavlja pružna infrastruktura prometne mreže koja je nastala na prijevoznim potrebama i prometnim prognozama Austro – Ugarske pa je kao takva već odavno zastarjela i nefunkcionalna. Često se kod obnove željezničkih pruga rukovodi potrebama obnove same infrastrukture, a pritom se izostavlja potreba za analizom realnih potreba promjena kvalitativnih karakteristika vezanih uz tehničko-tehnološke i sigurnosne procese u prijevozu opasnih tvari.

Liberalizacija tržišta željezničkih usluga odvija se u Republici Hrvatskoj pod utjecajem dviju posebno važnih okolnosti, pristupa RH Europskoj uniji i harmoniziranja zakonodavstva s politikama i pravnim okvirom zajednice, te potreba strateškog razvoja i modernizacije željezničkog prometa. To je stvorilo pogodan okvir za pojavu novih operatera na tržištu.

Dobiveni rezultati testirani su u realnom okruženju dijela Mediteranskog koridora i Rajna-Dunav koridora unutar prometne infrastrukture RH, a popratni rezultati su iskoristivi za ažuriranje pravne regulative u prijevozu opasnih tvari na teritoriju RH i za utvrđivanje smjernica kvalitetne organizacije ukupnog prometnog sustava RH u segmentu prijevoza opasnih tvari.

Potrebe za razvojem i modifikacijom makroskopskog modela za dizajniranje integrirane željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari, a baziranog na dijakronim mrežama, morale

bi aktivnije uvažavati potrebe tržišta te socio-ekonomski razvitak područja. Na taj bi se način ostvarile i ekonomske koristi i rast.

Istraživanje je potvrdilo sljedeće hipoteze koje su postavljene kao ciljevi istraživanja:

1. Ispitalo se je li moguće primjenom makroskopskog modela baziranog na vremensko-prostornim mrežama odrediti lokacije na infrastrukturi integrirane željezničke mreže za prijevoz opasnih tvari koje treba tehnički i tehnološki redizajnirati. Kroz istraživanje se zaključilo da je to ostvarivo. Dapače, upotrebom višekriterijske metode AHP, koju bi se u budućnosti moglo jednostavno koristiti putem, primjerice aplikacije za mobitel, moguće je dobiti jasno rangiranje i detekciju kritičnih sekcija pružne mreže po svim unaprijed iskazanim kriterijima.
2. Paralelno se ispitalo postojeće kapacitete željezničke infrastrukture za prijevoz opasnih tvari te ih se jednoznačno klasificiralo i rangiralo, a potom i ponderiralo prema unaprijed definiranim sigurnosnim parametrima i parametrima pripadajućeg tehnološkog procesa. Na taj se način dobilo kvalitetni presjek stanja mreže, pri tom uvažavajući sve razvojne planove i prognoze rasta i tokova prijevoza općenito.
3. Objektivno su rangirani zahtjevi korisnika prijevoza opasnih tvari, uvjeta upravitelja infrastrukturne mreže i kapaciteta tj. ograničenja prijevoznika. Istraživanje tog tipa jasno je naznačilo da je prijevozni supstrat taj koji diktira uvjete prijevoza. Obzirom na učinjenu benchmarking analizu sigurnosnog stanja po pitanju prijevoza uočena je potreba za žurnim izmjenama po pitanju jasnijeg prezentiranjem statističkih podataka te razrada i implementacija jedinstvene metodologije za obradu prikupljenih podataka.
4. Istraživanje je dokazalo da je moguća evaluacija dijelova željezničke mreže koja uzima u obzir kvalitativnu i kvantitativnu klasifikaciju svakog unaprijed definiranog parametra, odnosno moguće je na temelju klasifikacija izvesti procjenu za svaki pojedini dio željezničke mreže.

7. LITERATURA

1. Reiter, U., Majstorovic, I., Clemares, A.O., Pretal, G.: The National Transport Model for the Republic of Croatia – Application and Use, Proceedings of the 4th International Conference on Road and Rail Infrastructures – CETRA 2016 23–25 May 2016, Šibenik, Croatia, pp.73-83, CETRA 2016. ISSN 1848-9850
2. Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture: Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. godine.
3. Tolušić, M., Koporčić, N., Tolušić, Z.: The Role and Significance of EU Funds for the Republic of Croatia, Ekonomski vjesnik: Review of Contemporary Entrepreneurship, Business, and Economic Issues, Vol. XXVI No.1 Srpanj 2013. pp. 215-221,
4. Frey, H., Mayerthaler, A., Leth, U.: New indicators for new infrastructure, Proceedings of the 4th International Conference on Road and Rail Infrastructures – CETRA 2016 23–25 May 2016, Šibenik, Croatia, pp. 67-73, CETRA 2016. ISSN 1848-9850
5. Zavada Blašković, J., Hozjan, D., Humić, R.: Impact of the International Environment on the Railway Development in the Republic of Croatia, Suvremeni Promet – Modern Traffic 2015, Volume: 35, Issue Number: 1-2, Hrvatsko Znanstveno Društvo za Promet, pp. 63-68, ISSN: 0351-1898
6. Radoš, B.: Zakonska regulativa pri prijevozu opasnih tvari željeznicom (RID-prijelaz opasnih tvari iz jedne grane u drugu), Novi Sad, 27-28.travanj 2010., INKOL časopis za željeznički i intermodalni transport, godina V, br.16, pp. 93-96, ISSN 451-2246
7. Eurostat, the statistical office of the European Union; http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/rail_pa_esms.htm, 22.02.2017.
8. Bjerga, T., Aven, T., Zio, E.: Uncertainty treatment in risk analysis of complex systems- The cases of STAMP and FRAM, Reliability Engineering& System Safety, Volume 156, 2016, pp. 203-209, ISSN 0951-8320
9. Torretta, V., Rada, E.C., Schiavon, M., Viotti, P.: Decision support systems for assessing risks involved in transporting hazardous materials- A review, Safety Science, Volume 92, February 2017, pp. 1-9, ISSN 0925-7535
10. Schweitzer, L.: Accident frequencies in environmental justice assessment and land use studies, Journal of Hazardous Materials, Volume 156, Issues 1-3, 15 August 2008, p.44-50, PMID 18294770
11. DiFazio, A., Bettinelli, D., Louette, E., Mechin, J.P., Zazza, M., Vecchiarelli, P., Domanico, L.: European Pathways to Introduce EGNOS and Galileo for Dangerous Goods

- Transport, Transportation Research Procedia, Volume 14, 2016, pp. 1482-1491, ISSN 2352-1465
12. Radoš, B.: Procjena vjerojatnosti događaja velikih nesreća pri prijevozu opasnih tvari na Glavnom kolodvoru Zagreb, Novi Sad, 27-28.travanj 2010., INKOL časopis za željeznički i intermodalni transport, godina V, br.16, pp 96-98, ISSN 451-2246
 13. Molero, G.D., Santarremigia, F.E., Aragonés-Beltrán, P., Pastor-Ferrando, J.: Total safety by design- Increased safety and operability of supply chain of inland terminals for containers with dangerous goods, Safety Science, 2016, ISSN 0925-7535, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2016.10.007>.
 14. Russo F., Vitetta A., Rindone C., Quattrone, A.: ITS for monitoring dangerous goods transport: the Italian case, In Proceedings of the European Transport Conference, 2006, Strasbourg, ISBN 1-905701-00-4
 15. Jinshan, H.: Design of Real Time Monitoring System for Dangerous Goods Transportation Based on DSP, Procedia Engineering, Volume 174, 2017, pp 1323-1329, ISSN 1877-7058
 16. Waidringer, J.: Complexity in transportation and logistics systems – an integrated approach to modelling and analysis, Doctoral thesis, Chalmersstekni skahög skola, 2001, Göteborg, Švedska
 17. Vannieuwenhuyse, L., Gelders, L., Pintelon, A.: An online decision support system for transportation mode choice, Logistics Information Management, 2003, Belgija, Vol. 16 Iss: 2, pp125 – 133, ISSN: 0957-4093
 18. Hiselius, L.: Transportation of dangerous goods by railway, Cost simposed on people living nearby, Lund Institute of Technology, Švedska, European Transport Conference 2003, Lund Economic Studies Number 130, ISSN: 0460-0029
 19. Cova, T.J., Conger, S.: Transportation hazards, Handbook of Transportation Engineering, M. Kutz (ed.), McGrawHill, New York,USA, pp.17.1-17.24, Association for European Transport and contributors 2005.
 20. Carlo, H.J., Vis, I.F.A., Roodbergen, K.J.: Seaside operations in container terminals: literature overview, trends, and research directions, Flexible Services and Manufacturing Journal Volume 27, Issue 2-3, 30 September 2015, pp. 224-262, ISSN: 19366582
 21. Van derVlies, A.V., Suddle, S.I.: Structural measures for a safer transport of hazardous materials by rail: The case of the basic network in The Netherlands, Safety Science, Volume 46, Issue 1, 2008, Pages 119-131, ISSN 0925-7535

22. Gemou, M., Bekiaris, E., Tzovaras, D.: Dangerous Goods Transportation Routing, Monitoring and Enforcement, 13th World Congress on ITS, London, 8-12 October 2006, INFSO G4/JJ D(2006)
23. Verma, M.: Analytical approaches to railroad and rail-truck intermodal transportation of hazardous materials, Doctoral thesis, Faculty of Management McGill University, Montreal, Kanada, 2005, ISBN: 978-0-494-21707-8
24. Xie, J., Wong, S.C., Lo, S.M.: Three Extensions of Tong and Richardson's Algorithm for Finding the Optimal Path in Schedule-Based Railway Networks, Journal of Advanced Transportation Volume 2017 (2017), Article ID 9216864, pp. 16
25. Fabiano, B., Currò, F., Palazzi, E., Pastorino, R.: A framework for risk assessment and decision-making strategies in dangerous good transportation, Journal of Hazardous Materials, Volume 93, Issue 1, 2002, pp. 1-15, ISSN 0304-3894
26. Khani, A., Hickman, M., Noh, H. Trip-based path algorithms using the transit network hierarchy, Networks and Spatial Economics, vol. 15, no. 3, pp. 635–653, 2015.
27. Botinčan, M., Nogo, G.: Anomalies in Distributed Branch-and-Cut Solving of the Capacitated Vehicle Routing Problem, Proceedings of the 28th International Conference on Information Technology Interfaces (ITI 2006), Zagreb, University Computing Centre, 2006.677-682
28. Canca, D., Zarzo, A., González-R, P.L., Barrena, E., Algaba, E.: A methodology for schedule-based paths recommendation in multimodal public transportation networks, Journal of Advanced Transportation Volume 47, Issue 3, April 2013, Pages 319-335
29. Radoš, B.: Model razvoja intermodalnog transporta u RH, magistarski rad, Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu, 2007. UDK: 656:658.78(497.5)(043.2)
30. OTIF: <http://www.otif.org/index.php?L=2>, pristupljeno 2017.
31. Odluka o proglašenju Zakona o potvrđivanju protokola od 3. lipnja 1999. godine o izmjenama konvencije o međunarodnom željezničkom prijevozu (COTIF) od 9. Svibnja 1980. godine (protokol 1999.) i Konvencije o međunarodnom željezničkom prijevozu (COTIF) od 9. Svibnja 1980. godine u verziji protokola o izmjenama od 3. lipnja 1999. godine
32. Aneks Propisa o međunarodnom prijevozu opasnih tvari željeznicom (RID – Dodatak C Konvenciji): https://narodne-novine.nn.hr/clanci/međunarodni/2013_09_8_86.html, pristupljeno 2016.
33. Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=8685>,

34. Pravilnik o smjernicama za izradu procjena rizika od katastrofa i velikih nesreća za područje Republike Hrvatske i jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave
Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku, https://civilna-zastita.gov.hr/UserDocsImages/DOKUMENTI_PREBACIVANJE/PLANSKI%20DOKUMENTI%20I%20UREDBE/Procjena%20rizika%20od%20katastrofa%20za%20RH.pdf
35. Agencija za sigurnost željezničkog prometa: Izvješće o radu Agencije za sigurnost željezničkog prometa za 2017.godinu, Zagreb, 2017.
36. Agencija za zaštitu okoliša: Izvješće o stanju okoliša u RH za razdoblje 2009. do 2012., RH 2014
37. HŽ Infrastruktura: Izvješće o sigurnosti za 2017. godinu
38. Agencija za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu: Godišnje izvješće o radu Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu za 2017. godinu
39. Zakon o osnivanju Agencije za istraživanje nesreća u zračnom, pomorskom i željezničkom prometu, NN 54/13, 96/18
40. Serije vagona, http://www.hzcargo.hr/serije_vagona.php, pristupljeno 2017.
41. Statistički ljetopis RH, https://www.dzs.hr/Hrv/Publication/stat_year.htm, 2017.
42. Harrington, H. J., Voehl, F.: The Innovation Tools Handbook, Organizational and Operational Organizational and Opreational Tools, Methods, and Tehniques That Every Innovator Must Know; CRC Press, 2016, Vol.1., ISBN: 1978-1-4987-6050-8
43. ERA, <http://www.era.europa.eu/Pages/Home.aspx>, pristupljeno 2015.
44. Odluka Vlade Republike Hrvatske o razvrstavanju željezničkih pruga (NN br. 03/14)
45. HŽ Infrastruktura: Izvješće o mreži za 2017. godinu, 2017.
46. HŽ Infrastruktura: Priručnik o prugama, 2014.
47. Connecting Europe Facility, <https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility>, pristupljeno 2016.
48. Uredba komisije (EU) br. 1303/2014 od 18. studenoga 2014. o tehničkoj specifikaciji za interoperabilnost koja se odnosi na „sigurnost u željezničkim tunelima” željezničkog sustava Europske unije
49. Pravilnik o željezničkoj infrastrukturi (NN 127/05, NN 16/08)
50. HŽ Infrastruktura: Godišnje poslovno izvješće za 2016.godinu, 2016.
51. HŽ Infrastruktura: Izvješće o mreži za 2015. godinu, 2015.
52. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske: Statistički ljetopis, https://www.dzs.hr/Hrv/Publication/stat_year.htm, 2016.

53. Istraživanje i projektiranje u prometu: Studija razvoja čvora Zagreb, 2015.
54. Tyspa: Studija izvodljivosti rekonstrukcije i dogradnje drugog kolosijeka te izgradnje nove dvokolosiječne pruge na željezničkoj pruzi M103 Dugo Selo – Novska, faza 2 i 3, studeni 2015.
55. Safage: Studija izvodljivosti za dionicu Dugo Selo – Križevci, Koridor Vb Hrvatska, Finalno izvješće, 2010.
56. Italferr: Upgrade, construction of second track of new double track line on sub-section of railway line Hrvatski Leskovac – Karlovac, Comparative analysis among alternatives for the rehabilitaon and doubling of the railway line, 2015.
57. Željezničko projektno društvo: Studija okvirnih mogućnosti izgradnje drugog kolosijeka i rekonstrukcije željezničke pruge na dionici (Kupjak) – Delnice – Škrlevo, 2014.
58. Međunarodna željeznička unija: UIC Code 406, 2nd edition, June 2013, Table 1, pg. 29.
59. Državni zavod za statistiku, 2018.
60. European Commission: Vodič kroz analizu troškova i koristi investicijskih projekata- Alat za ekonomsku procjenu kohezijske politike 2014-2020 European Commission
61. Saaty, T. L.: How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research 48, pp. 9-26, North-Holland, 1990.
62. HŽ Infrastruktura: Izvješće o sigurnosti za 2015. godinu, 2015.
63. Agencija za sigurnost željezničkog prometa, Izvješće o radu za 2015.g., 2015.
64. HŽ Infrastruktura: Izvješće o mreži za 2018. godinu, 2018.

POPIS KRATICA

ADR	Europski sporazum o međunarodnom prijevozu opasnih tvari u cestovnom prometu	The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road
AHP	Analitički hijerarhijski proces	Analitical Hierarchy Process
ALARP	Načelo razvrstavanja rizika	As Low As Reasonably Practicable
CEF	Instrument za povezivanje Europe	The Connecting Europe Facility
CIM	Jedinstvena pravila prema COTIF-u	Uniform Rules concerning the Contract of International Carriage of Goods by Rail
COTIF	Konvencija o međunarodnom željezničkom prijevozu	The Convention concerning International Carriage by Rail,
DG	Državna granica	
ERA	Europska agencija za željeznice	European Union Agency for Railways
ERTMS	Europski sustav upravljanja željezničkim prometom	European Rail Traffic Management System
ETCS	Europskog sustava kontrole vlakova	European Train Control System
HŽI	HŽ Infrastruktura d.o.o.	
IP	Komunikacijska mreža	
IST	Informacijski sustav transporta	
KI	Kritična infrastruktura	
KPI	Ključni pokazatelji uspješnosti	Key performanse indicators
MCA	Višekriterijska analiza	Multi-criteria analysis

OTIF	Međuvladina organizacija za međunarodni prijevoz željeznicom	Intergovernmental Organisation for International Carriage by Rail
PP	Pružni prijelaz	
RFC	Koridor za željeznički teretni prijevoz	Rail Freight Corridor
RH	Republika Hrvatska	
RID	Propis o međunarodnom prijevozu opasnih tvari željeznicom	Regulation concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail
Rk	Ranžirni kolodvor	
SHD	Transmisijaska mreža	
SS	Signalno-sigurnosni uređaj	
SŽ	Slovenske železnice	
STKA	Tip komunikacijskog kabela	
TEN-T	Transeuropska mreža prometnica	Trans-European Network-Transport
TK	Telekomunikacijski kabel	
TSI	Tehničke specifikacije za interoperabilnost	Technical specification for interoperability
UN broj	Identifikacijski UN broj opasnih tvari	
UIC	Međunarodna željeznička unija	International Union of Railways
Zk	Zapadni kolodvor	
ŽAT mreža	Željeznička automatska telefonska mreža	
ŽCP	Željezničko-cestovni prijelaz	Rail crossing

POPIS OZNAKA I MJERNIH JEDINICA

A	Zauzeće infrastrukture [min]
B	Dodatno vrijeme [min]
C	Rezerva za jednokolosiječne pruge [min]
D	Rezerve za održavanje [min]
k	Ukupno vrijeme potroška [min]
K	Iskoristivost kapaciteta [%]
K1	Kriterij 1
K2	Kriterij 2
K3	Kriterij 3
M101	Željeznička pruga DG - S. Marof - Zagreb Gk
M102	Željeznička pruga Zagreb Gk – Dugo Selo
M103	Željeznička pruga Dugo Selo – Novska
M104	Željeznička pruga Novska - Tovarnik – DG
M201	Željeznička pruga DG - Botovo - Dugo Selo
M202	Željeznička pruga Zagreb Gk – Rijeka
M203	Željeznička pruga Rijeka – Šapjane – DG
P	Putnički promet [vlakovi]
U	Odabrani vremenski prozor [min]
U	Ukupni promet [vlakovi]
T	Teretni promet [vlakovi]

POPIS SLIKA

Slika 1. Proces upravljanja rizikom

Slika 2. Matrica za prikaz rizika

Slika 3. Primjer izgleda matrice jednostavnog rizika

Slika 4. Primjer izgleda matrice rizika s uspoređenim rizicima

Slika 5. Vrednovanje rizika razinom matrice rizika (lijevo), prema ALARP načelu (desno)

Slika 6. Scenariji nesreća u tunelima

Slika 7. Metoda UIC E406, Bilanca kapaciteta

Slika 8. Analiza potroška kapaciteta

Slika 9. Stanje kapaciteta na mreži (projekcija 2015. – 2020. godina)

Slika 10. Trend količina opasnih tvari u ukupnom prijevozu 2010-2017 u [%]

Slika 11. Smjernice za prioritetno podizanje kapaciteta na kritičnim dionicama u promatranom periodu 2020.-2030.

Slika 12. Smjernice za prioritetno podizanje kapaciteta na dionicama M101 i M102 u promatranom periodu 2020.-2030.

Slika 13. Smjernice za prioritetno podizanje kapaciteta na dionici M103 u promatranom periodu 2020.-2030.

Slika 14. Smjernice za prioritetno podizanje kapaciteta na dionici M104 u promatranom periodu 2020.-2030.

Slika 15. Smjernice za prioritetno podizanje kapaciteta na dionicama M202 i M203 u promatranom periodu 2020-2030

POPIS TABLICA

Tablica 1. Višekriterijska analiza dionika

Tablica 2. Rizici i grupe rizika

Tablica 3. Prijedlog pokazatelja prilikom opisa osnovnih karakteristika područja

Tablica 4. Vjerojatnost/frekvencije

Tablica 5. Društvena stabilnost – kritična infrastruktura ()

Tablica 6. Društvena stabilnost – ustanove/građevine javnog društvenog značaja

Tablica 7. Približni jedinični troškovi izgradnje raznih kategorija građevina (ovisni o lokaciji)

Tablica 8. Pregled najvažnijih sigurnosnih pokazatelja za razdoblje 2010. - 2017. godine (sukladno ERA metodologiji)

Tablica 9. Željezničke prometne nesreće za razdoblje 2007. - 2016. godine

Tablica 10. Usporedni prikaz količina opasnih tvari prevezenih željeznicom u zemljama EU u razdoblju 2007. – 2016. (na godišnjoj razini u tisućama tona i tonskim kilometrima)

Tablica 11. Podaci o nezgodama/incidentima koji su nastali prilikom prijevoza opasnih tvari u zemljama EU u razdoblju 2006. – 2015.

Tablica 12. Usporedba prijavljenih incidenata u razdoblju 2007. – 2015.

Tablica 13. Popis tunela na dijelu razmatrane mreže

Tablica 14. Tehničko-sigurnosno stanje infrastrukture na poddionicama koridora RH1

Tablica 15. Tehničko-sigurnosno stanje infrastrukture na poddionicama koridora RH2

Tablica 16. Uporabno stanje mreže na koridorima

Tablica 17. Prognoza gradskog putničkog prometa na relaciji Zaprešić - Podsused Tvornica

Tablica 18. Prognoza gradskog putničkog prometa na relaciji Podsused Tvornica – Zagreb Gk

Tablica 19. Prognoza teretnog prometa na relaciji Savski Marof-Zaprešić – Zagreb Gk

Tablica 20. Prognoza gradskog putničkog prometa na relaciji Zagreb GK – Dugo Selo

Tablica 21. Prognoza teretnog prometa na relaciji Dugo Selo – Sesvete – Sava

Tablica 22. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički prijevoz na M103

Tablica 23. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za teretni prijevoz na M103

Tablica 24. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički prijevoz na M104

Tablica 25. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za teretni prijevoz na M104

Tablica 26. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički prijevoz na M201

Tablica 27. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za teretni prijevoz na M201

Tablica 28. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Tablica 29. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Tablica 30. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Tablica 31. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Tablica 32. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Tablica 33. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz

Tablica 34. Dnevni broj vlakova za presječenu godinu za putnički i teretni prijevoz na M203

Tablica 35. Predloženi postoci zauzeća propusnosti pruge

Tablica 36. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice M101 DG – Savski Marof – Zagreb Gk

Tablica 37. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta kolosiječne dionice M102 Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo

Tablica 38. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M103 Dugo Selo – Novska

Tablica 39. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M104 Novska – Vinkovci – Tovarnik – DG

Tablica 40. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M201 DG – Botovo –Dugo Selo

Tablica 41. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M202 Zagreb – Karlovac – Rijeka

Tablica 42. Broj vlakova za presječenu godinu u kojoj se dostiže maksimalno iskorištenje raspoloživog kapaciteta pruge M203 Rijeka – Šapjane - DG

Tablica 43. Trend količina opasnih tvari u ukupnom prijevozu 2010-2017

Tablica 44. Prognoza rasta prijevoza opasnih tvari u ukupnoj količini tereta, na koridorima RH1 i RH2, u broju vlakova

Tablica 45. Matrica pruga i kriterija

Tablica 46. Rangiranje kriterija 3

Tablica 47. Saatyjeva skala

Tablica 48. Tabelarni prikaz modela

Tablica 49. Kombinacije parova I.

Tablica 50. Kombinacije parova II.

Tablica 51. Kombinacije parova III.

Tablica 52. Kombinacije parova IV

Tablica 53. Međurezultati testiranja koridora RH1 metodom AHP

Tablica 54. Rezultati testiranja koridora RH1 metodom AHP

Tablica 55. Međurezultati testiranja koridora RH2 metodom AHP

Tablica 56. Rezultati testiranja koridora RH1 metodom AHP

Tablica 57. Prikaz nesreća

POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1: Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici DG-Savski Marof

Dijagram 2: Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Savski Marof-Zaprešić

Dijagram 3. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zaprešić-Zagreb Zapadni kolodvor

Dijagram 4. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zagreb Zapadni kolodvor-Zagreb Glavni kolodvor

Dijagram 5. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zagreb Glavni kolodvor-Zagreb Borongaj

Dijagram 6. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zagreb Borongaj-Sesvete

Dijagram 7. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Sesvete-Dugo Selo

Dijagram 8. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Dugo Selo-Kutina

Dijagram 9. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Kutina – B. Jaruga

Dijagram 10. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici B. Jaruga-Novska

Dijagram 11. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Novska-N.Kapela-Batrina

Dijagram 12. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici N.Kapela-Batrina-Slavonski Brod

Dijagram 13. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Slavonski Brod-Strizivojna-Vrpolje

Dijagram 14. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Strizivojna -Vrpolje-Vinkovci

Dijagram 15. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Vinkovci-Tovarnik d.g.

Dijagram 16. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Tovarnik -DG

Dijagram 17. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici DG-Botovo

Dijagram 18. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Botovo-Koprivnica

Dijagram 19. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Koprivnica-Križevci

Dijagram 20. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Križevci – Dugo

Dijagram 21. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Zagreb Gk – Trešnjevka (R) rsp. – Delta – Karlovac

Dijagram 22. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Karlovac – Oštarije

Dijagram 23. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Oštarije – Ogulin

Dijagram 24. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Ogulin-Moravice

Dijagram 25. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Moravice-Lokve

Dijagram 26. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Lokve- Škrljevo

Dijagram 27. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Škrljevo-Sušak Pećine

Dijagram 28. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Sušak Pećine-Rijeka

Dijagram 29. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Rijeka – Šapjane

Dijagram 30. Pokazatelji rada za putnički i teretni prijevoz na dionici Šapjane – DG

PRILOZI

Prilog 1. Identifikacija prijetnji – registar rizika

Prilog 2. Razvrstavanje željezničkih pruga od međunarodnog značenja u RH

Prilog 3. Stanje kapaciteta na koridorima

Prilog 1. Identifikacija prijetnji – registar rizika

Redni broj rizika i vrsta prijetnje	Kratak opis scenarija	Utjecaj na društvene vrijednosti	Preventivne mjere	Mjere odgovora
1. Epidemije i pandemije	Epidemija je neobično često pojavljivanje jedne bolesti u jednoj populaciji. Pandemija označava širenje infekcijske bolesti u širokim zemljopisnim regijama, kontinentalnih ili globalnih razmjera. Mogućnost pojave epidemije predstavlja realnu opasnost za stanovništvo bilo kojeg područja pa tako i za stanovnike promatranog područja. Hidrične se prenose vodom (trbušni tifus, bacilna i amebna dizenterija, paratifus, kolera i virusni hepatitis); alimentarne se prenose hranom (sve vrste bolesti kao i kod hidrične epidemije, botulizam, trovanje stafilokokima, salmoneloza, campylobakterioze i ostale CZB); aerogene se prenose zrakom (gripa i druge respiratorne bolesti) i transmisivne - insekti (pjegavi tifus, malarija, vrućica Zapadnog Nila, HGBS, scabies).	1. Život i zdravlje ljudi 2. Gospodarstvo	- protuepidemijske mjere i liječenje kojima će se smanjiti rizik od širenja - brze intervencije higijensko-epidemiološke djelatnosti u suradnji s ostalim djelatnostima Nastavnog zavoda za javno zdravstvo promatranog područja i sanitarne inspekcije. - edukacija stanovništva promatranog područja	- obavješćivanje, edukacija, cijepljenje, DDD mjere, higijensko epidemiološka djelatnost, zaštita vode
2. Ekstremne temperature	Toplinski val kao prirodna pojava uzrokovana klimatskim promjenama nastaje naglo bez prethodnih najava. Pojava toplinskog vala zahvatila je područje priobalnih dijelova županije i otoka, a temperatura iznosi 35°C.	1. Život i zdravlje ljudi 2. Gospodarstvo	- preventivne mjere prema Protokolu o zaštiti od vrućina u periodu 15. svibnja – 15. rujna - pridržavanje preporuka lokalnih zdravstvenih ustanova (rashladiti tijelo, piti dovoljno tekućine, izbjegavati boravak na suncu, ...) - edukacija i osposobljavanje stanovništva promatranog područja	- obavješćivanje, pružanje prve pomoći, zbrinjavanje oboljelih

3. Industrijske nesreće	Na promatranom području nalaze se gospodarski subjekti koji u svom radu koriste/proizvode opasne tvari. Posljedice i utjecaji industrijskih nesreća mogu biti raznovrsni. Najvažniji utjecaj koji mogu imati je ponajprije na život i zdravlje ljudi nastanjenih u bližoj i daljoj okolini, zatim na stanje u okolišu te na okolno gospodarstvo i objekte kritične infrastrukture. Lokacija tvrtke xy na promatranom području Primjer: -nesreća prilikom koje je došlo do pucanja dva kuglasta spremnika UNP-a (2 774 t) uslijed čega je došlo do naglog isparavanja tekuće faze te eksplozije uz prisutnost uzročnika paljenja, -nesreća prilikom koje je došlo do oštećenja nadzemnog vertikalnog spremnika nafte i ispuštanja maksimalne količine nafte u tankvanu površine 14 500 m²; uz prisutnost uzročnika paljenja nastaje požar. Lokacija tvrtke xz Primjer: -nesreća prilikom koje je došlo do oštećenja nadzemnog vertikalnog spremnika nafte kapaciteta 80 000 m³ i pripadajuće tankvane (spremnik u spremniku) te izlivanja nafte, uz prisustvo uzročnika paljenja dolazi do zapaljenja medija, -nesreća prilikom koje je došlo do oštećenja nadzemnog vertikalnog spremnika nafte kapaciteta 80 000 m³ i izlivanja u tankvanu prilikom čega dolazi do oslobađanja plinske faze nafte te eksplozije uz prisutnost uzročnika paljenja, -nesreća prilikom koje je došlo do oštećenja nadzemnog vertikalnog spremnika nafte kapaciteta 80 000 m³ i pripadajuće tankvane te istjecanja medija u okoliš bez nastanka eksplozije/požara.	1. Život i zdravlje ljudi 2. Gospodarstvo 3. Društvena stabilnost i politika	- osiguravanje sigurnog i stabilnog poslovanja postrojenja kako bi se na najmanju moguću mjeru smanjila mogućnost iznenadnog događaja s neželjenim posljedicama te ograničile posljedica uslijed takovog događaja (redovni i izvanredni pregledi i ispitivanja postrojenja, sustav nadzora rada, osposobljavanje djelatnika, provođenje vježbi, ...) - edukacija i osposobljavanje operativnih snaga civilne zaštite promatranog područja	- uzbunjivanje i obavješćivanje, evakuacija, zbrinjavanje, sklanjanje, spašavanje, pružanje prve pomoći
--------------------------------	--	---	---	--

4. Tehničko-tehnološke i druge nesreće u prometu	Tehničko-tehnološke i druge nesreće u prometu mogu nastati u slučajevima prijevoza opasnih tvari u cestovnom, željezničkom, pomorskom i zračnom prometu. Opasne tvari koje se najčešće transportiraju cestovnim prometom kroz xyz županije su goriva benzin-diesel, plin propan-butan, acetilen, klor, amonijak. Željezničkim prometom transportiraju se sljedeće opasne tvari: eurodizel, UNP - ukapljeni naftni plin, vodikov peroksid, kloridna kiselina, benzin, fluoridna kiselina, fenol, natrijev hidroksid, niklov-sulfid, MTB, metanol i nitratna kiselina. U promatranom području odvija se npr. intenzivan pomorski promet. U luke na promatranom području uplovljavaju sve vrste teretnih brodova od kojih najviše za generalni teret zatim kontejneri te tankeri i brodovi za rasuti teret. U slučaju izlivanja mineralnih ulja i naftnih derivata većih razmjera u more vjerojatno bi došlo, osim zagađenja mora, i do zagađenja priobalja i obale, što bi imalo dugotrajne posljedice na ekosustav mora i priobalja, kao i na obavljanje nekih vrsta gospodarskih djelatnosti. Zračni promet promatranog područja odvija se uglavnom preko Zračne luke xyz	1. Život i zdravlje ljudi 2. Gospodarstvo 3. Društvena stabilnost i politika	- izrađeni planovi postupanja u slučaju nesreće - edukacija i osposobljavanje operativnih snaga civilne zaštite promatranog područja	- uzbunjivanje i obavješćivanje, evakuacija, zbrinjavanje, sklanjanje, spašavanje, pružanje prve pomoći
5. Poplava	Poplave su prirodni fenomen čija se pojava ne može izbjeći, ali se poduzimanjem različitih preventivnih mjera rizici od poplavlivanja mogu sniziti na prihvatljivu razinu. Uslijed podizanja voda na promatranom području moguća je ugroza objekata i građevina kritične infrastrukture, kao i druge potencijalne opasnosti i posljedice po stanovništvo, materijalna i kulturna dobra te okoliš promatranog područja.	1. Život i zdravlje ljudi 2. Gospodarstvo 3. Društvena stabilnost i politika	- građenje, tehničko i gospodarsko održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracijsku odvodnju, tehničko i gospodarsko održavanje vodotoka i vodnog dobra i drugi radovi kojima se omogućuju kontrolirani i neškodljivi protoci voda i njihovo namjensko korištenje -izgradnja sustava ranog upozoravanja -edukacija i osposobljavanje operativnih snaga sustava civilne zaštite xyz županije	- uzbunjivanje i obavješćivanje, evakuacija, zbrinjavanje, sklanjanje, spašavanje, pružanje prve pomoći

6. Potres	Potres je elementarna nepogoda do kojeg dolazi uslijed pomicanja tektonskih ploča, a posljedica je podrhtavanje Zemljine kore zbog oslobađanja velike količine energije. Nastaju velikom brzinom, događaju se u bilo koje doba i bez upozorenja. Potresi su vjerojatno najveći uzrok smrtnosti uzrokovane prirodnim katastrofama. Promatrano područje ugroženo je intenzitetom potresa npr. jačine VI°, VII° i VIII° MCS ljestvice.	1. Život i zdravlje ljudi 2. Gospodarstvo 3. Društvena stabilnost i politika	- praćenje seizmičke aktivnosti - protupotresno planiranje, projektiranje i gradnja sukladno oDGovarajućim tehničkim propisima i hrvatskim/europskim normama - edukacija i osposobljavanje operativnih snaga sustava civilne zaštite promatranog područja	- uzbunjivanje i obavješćivanje, evakuacija, zbrinjavanje, sklanjanje, spašavanje, pružanje prve pomoći
7. Požar	Promatrano područje ima dobru organizaciju vatrogasnih postrojbi. Veći požari otvorenog tipa ne predstavljaju visok ili vrlo visok rizik za županiju.	- ne očekuju se veći zastoji u obavljanju aktivnosti	- osposobljavanje i opremanje vatrogasnih snaga - edukacija i osposobljavanje operativnih snaga sustava civilne zaštite promatranog područja	- uzbunjivanje i obavješćivanje, evakuacija, zbrinjavanje, sklanjanje, pružanje prve pomoći
8. Snijeg i led	Npr. gorski dio promatranog područja ugrožen je od snijega i leda u razdoblju od studenoga do travnja, a pogotovo u cestovnom prometu i energetske mreži.	1. Život i zdravlje ljudi 2. Gospodarstvo 3. Društvena stabilnost i politika	- izgradnja sustava ranog upozoravanja - edukacija i osposobljavanje operativnih snaga sustava civilne zaštite promatranog područja	- uzbunjivanje i obavješćivanje, evakuacija, zbrinjavanje, sklanjanje, pružanje prve pomoći
9. Vjetar	Npr. promatrano područje izloženo je učincima olujnog i jakog vjetra (8 i više bofora), koji je često praćen jakom kišom i tučom. U posljednjih 10 godina proglašeno je npr. šest elementarnih nepogoda koje su, prije svega, uzrokovane olujnim vjetrom te popratno jakom kišom i/ili tučom.	1. Život i zdravlje ljudi 2. Gospodarstvo 3. Društvena stabilnost i politika	- izgradnja sustava ranog upozoravanja - edukacija i osposobljavanje operativnih snaga sustava civilne zaštite xyz županije	- uzbunjivanje i obavješćivanje, evakuacija, zbrinjavanje, sklanjanje, pružanje prve pomoći

Izvor: [35]

Prilog 2. Razvrstavanje željezničkih pruga od međunarodnog značenja u RH

Oznaka pruge	Puni naziv željezničke pruge	Skraćeni naziv željezničke pruge	Građevinska duljina pruge (km)
Glavne (koridorske) željezničke pruge			
Koridor RH1 (bivši X. paneuropski koridor) : DG – Savski Marof – Zagreb – Dugo Selo – Novska – Vinkovci – Tovarnik – DG			
M101	(Dobova) - DG – Savski Marof – Zagreb Glavni kolodvor	DG-S.Marof -Zagreb Gk	2 X 26,734
M102 *	Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo	Zagreb Gk – Dugo Selo	2 X 21,202
M103	Dugo Selo – Novska	Dugo Selo – Novska	83,405
M104	Novska – Vinkovci – Tovarnik – državna granica – (Šid)	Novska – Tovarnik – DG	2 X 185,405
Koridor RH2 (Mediterranski koridor – bivši ogranak V.b. paneuropskoga koridora) : DG – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo – Zagreb – Karlovac – Rijeka – Šapjane – DG			
M201	(Gyekenyes) – državna granica – Botovo – Koprivnica – Dugo Selo	DG – Botovo – Dugo Selo	79,565
M102 *	Zagreb Glavni kolodvor – Dugo Selo	Zagreb Gk – Dugo Selo	2x 21,202
M202	Zagreb Glavni kolodvor – Karlovac – Rijeka	Zagreb Gk – Rijeka	227,880
M203	Rijeka – Šapjane – državna granica – (Ilirska Bistrica)	Rijeka – Šapjane – DG	30,896
Koridor RH3 (bivši ogranak V.c. paneuropskoga koridora) : DG – Beli Manastir – Osijek – Slavonski Šamac – DG – (Sarajevo) – DG – Metković – Ploče			
M301	(Magyarboly) – državna granica – Beli Manastir – Osijek	DG – B. Manastir – Osijek	32,505
M302	Osijek – Đakovo – Strizivojna-Vrpolje	Osijek - Strizivojna-Vrpolje	48,377

M303	Strizivojna-Vrpolje – Slavonski Šamac – državna granica – (Bosanski Šamac)	S.-Vrpolje – S. Šamac – DG	23,298
M304	(Čapljina) – državna granica – Metković – Ploče	DG – Metković – Ploče	22,740
Ostale željezničke pruge za međunarodni promet			
M401	Sesvete – Sava rasputnica	Sesvete – Sava	2 X 11,090
M402	Sava rasputnica – Zagreb Ranžirni kolodvor – Zagreb Klara	Sava – Zagreb Klara	2 X 6,677
M403	Zagreb Ranžirni kolodvor (Prijamna skupina) – Zagreb Klara (Karlovački kolosijek)	Zagreb RkPs – Z. Klara (K)	1,056
M404	Zagreb Klara – Delta rasputnica	Zagreb Klara – Delta	3,575
M405	Zagreb Zapadni kolodvor – Trešnjevka rasputnica	Zagreb Zk – Trešnjevka	1,357
M406	Zagreb Borongaj – Zagreb Resnik	Čulinec – Zagreb Resnik	2,007
M407	Sava rasputnica – Velika Gorica	Sava – Velika Gorica	6,295
M408	Zagreb Ranžirni kolodvor (Otpremna skupina) – Mićevacrasputnica	Zagreb RkOs – Mićevac	1,316
M409	Zagreb Klara (Mlaka) – Zagreb Ranžirni kolodvor (Prijamna skupina) (Sisački kolosijek)	Z. Klara – Zagreb RkPs (S)	1,071
M410	Zagreb Ranžirni kolodvor (Otpremna skupina) – Zagreb Ranžirni kolodvor (Prijamna skupina) (IV. obilazni kolosijek)	Zagreb RkOs – Zagreb RkPs	2,719
M501	(Središće) – Državna granica – Čakovec – Kotoriba – državna granica – (Murakeresztur)	DG – Čakovec – Kotoriba –DG	42,355
M502	Zagreb Glavni kolodvor – Sisak – Novska	Zagreb Gk-Sisak-Novska	116,762

M601	Vinkovci – Vukovar-Borovo naselje – Vukovar	Vinkovci - Vukovar	18,712
M602	Škrljevo – Bakar	Škrljevo – Bakar	12,586
M603	Sušak-Pećine – Rijeka Brajdica	Sušak-Rijeka-Brajdica	3,802
M604	Oštarije – Gospić – Knin – Split	Oštarije-Knin-Split	322,083
M605	Ogulin – Krpelj rasputnica	Ogulin – Krpelj	6,118
M606	Knin – Zadar	Knin- Zadar	95,394
M607	Perković – Šibenik	Perković – Šibenik	22,503

* Napomena: Željeznička pruga M102 Zagreb Gk – Dugo Selo pripada X. paneuropskom koridoru, ali se ujedno nalazi i na ogranku V.b. paneuropskoga koridora.

Izvor: [45]

Prilog 3. Stanje kapaciteta na koridorima

PRUGA	DIONICA	Iskorištenje kapaciteta	Trenutno aktivni projekti	Iskorišten kapacitet u voznom redu 2014/2015 (DA/NE)	Kada se očekuje iskoristit će raspoloživog kapaciteta	Zahtjev za udovoljavanjem TSI-a standarda		Planirana izgradnja ili već ugrađeni sustavi ERTMS-a			Preporuka za implementaciju ERTMS-a za FAZU 1 (2016-2026)		
		%				TEN-T mreža	Nacionalni program željezničke infrastrukture od 2016. do 2020.	ETCS 1	GMS-R	ETCS 2	GSM-R	ETCS 2	
ŽELJEZNIČKE PRUGE OD ZNAČAJA ZA MEĐUNARODNI PROMET													
M101 DG-Savski Marof- Zagreb Gk				NE	Iza 2020	DA	DA	NE	NE	NE	DA	DA	
1	ZAGREB ZAP.KOL.-PODSUSE D TV.	50.62		NE	Iza 2020								
2	PODSUSE D TV.-ZAGREB ZAP.KOL	58.83		NE	Iza 2020								
M 102; Zagreb Gk-Dugo Selo				NE	Iza 2020	DA	DA	NE	NE	NE	DA	DA	
3	SESVETE-DUGO SELO	58.10		NE	Iza 2020								
4	DUGO SELO-SESVETE	52.61		NE	Iza 2020								
M103 Dugo Selo-Novska			U tijeku je izrada projektne dokumentacije za rekonstrukciju i modernizaciju postojećeg te dogradnju drugog kolosijeka	DA	Iza 2015	DA	DA	DA	NE	NE	DA	DA	
5	NOVSKA-LIPOVLJANI	101,71		DA	Iza 2015								
M104 Novska-Vinkovci-Tovarnik-DG			Dionica Vinkovci-Tovarnik-DG obnovljena je početkom 2012, dok se završetak obnove dionice Okučani-Novska očekuje krajem 2016.Obnova preostalog djela pruge M104 od Okučana do Vinkovaca trenutno je u fazi izrade studijske dokumentacije. Obnova ove dionice predviđena je za period 2022-2025.	NE	Iza 2045	DA	DA	DA	NE	NE	DA	DA	
	Novska-Strizivojna Vrpolje												
6	NOVSKA-OKUČANI	28,87		NE	Iza 2045								
7	OKUČANI-NOVSKA	37,05		NE	Iza 2045								
	Strizivojna Vrpolje-Vinkovci												
8	IVANKOVO-VINKOVCI	35,21		NE	Iza 2045								
9	VINKOVCI-IVANKOVO	29,50		NE	Iza 2045								
	Vinkovci-Tovarnik-Drž.gr.												
10	JANKOVCI-VINKOVCI	24,47		NE	Iza 2045								
11	VINKOVCI-JANKOVCI	23,65		NE	Iza 2045								
M 201 DG-Botovo-			Pruga M 201 D.G.-Botovo-Koprivnica-Dugo Selo je jednokolosiječna	NE	Iza 2045	DA	DA	DA	NE	NE	DA	DA	

Koprivnica-Dugo Selo			pruga. Elektrificirana je sustavom 25 kV, 50 Hz. Na dionici Dugo Selo-Križevci u duljini od 3 km započelo se sa rekonstrukcijom postojećeg i dogradnjom drugog kolosijeka. Za dionicu Križevci-Koprivnica-DG u tijeku je izrada projektne dokumentacije za rekonstrukciju postojećeg i dogradnju drugog kolosijeka.									
	Botovo-Koprivnica											
12	KOPRIVNICA-DRNJE	49,4		NE	Iza 2045							
	Koprivnica-Dugo Selo											
13	KRIŽEVCI - LEPAVINA	50,72		NE	Iza 2045							
M202 Zagreb Gk-Karlovac-Rijeka			U tijeku je izrada projektne dokumentacije za rekonstrukciju postojećeg i dogradnju drugog kolosijeka na dionici Hrvatski Leskovac-Karlovac-Skradnik te dionicu Škrlevo-Rijeka.	DA		DA	DA	DA	NE	NE	DA	DA
	Zagreb Gk-Karlovac				Iza 2015							
14	JASTREBARSKO-DRAČANCI	53,85		NE	Iza 2020							
	Karlovac-Oštarija											
15	GENERALSKI STOL-GORNJE DUBRAVE	90,85		DA	Iza 2015							
	Oštarija-Moravice											
16	VRBOVSKO-MORAVICE	56,99		NE	Iza 2045							
	Moravice-Lokve											
17	BROD MORAVICE-SKRAD	65,89		NE	Iza 2025							
	Lokve-Škrlevo											
18	DRIVENIK-PLASE	58,55		NE	Iza 2015							
	Škrlevo-Rijeka											
19	ŠKRLJEVO-SUŠAK PEČINE	80,75		NE	Iza 2015							
M203 Rijeka-Šapjane-DG			Dio pruge na dionici od Rijeke do Jurdana (Šapjana) obuhvaćen je projektom obnove i modernizacije pruge Škrlevo-Rijeka		2020	NE	DA	DA	NE	NE	DA	DA
20	ŠAPJANE-JURDANI	54,98		NE	2020							

Izvor: obrada autorice

ŽIVOTOPIS

Božica Radoš (Klojber) rođena je 13. studenog 1970. godine u Zagrebu. Državljanica je Republike Hrvatske, po nacionalnosti Hrvatica. Osnovnu i srednju školu (MIOC) završila je djelomice u Sisku te nastavila u Zagrebu. Diplomirala je 1998. godine, te magistrirala 2007. godine na Fakultetu prometnih znanosti, Sveučilišta u Zagrebu, sa odličnim uspjehom. Godine 2004. položila je državni stručni ispit za profesora, a 2006. državni stručni ispit na Hrvatskim željeznicama. Od 2007. godine je ovlaštena sigurnosna savjetnica za prijevoz opasnih tvari. Godine 2016. doktorirala je na Sveučilištu Educons u polju menadžmenta i poslovanja.

Od 2007. aktivno sudjeluje u radnim tijelima Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske na harmonizaciji i razvijanju zakonodavne osnove za prijevoz opasnih tvari. Dugi niz godina radila je u prosvjeti kao profesor savjetnik, a od 2010. vodi vlastiti projektni ured. U dosadašnjoj je karijeri radila te uspješno završila preko 50 projekata vezanih za željeznički promet u svim fazama razvoja. Sudjelovala je i izradila veći broj razvojnih studija, projekata, studija izvodljivosti te multi kriterijskih analiza u zemlji i izvan nje. Trenutno radi i na projektima izvan Republike Hrvatske kao ključni ekspert Europske Unije.

Članica je Hrvatske komore inženjera tehnologije prometa i transporta, te aktivni ovlašteni inženjer u polju željezničkog prometa od 2011. godine. Dugi niz godina bila je predsjednica Udruge sigurnosnih savjetnika za prijevoz opasnih tvari. Aktivno se služi engleskim, njemačkim i slovenskim jezikom.

Popis radova:

1. Radoš, Jerko; Radoš, Božica; Luburić, Grgo.

Education and technological changes // Annals of DAAAM for 2007 and Proceeding of the 18th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Creativity, Responsibility and Ethics of Engineers / Katalinić, B. (ur.). Vienna : DAAAM International, 2007. 625-627 (sažetak, znanstveni).

2. Radoš, Jerko; Radoš, Božica; Kolar, Velimir.

European train control system // Annals of DAAAM for 2007 and Proceeding of the 18th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Creativity,

Responsibility and Ethics of Engineers / Katalinić, B. (ur.). Vienna : DAAAM International, 2007. 623-625 (sažetak,znanstveni).

3. Radoš, Božica; Radoš, Jerko; Luburić, Grgo.

Air traffic development strategy // Annals of DAAAM for 2006 and Proceeding of the 17th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Mechatronics and Robotics / Katalinić, B. (ur.). Vienna : DAAAM International, 2006. 335-337 (sažetak,znanstveni).

4. Radoš, Božica; Radoš, Jerko; Kolar, Velimir.

Intermodal approach to passenger handling // Annals of DAAAM for 2006 and Proceeding of the 17th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Mechatronics and Robotics" / Katalinić, B. (ur.). Vienna : DAAAM International, 2006. 329-331 (sažetak,znanstveni).

5. Radoš, Božica; Radoš, Jerko; Kolar, Velimir.

Model of optimizing the operation of small airports // Annals of DAAAM for 2006 and Proceeding of the 17th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Mechatronics and Robotics" / Katalinić, B. (ur.). Vienna : DAAAM International, 2006. 331-333 (sažetak,znanstveni).

6. Franković, Ivica; Radoš, Božica; Radoš, Jerko.

Composite materials with fibres // Annals of DAAAM for 2005 and Proceeding of the 16th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Young Scientists and Researchers". Vienna : DAAAM International, 2005. 133-135 (sažetak,znanstveni).

7. Franković, Ivica; Radoš, Božica; Radoš, Jerko.

Desing and application of notar as replacement for classical tail rotor // Annals of DAAAM for 2005 and Proceeding of the 16th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Young Scientists and Researchers" / Katalinić, B. (ur.). Vienna : DAAAM International, 2005. 131-133 (sažetak,znanstveni).

8. Luburić, Grgo; Radoš, Božica; Jovanović, Bojan.

Determination and Assessment of Traffic Corridors for the Transport of Dangerous Goods // 9th International Scientific Conference - POWA 2014. Sisak, 2014. 120-128 (predavanje,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).

9. Radoš, Jerko; Radoš, Božica; Peraković, Dragan.

Aspects of implementing ecological logistic in traffic flows organization // Annals of DAAAM for 2007&PROCEEDINGS of the 18th International DAAAM Symposium

"Intelligent manufacturing&automation:Focus on creativity, ethics of engineers".Vienna, 2007. 627-629 (poster,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).

10. Radoš, Jerko; Radoš, Božica; Kavran, Zvonko.

Use of safety programmed systems in level crossing protection // Annals of DAAAM for 2007&PROCEEDINGS of the 18th International DAAAM Symposium / Katalinic, B. (ur.). Vienna : DAAAM International, 2007. 621-623 (predavanje,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).

11. Radoš, Božica; Radoš, Jerko; Lovrić, Ivica.

Air traffic development guidelines // Annals of DAAAM for 2006. & Proceeding of the 17thInternational DAAAM Symposium / Katalinić, Branko (ur.). Vienna : DAAAM International, 2006. (predavanje,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).

12. Radoš, Božica; Radoš, Jerko; Peraković, Dragan.

Intermodal transport model in Croatia // Annals of DAAAM for 2006 and Proceeding of the 17th International DAAAM Symposium "Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Mechatronics and Robotics / Katalinić, Branko (ur.). Vienna : DAAAM International, 2006. 337-339 (poster,međunarodna recenzija,objavljeni rad,znanstveni).

13. Kunac Josip; Radoš, Božica; Brkić, Milan.

Uvođenje duljih vagona i vlakova za prijevoz kontejnera // Tridesetpeti skup o prometnim sustavima s međunarodnim sudjelovanjem AUTOMATIZACIJA U PROMETU 2015 / 35th Conference on Transportation Systems with International Participation AUTOMATION IN TRANSPORTATION 2015 3.-8.11.2015. / Šakić, Željko (ur.). Zagreb : Korema, 2015. 172-175 (međunarodna recenzija,objavljeni rad).

14. Kunac, Josip; Radoš, Božica; Vinšćak, Dražen.

Ekonomska analiza uvođenja nove trase pruge Koprivnica-Kotoriba // Tridesetčetvrti skup o prometnim sustavima s međunarodnim sudjelovanjem AUTOMATIZACIJA U PROMETU 2014 /34th Conference on Transportation Systems with International Participation AUTOMATION IN TRANSPORTATION 2014 / Šakić, Željko (ur.). Zagreb : Korema, 2014. 274-280 (međunarodna recenzija,objavljeni rad).

15. Radoš, Božica.

Development of a new tourist destination by building a new railway infrastructure // DAAAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOOK 2014 / Katalinić, Branko (ur.). Beč : DAAAM International Vienna, Vienna 2014, 2014.

16. Radoš, Božica; Radoš, Ante.

Risk evaluation of production and implementation of the project. // Proceedings of the 27th DAAAM International Symposium, 27TH DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT MANUFACTURING AND AUTOMATION. 1 (2016) , 1; 0051-0058 (članak, znanstveni).

17. Pavlović, Duško; Knežević, Mladen; Radoš, Božica.

The Challenges in New Tourist Destination Development within the Area of Ecological Network Natura 2000. // Acta Economica Et Turistica. 2/2016 (2016) , 2; 167-175 (prethodno priopćenje, znanstveni).

18. Pavlović, Duško; Radoš, Božica.

The impact of transport on international trade development. // Acta Economica Et Turistica. 1/2016 (2016) , 2; 125-141 (pregledni rad, znanstveni).

19. Radoš, Božica; Radoš, Ante.

Implementation of multi-criteria decision making in planning traffic systems. // Proceedings of the 26th DAAAM International Symposium, 26TH DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT MANUFACTURING AND AUTOMATION. 1 (2015) ; 69-74 (članak, znanstveni).

20. Kunac, Josip; Radoš, Božica; Ljubek, Davor.

Intervencija u slučaju nesreće pri prijevozu opasnih tvari. // Automatika : časopis za automatiku, mjerenje, elektroniku, računarstvo i komunikacije. 1 (2014) ; 123-126 (članak, znanstveni).

21. Kunac, Josip; Radoš, Božica; Abramović Borna.

VAGONI ZA PRIJEVOZ KONTEJNERA. // Automatika : časopis za automatiku, mjerenje, elektroniku, računarstvo i komunikacije. 1 (2013) ; 139-142 (članak, znanstveni).

22. Kunac, Josip; Radoš, Božica, Ljubek, Davor.

Intermodalni transport na Hrvatskim željeznicama. // Tridesetprvi skup o prometnim sustavima s međunarodnim sudjelovanjem AUTOMATIZACIJA U PROMETU 2011. 1 (2011) ; 211-214 (članak, znanstveni).

23. Kokorić, Željko; Blašković-Zavada, Jasna; Radoš, Božica.

Simplified Transit Procedure in Railway Transport. // Promet - Traffic & Transportation. 20 (2008) , 6; 415-422 (pregledni rad, znanstveni).

24. Radoš, Jerko; Radoš, Božica; Zovak, Goran.

Integral transport as function of cargo distribution optimization. // Annals of DAAAM for ... & proceedings of the ... International DAAAM Symposium 1 (2007) ; 629-631 (članak, znanstveni).

25. Kunac, Josip; Radoš, Božica; Ljubek Davor.

Intermodalni vagoni. // Automatika : časopis za automatiku, mjerenje, elektroniku, računarstvo i komunikacije. 1 (2012) ; 123-126 (članak, stručni).