

Postupci analize sigurnosnih elemenata cesta i cestovnih objekata

Krajnović, Ivica

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:959161>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-16**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Ivica Krajnović

POSTUPCI ANALIZE SIGURNOSNIH ELEMENATA CESTA I CESTOVNIH OBJEKATA

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**POSTUPCI ANALIZE SIGURNOSNIH ELEMENATA CESTA I CESTOVNIH OBJEKATA
METHODS OF SAFETY ANALYSIS FOR ROAD ELEMENTS AND ROAD OBJECTS**

Mentor: doc. dr. sc. Marko Ševrović

Student: Ivica Krajnović, 0135227062

Zagreb, 2018.

SAŽETAK

Primarna svrha analize sigurnosti prometnica na cestovnoj infrastrukturi podrazumijeva ocjenu u kojoj mjeri cestovna infrastruktura doprinosi cjelokupnoj razini rizika relevantnoj za vozača i putnike u osobnom automobilu, pješake, bicikliste i motocikliste na cestama u urbanim i ruralnim područjima. Osnovna svrha diplomskog rada je analizirati postupke procjene sigurnosti postojećih prometnica, prognozirati utjecaj infrastrukturnih elemenata na sigurnost prometa te dati primjer provođenja takvog postupka. Cilj diplomskog rada je analizirati i sintetizirati postupke analize sigurnosti prometnica na cestovnoj infrastrukturi te provesti analizu sigurnosti na jednoj dionici odabrane ceste.

KLJUČNE RIJEČI: sigurnost; cestovna infrastruktura; rizik; utjecaj cestovnih elemenata; dionica

SUMMARY

The primary objective of the road safety analysis on the road infrastructure implies the evaluation of to what extent road infrastructure contributes to the risk level relevant to the driver and the passengers in a personal automobile, pedestrians, bicyclists and motocyclists on the roads in urban and rural areas. The primary purpose of this graduate thesis is to analyze the road safety assessment procedures, to forecast the impact of infrastructure elements on traffic safety and to give an example of one of those procedures. The goal of this graduate thesis is to analyze and synthesize the procedures of road safety analysis on road infrastructure and to do an analysis on one road section of the selected road.

KEYWORDS: safety; road infrastructure; risk; impact of road elements; road section

SADRŽAJ

| | |
|--|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U RH OD 2013. - 2017..... | 2 |
| 2.1. Stope smrtnosti u cestovnom prometu u RH od 2007. do 2016..... | 2 |
| 2.2. Općenito o EuroRAP-u | 2 |
| 2.3. Analiza sigurnosti prometa na dionicama državne ceste D3 2013. godine | 3 |
| 2.3.1. Općenito o provođenju analize sigurnosti na državnoj cesti D3 2013. godine | 3 |
| 2.3.2. Rezultati analize sigurnosti na državnoj cesti D3 2013. godine | 4 |
| 2.4. Analiza sigurnosti prometa na dionicama državne ceste D8 2014. godine | 8 |
| 2.5. Analiza sigurnosti prometa na dionicama autoceste A1 2015. godine | 10 |
| 2.6. Analiza sigurnosti prometa na dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-senjske, Zadarske i Šibensko-kninske županije 2016. godine | 12 |
| 2.7. Analiza sigurnosti prometa na dionicama autoceste A3 2017. godine | 17 |
| 3. ANALIZA POSTUPAKA PROCJENE SIGURNOSTI POSTOJEĆIH CESTA | 20 |
| 3.1. Utjecaj cestovne infrastrukture na sigurnost prometa | 20 |
| 3.2. EuroRap/iRAP postupak procjene sigurnosti cesta | 20 |
| 3.2.1. EuroRap/iRAP metodologija | 21 |
| 3.2.2. Protokoli EuroRAP programa za ocjenjivanje sigurnosti cesta..... | 22 |
| 3.2.3. Metodologija utvrđivanja sigurnosti cestovne infrastrukture | 23 |
| 3.2.4. Postupak kodiranja pojedinih segmenata ceste..... | 24 |
| 3.2.5. Tehnički opis kodiranja ceste EuroRAP/iRAP metodologijom..... | 24 |
| 3.3. NSM postupak procjene sigurnosti cesta | 25 |
| 3.3.1. Opseg primjene NSM metode | 26 |
| 3.3.2. Struktura NSM metodologije..... | 27 |
| 3.3.2.1. Statistička analiza podataka o nesrećama na mreži..... | 27 |
| 3.3.2.2. Detaljna analiza dionica | 28 |
| 3.3.2.3. Prioritet rangiranja mjera | 29 |
| 3.4. RSI postupak procjene sigurnosti cesta | 29 |
| 3.4.1. Objekti i koristi RSI postupka procjene sigurnosti cesta..... | 30 |
| 3.4.2. Razlozi i kriteriji odabira za provođenje inspekcije sigurnosti na cestama | 30 |
| 3.4.3. Opća procedura inspekcije sigurnosti na cesti | 31 |

| | |
|---|----|
| 4. PROCJENA UTJECAJA ELEMENATA CESTA I CESTOVNE INFRASTRUKTURE NA SIGURNOST PROMETA | 35 |
| 4.1. Atributi ceste korišteni pri kodiranju ceste na temelju EuroRAP/iRAP postupka | 35 |
| 4.1.2. Odvojeni i neodvojeni kolnici | 35 |
| 4.1.3. Oznaka usmjerenja kolnika..... | 35 |
| 4.1.4. Trošak većih nadogradnji..... | 35 |
| 4.1.5. Postotak motocikala | 36 |
| 4.1.6. Udio biciklista u prometnom toku..... | 36 |
| 4.1.7. Protok pješaka - prelazak preko ceste..... | 36 |
| 4.1.8. Protok pješaka – uzduž ceste na strani vozača i suvozača | 37 |
| 4.1.9. Namjena zemljišta na strani vozača i suvozača | 37 |
| 4.1.10. Tip područja | 37 |
| 4.1.11. Ograničenje brzine..... | 38 |
| 4.1.12. Diferencijalne brzine..... | 38 |
| 4.1.13. Vrsta razdjelnog pojasa | 38 |
| 4.1.14. Vibracijske trake na razdjelnoj crti | 39 |
| 4.1.15. Bočna udaljenost od opasnog mjesta - strana vozača i suvozača | 39 |
| 4.1.16. Vrsta opasnog objekta uz cestu - strana vozača i suvozača | 39 |
| 4.1.17. Vibracijske trake na bankini..... | 41 |
| 4.1.18. Širina asfaltirane bankine - strana vozača i suvozača..... | 42 |
| 4.1.19. Tip raskrižja | 42 |
| 4.1.20. Raskrižja s kanaliziranjem prometnih tokova..... | 43 |
| 4.1.21. Prometno opterećenje na raskrižju | 44 |
| 4.1.22. Kvaliteta raskrižja..... | 44 |
| 4.1.23. Gustoća priključaka na cestu | 45 |
| 4.1.24. Broj prometnih trakova | 45 |
| 4.1.25. Širina prometnog traka..... | 46 |
| 4.1.26. Zakrivljenost | 46 |
| 4.1.27. Kvaliteta zavoja | 46 |
| 4.1.28. Uzdužni nagib ceste | 47 |
| 4.1.29. Stanje kolnika..... | 47 |
| 4.1.30. Otpor pri klizanju/prianjanje | 48 |
| 4.1.31. Delineacija | 48 |
| 4.1.32. Cestovna rasvjeta | 49 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.33. Pješački prijelazi na glavnoj i sporednoj cesti..... | 49 |
| 4.1.34. Kvaliteta pješačkog prijelaza | 50 |
| 4.1.35. Pješačka zaštitna ograda | 50 |
| 4.1.36. Upozorenje na školsku zonu..... | 51 |
| 4.1.37. Nadglednik pješačkog prijelaza kod školske zone | 51 |
| 4.1.38. Usporivači prometa | 51 |
| 4.1.39. Parking za vozila..... | 52 |
| 4.1.40. Udaljenost pješačke staze - strana vozača i suvozača..... | 52 |
| 4.1.41. Servisna sabirna cesta | 53 |
| 4.1.42. Motociklistička infrastruktura | 53 |
| 4.1.43. Biciklistička infrastruktura | 54 |
| 4.1.44. Radovi na cesti..... | 54 |
| 4.1.45. Preglednost..... | 54 |
| 4.2. Atributi nakon kodiranja..... | 55 |
| 4.2.1. Protok vozila (AADT/PGDP) | 55 |
| 4.2.2. Postotak motocikala | 55 |
| 4.2.3. Protok pješaka - prelazak preko ceste..... | 55 |
| 4.2.4. Protok pješaka - duž ceste | 56 |
| 4.2.5. Udio biciklista u prometnom toku..... | 56 |
| 4.2.6. Operativna brzina (85 - percentilna brzina) | 56 |
| 4.2.7. Operativna brzina (medijan)..... | 56 |
| 4.2.8. Ceste koje automobili mogu čitati | 56 |
| 4.2.9. Ciljevi politike ocjene zvjezdicama | 56 |
| 5. PRIJEDLOG OBAVLJANJA POSTUPAKA PROCJENE SIGURNOSTI POSTOJEĆIH CESTA U CILJU UNAPRJEĐENJA SIGURNOSTI PROMETA..... | 57 |
| 5.1. Obavljanja postupka procjene sigurnosti na dionicama državnih cesta D30 i D36 | 57 |
| 5.2. Inspekcija dionica državnih cesta D30 i D36..... | 57 |
| 5.3. Analiza kodiranih atributnih skupina dionica državnih cesta D30 i D36 | 59 |
| 5.4. Podaci o prometnom toku..... | 69 |
| 5.5. Operativne brzine | 69 |
| 5.6. Prometne nesreće | 70 |
| 5.7. Troškovi mjera sanacije | 70 |
| 5.8. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36..... | 70 |

| | |
|--|----|
| 5.9. Prikaz opasnih mjesta i nedostataka cestovne infrastrukture na dionicama cesta D30 i D36..... | 73 |
| 5.10. Prikaz SRS ocjena na dionici državne ceste D30 nakon provedbe odabranih mjera sanacija i primjene SRIP investicijskog plana..... | 75 |
| 6. ZAKLJUČAK..... | 79 |
| POPIS LITERATURE..... | 81 |
| POPIS KRATICA | 83 |
| POPIS ILUSTRACIJA | 84 |

1. UVOD

Cestu kao element sigurnosti prometa karakteriziraju mnogobrojni čimbenici uključujući karakteristike trase ceste, tehničke značajke ceste, stanje kolnika, opremu za cestovni prijevoz, cestovnu rasvjetu, karakteristike raskrižja, utjecaje odbojnih ograda i razinu održavanja ceste. Prometne nesreće u pravilu nisu jednoliko raspoređene uzduž cijele duljine ceste. Na određenim segmentima ceste moguća je viša razina rizika u usporedbi s ostalim cestovnim segmentima što se jasno prikazuje na kartama procijenjenih razina rizika. Karte s ocjenama razina rizika prikazuju kumulativne razine rizika utvrđene na temelju interakcija između sudionika u prometu, vozila i cestovne okoline. Razina rizika koja se utvrđuje temeljem ukupnog broja prijeđenih vozilo-kilometara predstavlja indikator koji služi za usporedbu utvrđenih razina rizika s rezultatima dobivenim u drugim zemljama.

S obzirom na još uvijek izrazito visoki stupanj rizika od događanja prometnih nesreća, ovim istraživanjem istraživat će se postupci analize u kojoj mjeri cestovna infrastruktura utječe na pojavu prometne nesreće te postupci definiranja ulaganja resursa kako bi se mogućnost pojave prometne nesreće maksimalno eliminirala li smanjila težina njihovih posljedica.

U drugom poglavlju diplomskog rada bit će analizirano stanje sigurnosti cestovnog prometa u RH od 2013. - 2017. godine. Uzeti će se određene ceste te prikazati rezultati provedene analize sigurnosti.

U trećem poglavlju bit će analizirani postupci procjene sigurnosti postojećih cesta i dati će se uvid u utjecaj cestovne infrastrukture na sigurnost prometa. Opisat će se EuroRAP/iRAP metodologija, NSM metodologija te RSI metodologija i njihovi protokoli te cjelokupni proces prikupljanja i obrade podataka.

U četvrtom poglavlju bit će izneseni i objašnjeni svi elementi ceste i cestovne infrastrukture (atributi ceste) te objašnjen njihov utjecaj na sigurnost prometa.

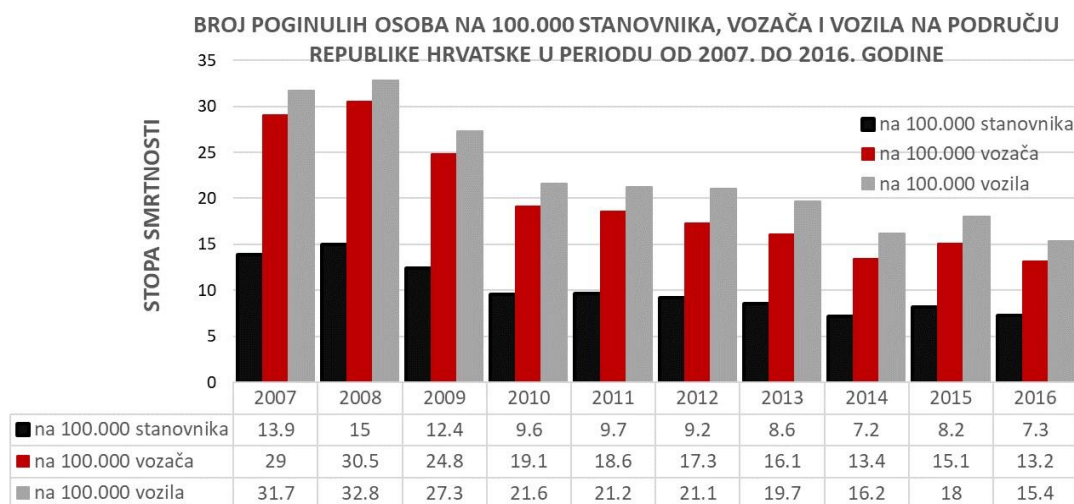
U petom poglavlju bit će prikazan prijedlog obavljanja postupka procjene sigurnosti postojeće ceste. Cesta će biti snimljena te njeni atributi iskodirani pomoću web aplikacije i zatim će se dati uvid u trenutno stanje sigurnosti postojeće ceste te će se dati prijedlozi ulaganja resursa u svrhu sanacije opasnih mjesta i povećanja sigurnosti ceste.

U šestom i zadnjem poglavlju sve će biti sumirano i obuhvaćeno te će se donijeti zaključak.

2. ANALIZA STANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U RH OD 2013. - 2017.

2.1. Stope smrtnosti u cestovnom prometu u RH od 2007. do 2016.

U 2016. godini na području Republike Hrvatske je, prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova, zabilježeno 307 prometnih nesreća sa smrtno stradanim osobama i 10.779 prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama. Procijenjeno je da prometne nesreće uzrokuju smanjenje BDP-a države za oko 2%. Trenutna vrijednost stope smrtnosti u cestovnom prometu iznosi oko 7,3 poginule osobe na 100.000 ljudi. [1]



Slika 1. Broj poginulih osoba u prometnim nesrećama na 100.000 stanovnika, vozača i vozila od 2007. do 2016. godine [1]

2.2. Općenito o EuroRAP-u

EuroRAP projekt jedan je od važnijih alata da se unaprijedi cestovna infrastruktura, odnosno da se smanji broj stradalih na hrvatskim cestama. Umjesto uvriježenog mišljenja o dominantnom utjecaju i odgovornosti vozača za nastanak prometne nesreće te posljedično opsega stradavanja, EuroRAP zastupa i promiče novi pristup podijeljene odgovornosti za smanjivanje broja najtežih posljedica prometne nesreće između ceste, vozila i vozača. Zato ga možemo smatrati inovativnim pristupom problemu sagledavanja prometnih nesreća koji zastupa ideju da čovjek-vozač ima pravo na pogrešku, a da je struka ta koja mora ublažiti posljedice njegovih pogrešaka.

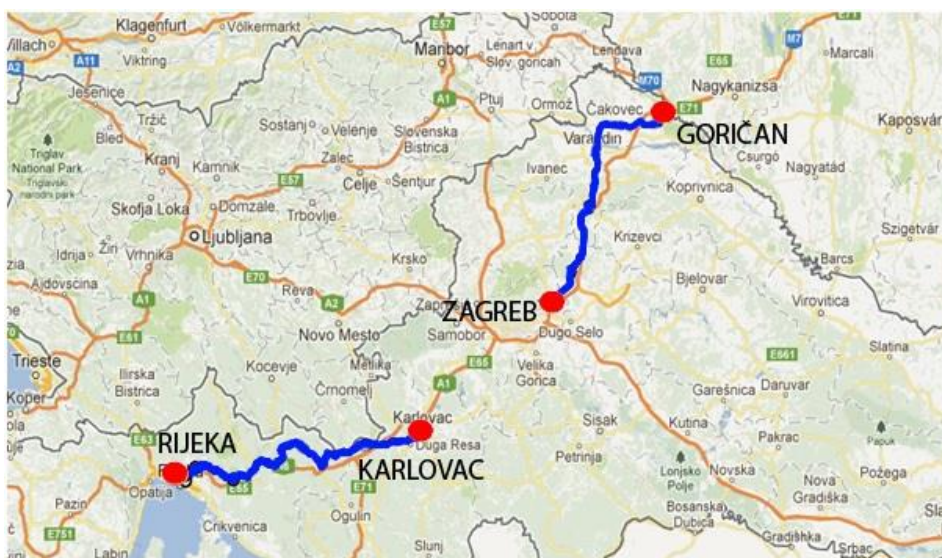
Hrvatski autoklub postao je punopravni član EuroRAP udruge 2005. godine. U to vrijeme bio je jedini nacionalni autoklub države koja nije članica EU. EuroRAP je podržan i od strane vodećih proizvođača automobila te on predstavlja sestrinski program EuroNCAPu (European New Car Assessment Programme / Europski program procjene novih automobila) u okviru kojeg se provode testovi sudara novih vozila na osnovu kojih im se dodjeljuju zvjezdice za sigurnost. EuroRAP metodom dodjeljuju se zvjezdice cestama za sigurnost i izrađuju karte rizika nastanka prometnih nesreća. U tom okviru obavljaju se i specijalne inspekcije tehničkih

značajki cesta te ističu poboljšanja koja se mogu provesti kako bi se smanjila vjerojatnost nastanka prometnih nesreća, odnosno smanjila razina stradanja ako dođe do istih. Fakultet prometnih znanosti je tehnički partner EuroRAP-a i HAK-a nositelj je licence za provođenje inspekcija prema EuroRAP protokolima. Tijekom 2009. i 2010. godine provedeni su pilot projekti ocjenjivanja stanja sigurnosti na najkritičnijim prometnicama u RH gdje su rezultati pokazali kako se upravo na dionicama s najvećim brojem smrtnih slučajeva javljaju niske ocjene stanja prema EuroRAP protokolima. Kroz Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa RH prepoznata su EuroRAP istraživanja gdje se za naredni period (2011.-2020.) predlaže provođenje aktivnosti i sveobuhvatnih istraživanja u sklopu projekta EuroRAP. [2]

2.3. Analiza sigurnosti prometa na dionicama državne ceste D3 2013. godine

2.3.1. Općenito o provođenju analize sigurnosti na državnoj cesti D3 2013. godine

Zavod za prometno planiranje FPZ-a proveo je snimanja te izradio prometnu studiju pod nazivom "Analiza sigurnosti prometa na državnoj cesti D3 prema RPS metodologiji EuroRAP-a" sukladno Ugovoru o poslovnoj suradnji sklopljenom 5.12.2012. između Hrvatskog autokluba i Fakulteta prometnih znanosti i sukladno ovlaštenju EuroRAP-a za provođenje inspekcija. Pomoću specijalno opremljenog vozila snimljene su sve dionice državne ceste D3 kako bi se utvrdila potencijalno opasna mjesta na cesti i definirale aktivnosti koje su potrebne kako bi se povećao postojeći stupanj sigurnosti. Dionica državne ceste D3 snimana je u smjeru od Rijeke do Goričana. Državna cesta D3 povezuje Rijeku na jadranskoj obali sa Zagrebom, Karlovcem i Varaždinom, te se proteže do graničnog prijelaza Goričan s Mađarskom. Državna cesta D3 predstavlja sekundarni prometni koridor na relaciji između grada Zagreba i Rijeke. Ukupna duljina državne ceste D3 iznosi 218,4 km. Prilikom analize državne ceste D3 posebno su promatrana dva odvojena segmenta ceste gdje prva skupina videozapisa uključuje dionice između Rijeke i Karlovca, dok druga skupina videozapisa obuhvaća dionice državne ceste D3 između čvora Popovec i Goričana. [2]



Slika 2. Prikaz snimljenih dionica državne ceste D3 [2]

2.3.2. Rezultati analize sigurnosti na državnoj cesti D3 2013. godine

Analizom je uočeno 17 osnovnih tipova opasnih mjesta na temelju analize videozapisa državne ceste D3. Utvrđeni su nedostaci u postojećoj razini sigurnosti na promatranim dionicama državne ceste D3 te su predložene odgovarajuće mjere u vidu infrastrukturnih zahvata radi sanacija tih opasnih mjesta. Na temelju analize videozapisa promatrane ceste definirani su sljedeći tipovi opasnih mjesta:

1. Mjesta na kojima je početak zaštitne odbojne ograde izveden kosim spuštanjem branika ograde, poniranjem, uklapanjem i sidrenjem u tlo s poluokruglim završnim elementom. Završni elementi zaštitne odbojne ograde nisu zaštićeni na odgovarajući način od naleta vozila na početak ograde. Za adekvatno osiguranje ovakvog tipa opasnog mjesta potrebno je ugraditi odgovarajući zaštitni cestovni sustav
2. Mjesta na kojima početak zaštitne odbojne ograde i ostali objekti u vrhu razdjelnog otoka nisu adekvatno zaštićeni od naleta vozila. Za sanaciju ovakvog tipa opasnog mjesta potrebno je postaviti odgovarajuće ublaživače udara radi sprječavanja direktnog naleta vozila na opasni objekt
3. Mjesta na kojima je elastična odbojna ograda postavljena tako da nedovoljno štiti opasno mjesto. Završni elementi zaštitne odbojne ograde nisu zaštićeni na odgovarajući način od naleta vozila na početak ograde. Radi osiguranja ovakvog tipa opasnih mjesta potrebno je produljiti postojeću zaštitnu odbojnu ogradu te zaštititi opasne završne elemente ograde
4. Mjesta na kojima postoji nedostatak zaštitne odbojne ograde na visokom nasipu te postoji mogućnost slijetanja vozila s ceste. Postojeću zaštitnu odbojnu ogradu potrebno je produljiti radi sprječavanja slijetanja vozila s ceste
5. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila na stijene uz cestu zbog neadekvatne zaštite izbočenih stijena uz rub ceste. Radi osiguranja opasnih mjesta ovakvog tipa potrebno je postaviti zaštitnu odbojnu ogradu odgovarajuće duljine kako bi se spriječio direktan udar vozila u stijene smještene neposredno uz rub ceste
6. Mjesta na kojima ne postoji adekvatna zaštita u slučaju nalijetanja vozila zbog prekida u zaštitnoj odbojnoj ogradi. Radi adekvatnog osiguranja opasnog mjesta potrebno je produljiti odbojnu ogradu
7. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila u zid zbog neadekvatne zaštite kamenih zidova uz rub ceste. Opasno mjesto potrebno je zaštititi odgovarajućim zaštitnim cestovnim sustavom radi sprječavanja direktnog udara vozila u zid
8. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila u stup rasvjete većeg promjera. Radi sprečavanja nalijetanja vozila u stup potrebno je postaviti odgovarajući zaštitni sustav (odbojnu ogradu ili ublaživač udara)
9. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila na veliko kamenje uz rub ceste. Opasna mjesta ovakvog tipa potrebno je sanirati uklanjanjem opasnih objekata, odnosno postavljanjem zaštitne odbojne ograde odgovarajuće duljine

10. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila na prometni znak sa stupovima većeg promjera. Na opasnim mjestima ovakvog tipa potrebno je postaviti zaštitnu odbojnu ogradu odgovarajuće duljine ili postojeći prometni znak pomaknuti na odgovarajuću poziciju kako bi se spriječio direktan udar vozila
11. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila na ostale objekte smještene uz rub ceste. Na opasnim mjestima ovakvog tipa potrebno je postaviti odgovarajući zaštitni cestovni sustav radi ublažavanja posljedica prilikom udara vozila
12. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila na kamenu ili betonsku ogradu uz rub ceste. Ispred završnih elemenata betonske i kamene ograde potrebno je postaviti odgovarajuće naprave za ublaživanje udara
13. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila na betonske stupiće smještene uz rub ceste. Ovakve tipove opasnih mjesta potrebno je sanirati postavljanjem zaštitne odbojne ograde odgovarajuće duljine kako bi se spriječilo slijetanje vozila s ceste
14. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila na stablo većeg promjera smješteno uz rub ceste. Opasno mjesto potrebno je sanirati postavljanjem zaštitne odbojne ograde odgovarajuće duljine ili uklanjanjem drveća većeg promjera koje je smješteno neposredno uz rub ceste
15. Mjesta na kojima postojeća oštećena kamena oграда ne može spriječiti slijetanje vozila s ceste. Ovakav tip opasnog mjesta potrebno je sanirati uklanjanjem postojeće kamene ograde i postavljanjem zaštitne odbojne ograde odgovarajuće duljine radi sprječavanja slijetanja vozila sa ceste
16. Mjesta na kojima postoji mogućnost nalijetanja vozila u betonske stupove nadvožnjaka. Opasno mjesto potrebno je sanirati postavljanjem zaštitne odbojne ograde na dostatnoj udaljenosti od stupova nadvožnjaka. Ovakav tip opasnog mjesta može se sanirati i postavljanjem zaštitnih betonskih ograda tipa "New Jersey" odnosno postavljanjem ublaživača udara ispred stupova nadvožnjaka
17. Mjesta na kojima postoji mogućnost slijetanja vozila u odvodni kanal smješten uz rub ceste i opasnost od naleta na građevinski objekt namijenjen za prelazak preko kanala. Opasno mjesto potrebno je sanirati postavljanjem naprava koje onemogućuju direktan nalet vozila na objekt u odvodnom kanalu. [2]

Pregledom videozapisa dionica državne ceste D3 zabilježen je velik broj mjesta na kojima je početak zaštitne odbojne ograde izveden kosim spuštanjem branika ograde, poniranjem, uklapanjem i sidrenjem u tlo s poluokruglim završnim elementom. Takvi završni elementi zaštitne odbojne ograde nisu zaštićeni na odgovarajući način od naleta vozila na početak ograde što često rezultira s teškim prometnim nesrećama i velikom materijalnom štetom te smrtnim posljedicama za vozača i putnike u vozilu. [2]



Slika 3. Prikaz neadekvatnog završnog elementa zaštitne odbojne ograde na cesti D3 [2]

Na ovakvim opasnim mjestima predloženo je osiguranje završnih elemenata odbojne ograde postavljanjem odgovarajućih sigurnosnih naprava i sustava za ublažavanje posljedica naleta vozila. Odgovarajuća zaštita se postiže napravama koje se prilikom udara vozila deformiraju preuzimajući njegovu kinetičku energiju. Prilikom takvog udara u pravilno zaštićene završne elemente odbojne ograde, ozlijede putnika i materijalna šteta vozila uvelike je smanjena čime se znatno smanjuje broj prometnih nesreća s teškim i smrtnim posljedicama. [2]

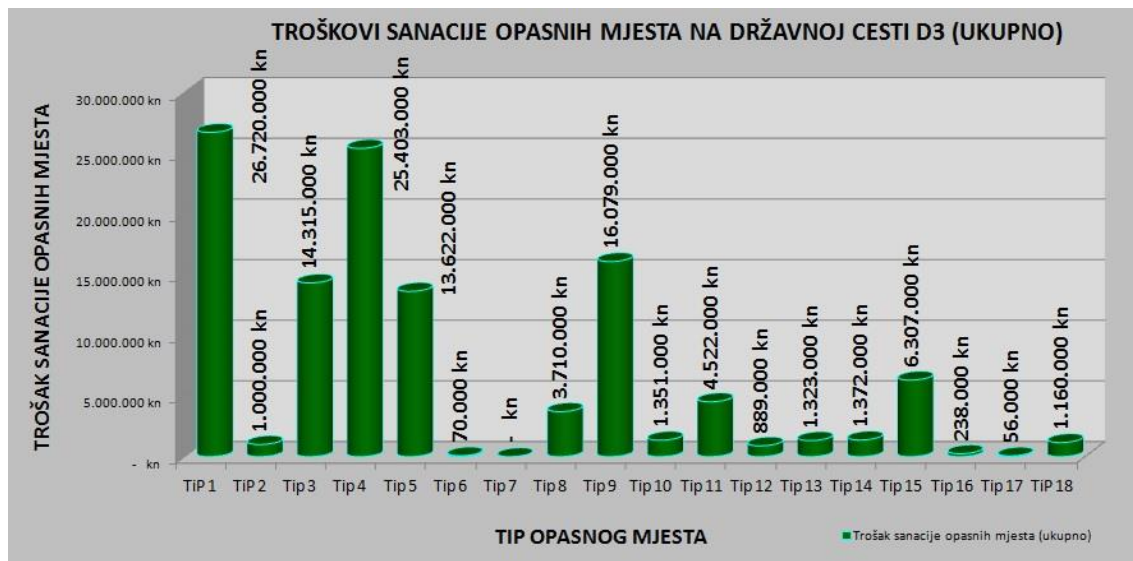


Slika 4. Prikaz primjera adekvatnog završnog elementa zaštitne odbojne ograde [9]

Analizom videozapisa utvrđen je broj pojedinih tipova opasnih mjesta na državnoj cesti D3. Na temelju tih podataka izračunavaju se ukupni troškovi njihove sanacije, a kako bi se pri tom osigurala pouzdanost procijenjenih troškova, potrebno je prikupiti podatke o realnim jediničnim troškovima sanacije ovisno o tipu opasnog mjesta. Na temelju jediničnih troškova mogu se utvrditi aproksimativni troškovi sanacije ovisno o tipu opasnog mjesta. [2]



Grafikon 1. Broj utvrđenih opasnih mjesta na dionicama državne ceste D3 [2]



Grafikon 2. Troškovi sanacije pojedinih tipova opasnih mjesta na državnoj cesti D3 [2]

Potrebno je prikupiti podatke o broju i vrstama prometnih nesreća da bi se utvrdile godišnje koristi od sanacije pojedinih tipova opasnih mjesta. Zatim se procjenjuju godišnji troškovi temeljeni na broju prometnih nesreća i ozbiljnosti posljedica istih. U promatranom trogodišnjem periodu izračunati su i prosječni godišnji društveni troškovi koji su primijenjeni prilikom prognoze troškova u budućim razdobljima. Za procjenu prioriteta pojedinih mjera sanacije izračunava se odnos koristi i troškova koji pokazuje kolika je korist u kunama na svaku uloženu kunu u sanaciju određenog tipa opasnog mjesta. [2]

Mjere sanacije ekonomski su opravdane ako odnos koristi i troškova doseže ili premašuje vrijednost 1, odnosno ako je zadovoljen sljedeći uvjet:

$$\text{OKT} \geq 1$$

U tom su slučaju koristi od sanacije promatranog opasnog mjesta veće od sredstava koje je potrebno investirati, a te procijenjene godišnje koristi od sanacije opasnih mjesta na pojedinim dionicama državne ceste D3 prikazane su u tablici. [2]

Tablica 1. Godišnje društvene koristi od sanacije opasnih mjesta na državnoj cesti D3 [2]

| PROCIJENJENE KORISTI OD SANACIJE OPASNIH MJESTA | | | | |
|--|---------------|--------------------------|--|---|
| DRŽAVNA CESTA D3 | | | PRIJE SANACIJE | NAKON SANACIJE |
| Dionica ceste | Državna cesta | Naziv dionice | Prosječni godišnji društveni trošak prometnih nesreća [kn/god] | Procijenjeno smanjenje postojećih godišnjih društvenih troškova |
| 1 | D3 | GP Goričan - Varaždin | 8.808.000,00 kn | 4.404.000,00 kn |
| 2 | D3 | Varaždin - Breznički Hum | 15.312.000,00 kn | 7.656.000,00 kn |
| 3 | D3 | Breznički Hum - Popovec | 42.696.000,00 kn | 21.348.000,00 kn |
| 4 | D3 | Karlovac - Bosanci | 6.792.000,00 kn | 3.396.000,00 kn |
| 5 | D3 | Bosanci - Stubica | 9.912.000,00 kn | 4.956.000,00 kn |
| 6 | D3 | Bosanci - Delnice | 8.064.000,00 kn | 4.032.000,00 kn |
| 7 | D3 | Delnice - Kikovica | 4.584.000,00 kn | 2.292.000,00 kn |
| 8 | D3 | Kikovica - Rijeka | 4.008.000,00 kn | 2.004.000,00 kn |
| UKUPNO | | | 100.176.000,00 kn | 50.088.000,00 kn |
| UKUPNI TROŠKOVI SANACIJE OPASNIH MJESTA [kn] | | | | 118.137.000 kn |
| SMANJENJE DRUŠTVENIH TROŠKOVA PROMETNIH NESREĆA NAKON SANACIJE [kn/god] | | | | 50.088.000,00 kn |

2.4. Analiza sigurnosti prometa na dionicama državne ceste D8 2014. godine

U 2014. godini na području Republike Hrvatske zabilježeno je 2841 prometne nesreće sa smrtno stradalim osobama i 10.323 prometne nesreće s ozlijeđenim osobama prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova. Procijenjeno je da prometne nesreće uzrokuju smanjenje BDP-a države za oko 2%. [3]

Kako bi se prikupili podaci o elementima cestovne infrastrukture, provedena je inspekcija dionica državne ceste D8 (Jadranska magistrala), ukupne duljine 643 km. Pregledana je cestovna mreža koja se sastoji od ukupno 616 km dvotračne dvosmjerne državne ceste s jednim kolnikom i 27 km brze ceste s razdjelnim pojasom. Jadranska magistrala jedna je od glavnih državnih cesta na području Republike Hrvatske, a izgrađena je 50-tih i 60-tih godina prošlog stoljeća. Proteže se duž obale Jadranskog mora, a povezuje sjeverni i južni Jadran. Trasa Jadranske magistrale pruža se od graničnog prijelaza sa Slovenijom (Pasjak) te prolazi kroz većinu većih hrvatskih primorskih gradova: Rijeku, Zadar, Šibenik, Split, Makarsku, Ploče i Dubrovnik, sve do graničnog prijelaza s Crnom Gorom (Karasovići). Dio Jadranske magistrale koji prolazi kroz Republiku Hrvatsku dugačak je 643,8 km. [3]



Slika 5. Kartografski prikaz dionica Jadranske Magistrale [3]

Tablica 2. Rezultati EuroRAP RPS metodologije za državnu cestu D8 [3]

| Star Ratings | Vehicle Occupant | | Motorcyclist | | Pedestrian | | Bicyclist | |
|----------------|------------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | Length (kms) | Percent | Length (kms) | Percent | Length (kms) | Percent | Length (kms) | Percent |
| 5 Stars | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.30 | 0% | 0.00 | 0% |
| 4 Stars | 12.90 | 2% | 1.60 | 0% | 6.20 | 1% | 14.10 | 2% |
| 3 Stars | 181.70 | 28% | 112.60 | 17% | 50.80 | 8% | 322.03 | 50% |
| 2 Stars | 304.88 | 47% | 326.57 | 51% | 139.50 | 22% | 259.76 | 40% |
| 1 Star | 143.90 | 22% | 202.61 | 31% | 446.58 | 69% | 47.49 | 7% |
| Not applicable | 0.20 | 0% | 0.20 | 0% | 0.20 | 0% | 0.20 | 0% |
| Totals | 643.58 | 100% | 643.58 | 100% | 643.58 | 100% | 643.58 | 100% |

Prema podacima iz tablice 2. vidljivo je da nema segmenata promatrane državne ceste D8 s najvišom RPS ocjenom od 5 zvjezdica (niska razina rizika), dok je 2% ispitanih cestovnih segmenata ocijenjeno s 4 zvjezdice (srednje - niska razina rizika). Cestovnih segmenata ocijenjenih srednjom RPS ocjenom rizika od 3 zvjezdice ima relativno malo (oko 28%). Gotovo polovica cijele trase (47%) ocijenjena je sa samo 2 zvjezdice (srednje - visoka razina rizika), dok je s najnižom RPS ocjenom (1 zvjezdica, visoka razina rizika) ocijenjeno 22% promatrane trase ceste. [3]

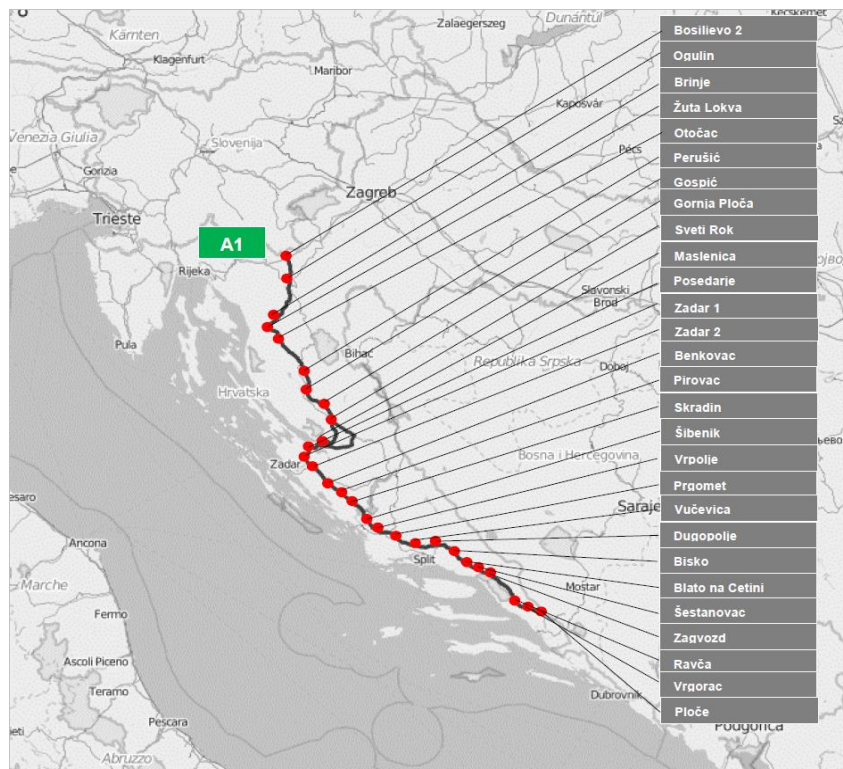


Slika 6. Kartografski prikaz RPS ocjena (vozači i putnici u osobnom automobilu) na državnoj cesti D8 [3]

2.5. Analiza sigurnosti prometa na dionicama autoceste A1 2015. godine

U 2015. godini na području Republike Hrvatske zabilježeno je 3482 prometnih nesreća sa smrtno stradanim osobama i 11.038 prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama. Procijenjeno je smanjenje BDP-a države za oko 2% zbog prometnih nesreća. U 2015. godini poginulo 28 osoba više, odnosno 8,8 posto više nego što je predviđeno Nacionalnim programom sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske, što zahtjeva provođenje hitnih intervencija da se postigne zadovoljavajući stupanj sigurnosti u cestovnom prometu. Tu dolazi do važnosti provođenja EuroRAP/iRAP SRS analize rizika na relevantnim dionicama cestovne mreže s izradom optimalnih investicijskih planova za ulaganje raspoloživih novčanih sredstava na kritičnim elementima cestovne mreže. [5]

Video snimanje dionica autoceste A1, ukupne duljine 818.88 km, provedeno je u kolovozu i rujnu 2015. godine. U narednom periodu je na temelju utvrđenih razina rizika izrađen plan investiranja. Tako bi se trebalo ostvariti podizanje razine sigurnosti (SRIP plan) s kojim su definirani prioriteta u provođenju odgovarajućih mjera sanacije kako bi se postojeća razina sigurnosti promatrane cestovne mreže podigla na prihvatljivu razinu. Autocesta A1 (Dalmatina) dio je cestovnog prometnog pravca između kontinentalnog sjeverozapadnog dijela Hrvatske (Zagreb-Karlovac) i sjeverno-dalmatinske regije (s oslanjanjem na jadranski cestovni pravac). Ova autocesta povezuje sjever i jug Hrvatske i iz niza je razloga od izuzetnog značaja za Republiku Hrvatsku. Predstavlja stratešku pretpostavku za razvoj gospodarstva u najširem smislu, od oživljavanja cijele privrede, a naročito turizma do prihvata i provođenja tranzitnog prometa. Autocesta A1 (Dalmatina) najdulja je autocesta u Republici Hrvatskoj. [4]

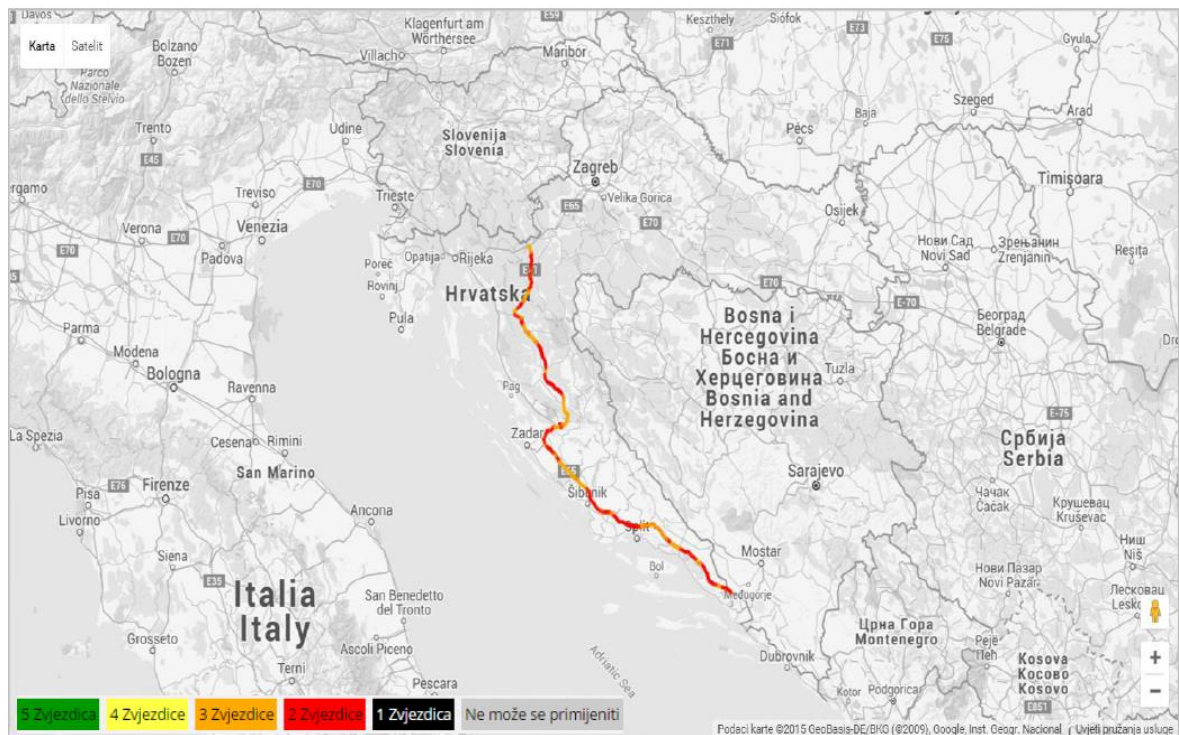


Slika 7. Kartografski prikaz analiziranih dionica autoceste A1 [4]

Tablica 3. Rezultati EuroRAP RPS metodologije za autocestu A1 [4]

| RPS ocjene - broj zvjezdica | Vozač i putnici u osobnom automobilu | | Motociklisti | | Pješaci | | Biciklisti | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak |
| 5 Zvezdica | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 4 Zvezdice | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 3 Zvezdice | 389.73 | 48% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 2 Zvezdice | 429.15 | 52% | 170.21 | 21% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 1 Zvezdica | 0.00 | 0% | 648.67 | 79% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| Ne može se primijeniti | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 818.88 | 100% | 818.88 | 100% |
| Ukupno | 818.88 | 100% | 818.88 | 100% | 818.88 | 100% | 818.88 | 100% |

Iz tablice 3. vidljivo je da niti jedan segment autoceste A1 nije ocijenjen s RPS ocjenama od 5 i 4 zvjezdica. Vidljivo je da je gotovo polovica trase autoceste A1 (48%) ocijenjena s 3 zvjezdice, dok je s ocjenom od 2 zvjezdice ocijenjeno više od pola trase autoceste (52%). Utvrđene razine rizika za motocikliste još su veće, pa je tako 79% promatrane trase autoceste A1 ocijenjeno s minimalnom RPS ocjenom od 1 zvjezdice, dok je preostalih 21% trase ocijenjeno s 2 zvjezdice. Rezultati pokazuju da više od pola trase autoceste A1 ne udovoljava minimalnim sigurnosnim standardima definiranim prema iRAP protokolu. [4]

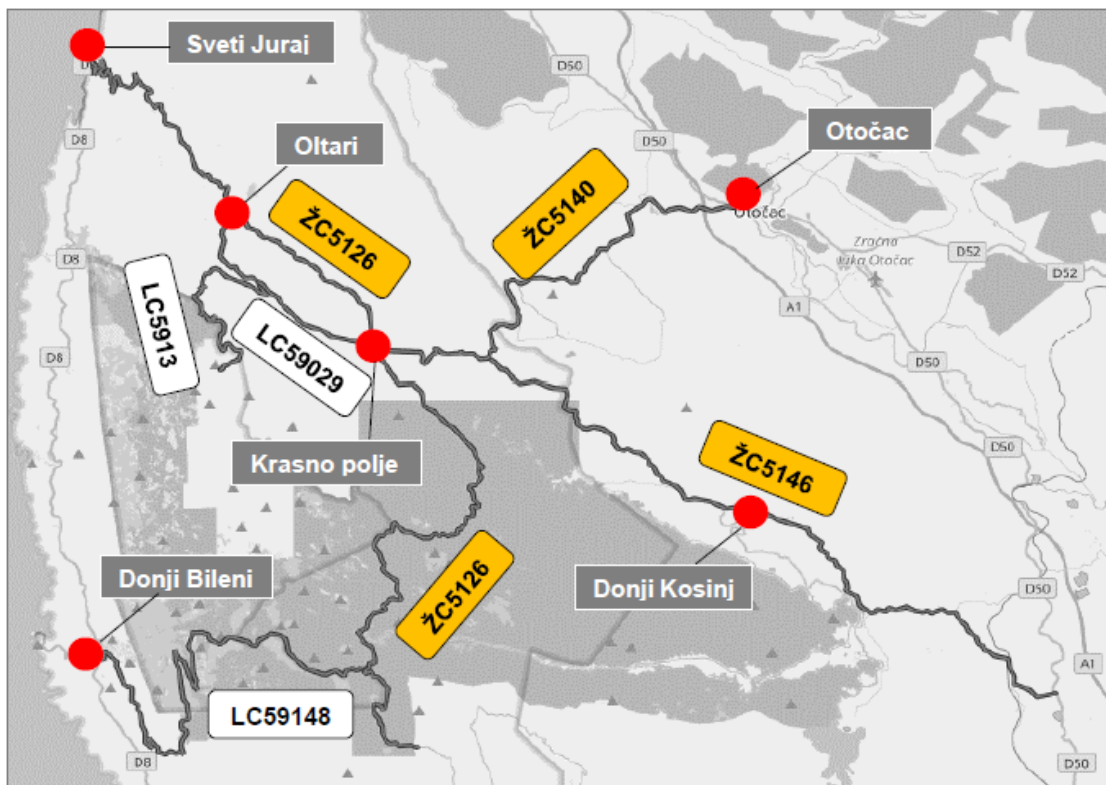


Slika 8. Kartografski prikaz RPS ocjena za vozače i putnike u osobnom automobilu [4]

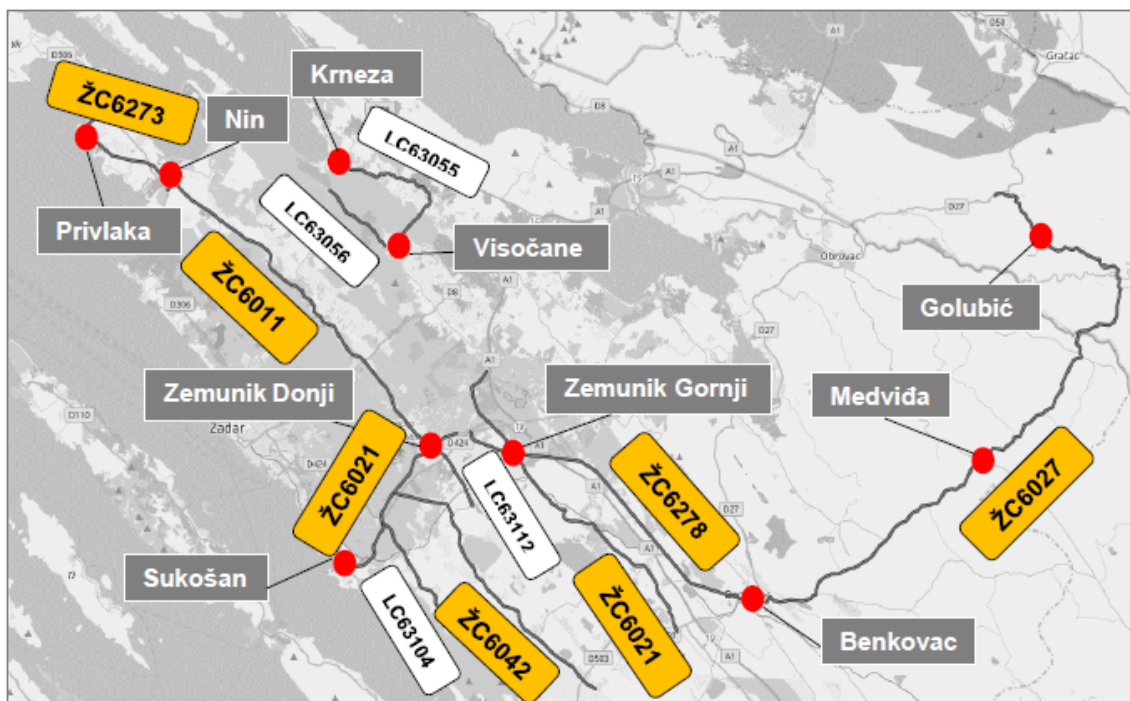
2.6. Analiza sigurnosti prometa na dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-senjske, Zadarske i Šibensko-kninske županije 2016. godine

Prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova, u 2016. godini u Republici Hrvatskoj zabilježeno je 3072 prometnih nesreća sa smrtno stradalim osobama i 10.779 prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama. Procijenjeno je da prometne nesreće uzrokuju smanjenje BDP-a države za oko 2%. [6]

Za potrebe prikupljanja relevantnih podataka, na 19 županijskih i 11 lokalnih cesta na području Ličko-senjske, Zadarske i Šibensko-kninske županije u srpnju i listopadu 2016. godine, provedena je video inspekcija odabranih karakterističnih dionica. [5]



Slika 9. Prikaz dionica županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-Senjske županije [5]



Slika 10. Prikaz dionica županijskih i lokalnih cesta na području Zadarske županije [5]



Slika 11. Prikaz dionica županijskih i lokalnih cesta na području Šibensko-kninske županije [5]

Tablica 4. Rezultati EuroRAP SRS metodologije za dionice županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-Senjske županije [5]

| RPS ocjene - broj zvjezdica | Vozač i putnici u osobnom automobilu | | Motociklisti | | Pješaci | | Biciklisti | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak |
| 5 Zvezdica | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 4 Zvezdice | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 3 Zvezdice | 1.70 | 1% | 0.40 | 0% | 3.20 | 2% | 1.20 | 1% |
| 2 Zvezdice | 11.50 | 8% | 5.20 | 3% | 5.10 | 3% | 7.10 | 5% |
| 1 Zvezdica | 139.10 | 91% | 146.70 | 96% | 1.30 | 1% | 1.30 | 1% |
| Ne može se primijeniti | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 142.70 | 94% | 142.70 | 94% |
| Ukupno | 152.30 | 100% | 152.30 | 100% | 152.30 | 100% | 152.30 | 100% |

Iz podataka o utvrđenim razinama rizika za vozače i putnike u osobnom automobilu navedenim u tablici 4. može se vidjeti da niti jedan segment županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-senjske županije nije ocijenjen sa SRS ocjenom od 5 i 4 zvjezdica, dok je sa SRS ocjenom od 3 zvjezdice ocijenjeno samo oko 1-2% dionica promatranih državnih cesta, ovisno o promatranoj grupi korisnika ceste. [5]

Tablica 5. Rezultati EuroRAP SRS metodologije za dionice županijskih i lokalnih cesta na području Zadarske županije [5]

| RPS ocjene - broj zvjezdica | Vozač i putnici u osobnom automobilu | | Motociklisti | | Pješaci | | Biciklisti | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak |
| 5 Zvezdica | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 4 Zvezdice | 0.60 | 0% | 0.00 | 0% | 2.90 | 2% | 1.60 | 1% |
| 3 Zvezdice | 38.20 | 22% | 33.00 | 19% | 28.30 | 16% | 22.10 | 13% |
| 2 Zvezdice | 41.70 | 24% | 43.00 | 25% | 17.20 | 10% | 24.30 | 14% |
| 1 Zvezdica | 92.10 | 53% | 96.60 | 56% | 3.00 | 2% | 3.40 | 2% |
| Ne može se primijeniti | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 121.20 | 70% | 121.20 | 70% |
| Ukupno | 172.60 | 100% | 172.60 | 100% | 172.60 | 100% | 172.60 | 100% |

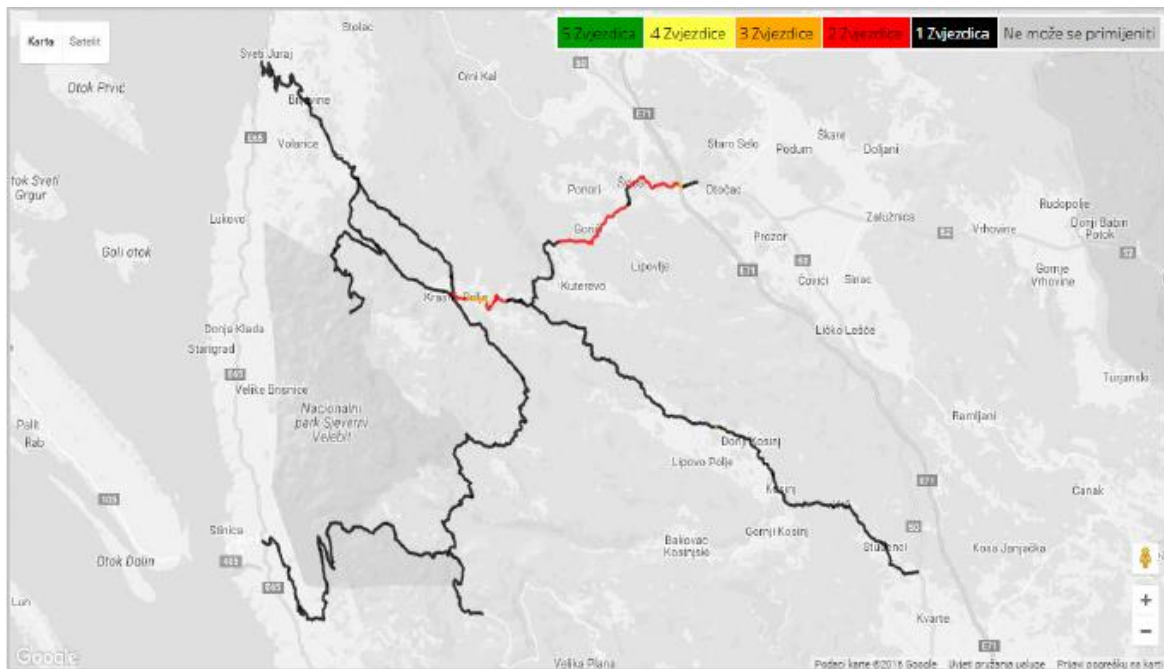
Iz podataka o razinama rizika za vozače i putnike u osobnom automobilu u tablici 5. može se vidjeti da niti jedan segment županijskih i lokalnih cesta na području Zadarske županije nije ocijenjen sa SRS ocjenom od 5 zvjezdica, dok je sa SRS ocjenom od 4 zvjezdice ocijenjeno samo oko 1-2% dionica promatranih županijskih i lokalnih cesta, ovisno o grupi korisnika ceste. [5]

Tablica 6. Rezultati EuroRAP metodologije za dionice županijskih i lokalnih cesta na području Šibensko-kninske županije [5]

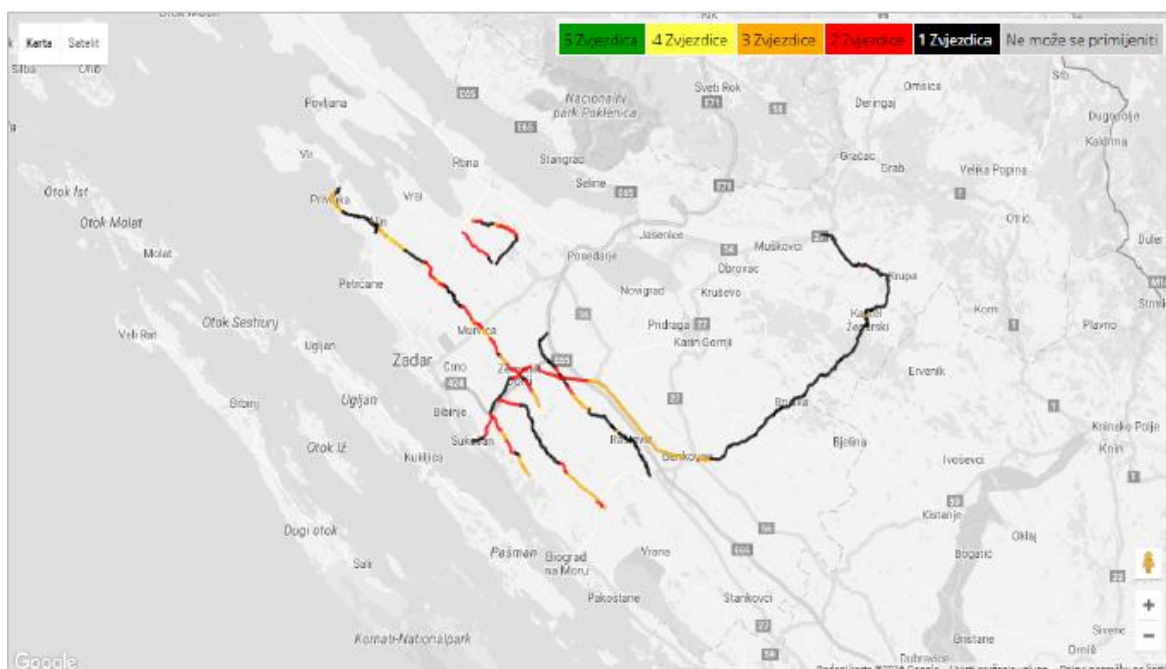
| RPS ocjene - broj zvjezdica | Vozač i putnici u osobnom automobilu | | Motociklisti | | Pješaci | | Biciklisti | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak |
| 5 Zvezdica | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 4 Zvezdice | 7.50 | 5% | 4.10 | 3% | 2.30 | 2% | 9.00 | 6% |
| 3 Zvezdice | 24.90 | 17% | 23.90 | 16% | 18.80 | 13% | 16.10 | 11% |
| 2 Zvezdice | 22.80 | 15% | 24.40 | 16% | 14.10 | 9% | 8.20 | 5% |
| 1 Zvezdica | 94.00 | 63% | 96.70 | 65% | 3.70 | 2% | 5.60 | 4% |
| Ne može se primijeniti | 0.00 | 0% | 0.10 | 0% | 110.30 | 74% | 110.30 | 74% |
| Ukupno | 149.20 | 100% | 149.20 | 100% | 149.20 | 100% | 149.20 | 100% |

Prema podacima o utvrđenim razinama rizika za vozače i putnike u osobnom automobilu u tablici 6. može se vidjeti da niti jedan segment županijskih i lokalnih cesta na području Šibensko-kninske županije nije ocijenjen sa SRS ocjenom od 5 zvjezdica, dok je sa SRS ocjenom od 4 zvjezdice ocijenjeno oko 2-6% dionica, ovisno o grupi korisnika ceste. Minimalno prihvatljiva SRS ocjena od 3 zvjezdice utvrđena je na od 11 do 17% promatranih županijskih i lokalnih cesta na području Šibensko-kninske županije također ovisno o grupi korisnika ceste. Iz ocjena za vozače i putnike u osobnom automobilu može se vidjeti da je oko 63% promatranih

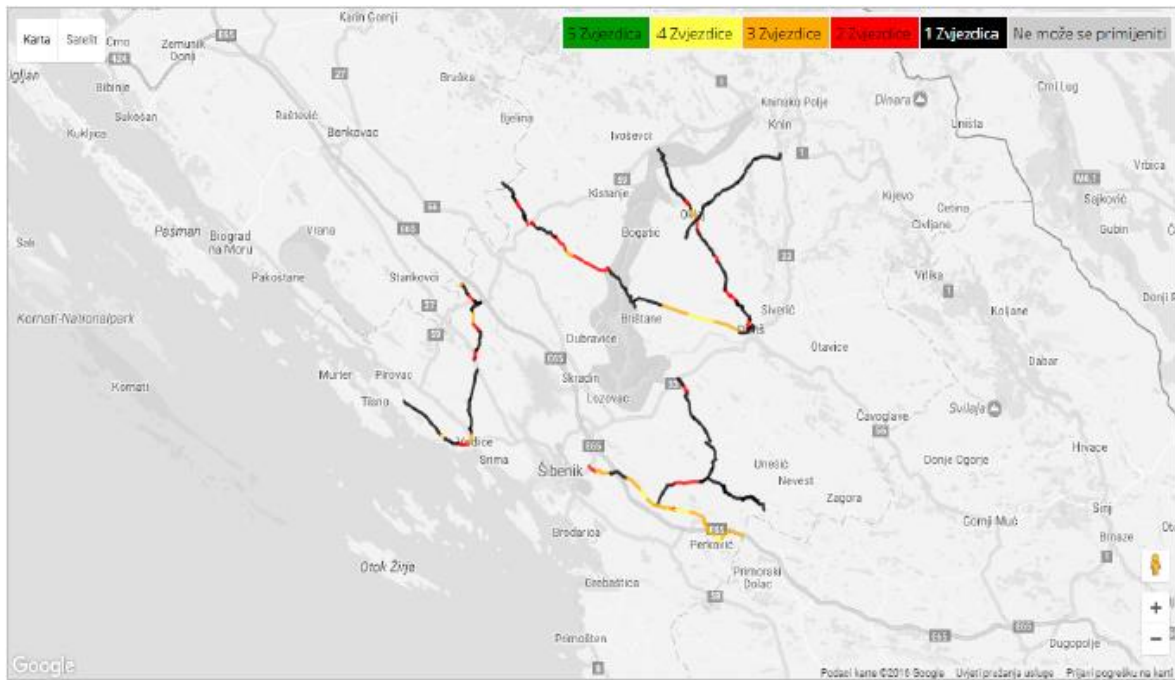
dionica županijskih i lokalnih cesta ocijenjeno s najnižom SRS ocjenom od 1 zvjezdice. Oko 15% promatranih dionica županijskih i lokalnih cesta ocijenjeno je sa SRS ocjenom od 2 zvjezdice, dok je 17% dionica ocijenjeno s minimalno prihvatljivom SRS ocjenom od 3 zvjezdice. Ostalih 5% dionica ocijenjeno je sa SRS ocjenom od 4 zvjezdice. [5]



Slika 12. Prikaz SRS ocjena na dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-senjske županije za vozače i putnike u osobnom automobilu [5]



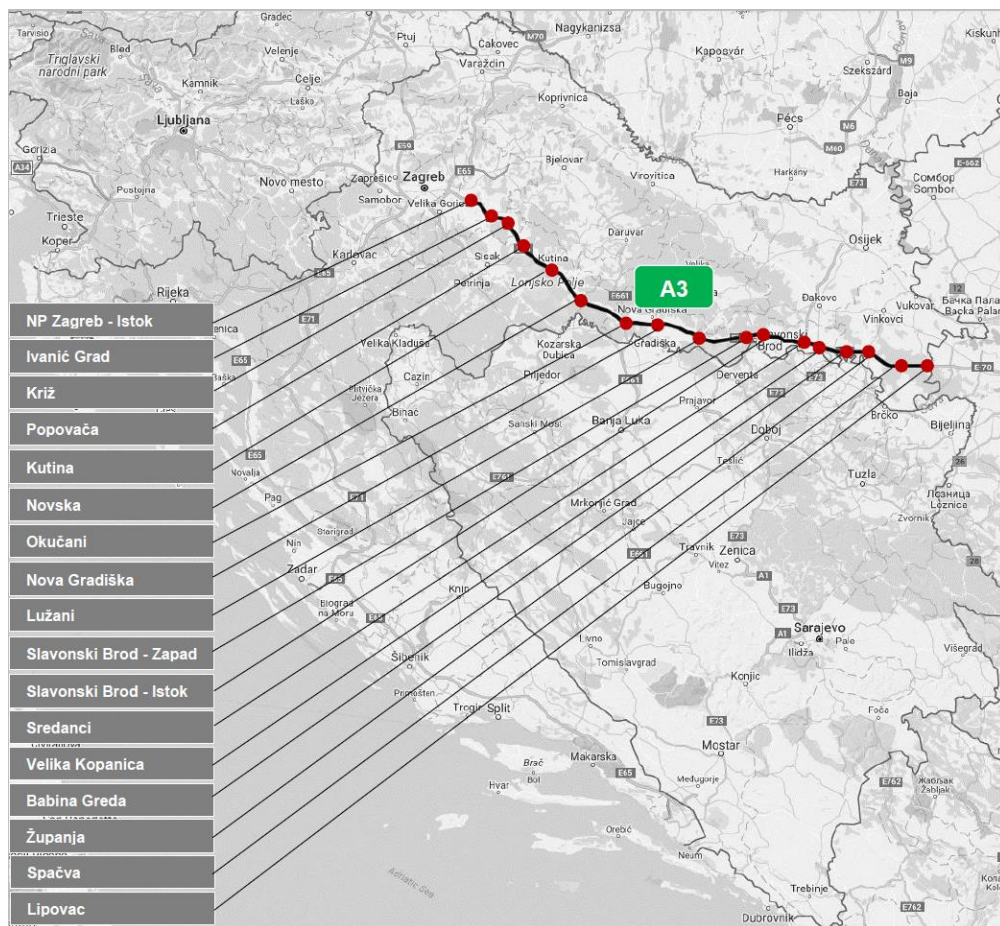
Slika 13. Prikaz SRS ocjena na dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Zadarske županije za vozače i putnike u osobnom automobilu [5]



Slika 14. Prikaz SRS ocjena na dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Šibensko-kninske županije za vozače i putnike u osobnom automobilu [5]

2.7. Analiza sigurnosti prometa na dionicama autoceste A3 2017. godine

Analize rizika provedene su na odabranim dionicama autoceste A3 (NP Zagreb Istok - Lipovac) u Republici Hrvatskoj 2017. godine. Analiza rizika provedena je na temelju EuroRAP/iRAP SRS metodologije, izvršena je inspekcija, kodiranje te ocjena razine rizika na odabranim dionicama autoceste A3 od naplatne postaje Zagreb Istok do granice s Republikom Srbijom (Lipovac), ukupne duljine 502 km. U sklopu provedenih istraživanja sigurnosti prometa na odabranim dionicama, pregledana je cestovna mreža koja se sastoji od ukupno 251 km autoceste s dva kolnika odvojenih razdjelnim pojasom. [6]



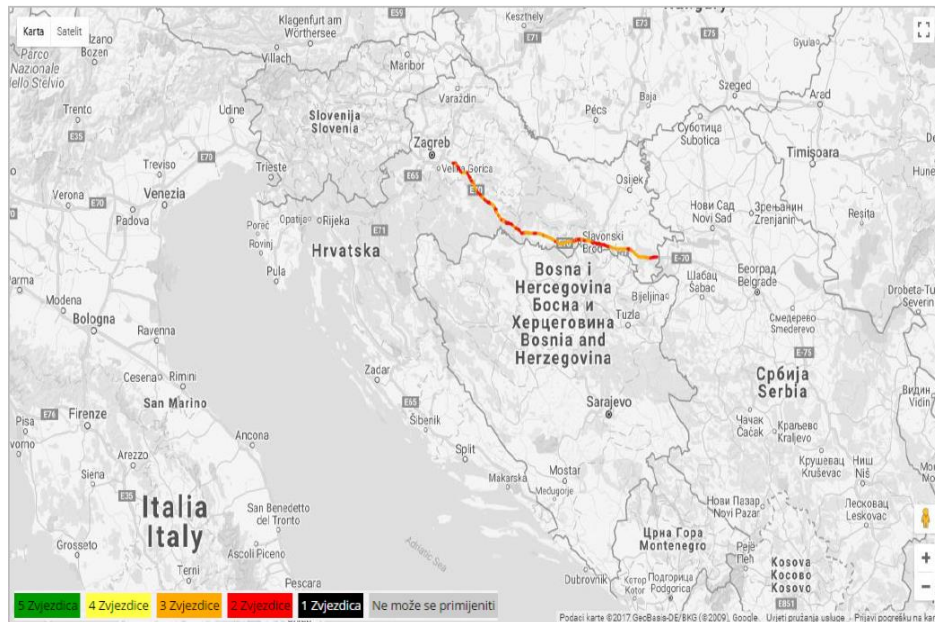
Slika 15. Prikaz analiziranih dionica autoceste A3 (NP Zagreb Istok - Lipovac) [6]

Tablica 7. Rezultati EuroRAP SRS metodologije za dionice autoceste A3 (NP Zagreb Istok – Lipovac) [6]

| RPS ocjene - broj zvjezdica | Vozač i putnici u osobnom automobilu | | Motociklisti | | Pješaci | | Biciklisti | |
|-----------------------------|--------------------------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak |
| 5 Zvezdica | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| 4 Zvezdice | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| 3 Zvezdice | 313.88 | 62.53% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| 2 Zvezdice | 188.08 | 37.47% | 80.22 | 15.98% | 7.10 | 1.41% | 0.00 | 0.00% |
| 1 Zvezdica | 0.00 | 0.00% | 421.74 | 84.02% | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% |
| Ne može se primijeniti | 0.00 | 0.00% | 0.00 | 0.00% | 494.86 | 98.59% | 501.96 | 100.00% |
| Ukupno | 501.96 | 100% | 501.96 | 100% | 501.96 | 100% | 501.96 | 100% |

Iz tablice 5. vidljivo je da niti jedan segment promatranih dionica autoceste A3 nije ocijenjen sa SRS ocjenama od niska i srednje niske razine rizika. Iz tih ocjena za vozače i putnike u osobnom automobilu vidljivo je da je gotovo dvije trećine cjelokupne trase autoceste A3 (62.53%) ocijenjeno sa srednjom razinom rizika, dok je sa srednje-visokom razinom rizika ocijenjeno više od trećine promatrane trase autoceste (37.47%). Utvrđene razine rizika za

motocikliste još su veće, pa tako više 84.02% promatrane trase autoceste A3 ocijenjeno je s minimalnom SRS ocjenom od 1 zvjezdice, dok je preostalih 15.98% trase ocijenjeno s 2 zvjezdice. Ti rezultati pokazuju da više od trećine trase autoceste A3 ne udovoljava minimalnim sigurnosnim standardima definiranim prema iRAP protokolu za sve promatrane kategorije cestovnih korisnika. [6]



Slika 16. Prikaz SRS ocjena na dionicama autoceste A3 za vozače i putnike u osobnom automobilu [6]

3. ANALIZA POSTUPAKA PROCJENE SIGURNOSTI POSTOJEĆIH CESTA

3.1. Utjecaj cestovne infrastrukture na sigurnost prometa

Cestovna infrastruktura države ključni je element njenog rasta i gospodarskog razvoja. Visoka razina sigurnosti prometa na svim elementima cestovne mreže mora biti osigurana, pri čemu mora biti osiguran i kvalitetan prijevoz ljudi i dobara. Kod donošenja investicijskih odluka u svrhu razvoja cestovne infrastrukture, u obzir se uzima i ukupna razina sigurnosti promatrane cestovne mreže izražena u kvantitativnom obliku. Prometne nesreće u cestovnom prometu postale su ozbiljan globalni problem koji je prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji smješten na istu razinu opasnosti kao i epidemije side HIV/AIDS i malarije. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije u cestovnim prometnim nesrećama svake godine dogode se nesreće sa smrtnim posljedicama u kojima pogine oko 1,24 milijuna ljudi. Predviđeno je da će se godišnji broj prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama do 2030. godine povećati na 2,4 milijuna. Na području Europske unije tijekom godine pogine više od 30.000 osoba, dok 1,5 milijuna osoba dobije teške tjelesne ozlijede u oko 1,1 milijuna prometnih nesreća. [1]

Da bi se spriječio daljnji rast smrtno stradalih i teško ozlijeđenih osoba u cestovnom prometu, 2010. godine objavljen je Globalni plan za provođenje aktivnosti za povećanje razine sigurnosti u cestovnom prometu od 2011. do 2020. godine od strane Ujedinjenih naroda. Kategorije aktivnosti na koje se taj plan odnosi klasificirane su u sljedeće skupine:

1. razvoj sustava za upravljanje sigurnošću cestovne mreže
2. povećanje sigurnosti cestovne infrastrukture i ostalih prometnih mreža
3. daljnji razvoj sigurnosti vozila
4. podizanje prometne kulture i educiranosti sudionika u prometu
5. povećanje kvalitete sustava žurnih službi i ostalih organizacija koje djeluju nakon nastanka prometne nesreće. [1]

U sklopu tih aktivnosti za podizanje sigurnosti na cestama, sve bi države trebale provoditi ocjenjivanje razine sigurnosti na cestovnoj mreži. Analizu prometne sigurnosti potrebno je provesti za sve sudionike u prometnom sustavu. Nadalje, na temelju utvrđene razine sigurnosti, potrebno je kroz investicijske programe provesti odgovarajuće mjere sanacije na određenim dionicama cesta radi podizanja razine sigurnosti na prihvatljivu razinu. Europska direktiva 2008/96/EC o Upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture navodi zahtjeve za upravljanje sigurnošću Trans-Europske cestovne mreže koji uključuju: inspekciju sigurnosti cestovne mreže, rangiranje i revizije razina sigurnosti, prijedloge investicija u saniranje cestovnih dionica s najvećim brojem prometnih nesreća i/ili najvećim potencijalom za smanjenje broja prometnih nesreća. [1]

3.2. EuroRap/iRAP postupak procjene sigurnosti cesta

Inspekcija cestovne infrastrukture na području Republike Hrvatske provodi se na temelju EuroRAP/iRAP metodologije kako je navedeno u okviru kategorija aktivnosti

donesenih u Globalnom planu Ujedinjenih naroda i zahtjeva definiranih u Europskoj direktivi. EuroRAP/iRAP SRS (engl. Star Rating Scoring) metodologija je zapravo inspekcija elemenata cestovne mreže, gdje se na temelju prikupljenih podataka ocjenjuje postojeća razina rizika od nastanka prometne nesreće prilikom korištenja cestovne infrastrukture. Također se utvrđuju i potencijalna smanjenja broja prometnih nesreća na pojedinim dionicama promatrane ceste uzevši u obzir raspoloživa novčana sredstva. Primjenjuju se i najnovije aplikacije i alati za potrebe inspekcije cestovne mreže, razvijeni od strane Međunarodnog Programa za Ocjenu Sigurnosti Cesta iRAP (engl. International Road Assessment Programme) i Fakulteta prometnih znanosti. iRAP organizacija djeluje kao potpora državama i financijskim institucijama diljem svijeta tijekom UN-ovog desetljeća aktivnosti. Kako bi se podigla razina sigurnosti na zadovoljavajuću razinu, na temelju provedene inspekcije i ocjenjivanja razine sigurnosti cestovne mreže dobivaju se geografske koordinate lokacija i dionica na kojima se provode određene mjere sanacije. Česta je situacija kada provođenje relativno jeftinih i jednostavnih mjera sanacije kao što su postavljanje zaštitne odbojne ograde, iscrtavanje pješačkih prijelaza u blizini škola ili uklanjanje određenih opasnih objekata može značajno smanjiti razinu rizika, a time i broj prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama i teškim ozljedama. [1]

3.2.1. EuroRap/iRAP metodologija

Organizacija iRAP (engl. International Road Assessment Programme) ili Međunarodni Program za Ocjenjivanje Sigurnosti Cesta je neprofitna organizacija kojoj je primarna svrha spašavanje ljudskih života kroz aktivnosti kojima se osigurava povećanje razine prometne sigurnosti na cestovnoj infrastrukturi i njenim elementima diljem svijeta. iRAP organizacija bavi se razvijanjem specijaliziranih aplikacija i alata za provođenje analize rizika te organizira obuku za njihovo korištenje. Aktivnosti iRAP organizacije uključuju:

1. inspekciju i ocjenjivanje cestovnih prometnica visokog rizika, razvoj investicijskih planova za podizanje razine sigurnosti (SRIP) i izradu karti rizika
2. organiziranje predavanja i obuka za primjenu specijaliziranih aplikacija i alata namijenjenih za provođenje analize rizika, razvoj metodologije i tehnologije potrebne za provođenje procesa kodiranja i ocjene rizika te pružanje podrške s kojom se uspostavlja i održava državni, regionalni i lokalni sustav ocjenjivanja razine rizika na relevantnim elementima cestovne mreže
3. praćenje sigurnosnih karakteristika cestovne mreže, na temelju kojega agencije koje investiraju u razvoj cestovne infrastrukture mogu ocijeniti koristi svojih ulaganja. [1]

iRAP je krovna organizacija koja nadzire i koordinira djelovanje RAP organizacija diljem svijeta (EuroRAP, AusRAP, usRAP, KiwiRAP i ChinaRAP). Trenutno je aktivno mnogo programa ocjenjivanja cesta u više od 80 država na području Europe, Jugoistočne Azije, Australije i Novog Zelanda te području Sjeverne, Središnje i Južne Amerike i Afrike. [1]

iRAP organizacija ima financijsku podršku Fondacije za automobilizam i društvo FIA (engl. Foundation for the Automobile and Society) i Fonda za sigurnost na cestama (engl. Road Safety Fund). iRAP projekti podržani su od strane Globalne organizacije za sigurnost cesta (engl. Global Road Safety Facility), automobilističkih organizacija, regionalnih razvojnih banaka

i donatora. Vlade pojedinih država, automobilski klubovi i organizacije, neprofitne udruge, automobilska industrija i institucije poput Europske komisije podržavaju RAP programe te ohrabruju i potiču prijenos i primjenu najnovije tehnologije i rezultata provedenih istraživanja u iRAP projektima. iRAP organizacija je također podržana i od strane mnogobrojnih donatora koji pružaju svoja stručna znanja za napredak programa za ocjenu sigurnosti cesta. iRAP organizacija je član UN-ovog udruženja za međunarodnu suradnju po pitanjima sigurnosti cesta (engl. United Nations Road Safety Collaboration). [1]

3.2.2. Protokoli EuroRAP programa za ocjenjivanje sigurnosti cesta

EuroRAP protokoli predstavljaju kvalitetan način i postupak za ocjenu stanja sigurnosti cestovne infrastrukture, utvrđivanje prijedloga poboljšanja i evaluaciju ostvarene razine sigurnosti cestovne infrastrukture, a mogu se klasificirati na sljedeće tri kategorije:

1. EuroRAP SRS protokol (engl. SRS – Star Rating Scoring protocol) - Ocjena sigurnosti ceste: Ovim protokolom provodi se revizija cestovne sigurnosti temeljem detaljnog ekspertnog pregleda infrastrukture (posebno opremljenim vozilom za snimanje cesta) te procjene razine rizika od smrtnih ili teških ozljeda korisnika cesta. Cilj protokola jest ponuditi preporuke i prijedloge konkretnih mjera za smanjenje vjerojatnosti nastajanja najtežih posljedica bez obzira na uzrok događanja prometne nesreće. Protokol koristi sustav ocjenjivanja zvjezdicama od 1 do 5 zvjezdica. Tijekom ocjenjivanja uzima se u obzir vjerojatnost događanja prometne nesreće zbog karakteristika prometne infrastrukture, kao i zaštita prema osobama u automobilu koju pruža cestovna infrastruktura u slučaju prometne nesreće
2. EuroRAP RRM protokol (engl. RRM – Road Risk Mapping protocol) – Izrada karti rizika od događanja prometnih nesreća: Karte rizika prikazuju kumulativnu razinu rizika utvrđenu na temelju interakcija korisnika ceste, vozila i cestovne okoline. Rizik koji proizlazi iz ukupnog broja prijeđenih vozila kilometra pokazatelj je koji služi kako bi se rezultati mogli uspoređivati s onima iz inozemstva. Temeljem stvarnih podataka o prometnim nesrećama i prometnom volumenu, karte rizika EuroRAP-a kroz korištenje lako razumljivih boja prikazuju koliko su pojedine prometnice opasne, oslikavajući na karti nivo rizika kojim na pojedinoj cesti dolazi do pogibanja i ozljeđivanja ljudi. Ove karte prikazuju rizik koji nastaje kao posljedica interakcije sustava čovjek, vozilo i cesta. Različiti tipovi karata pripremaju se ovisno o ciljanoj publici
3. Razvoj SRIP investicijskih planova za poboljšanje sigurnosti cestovne infrastrukture (engl. SRIP – Safer Roads Investment Plans): Investicijski planovi identificiraju mjere kojima se s najmanjim troškovima mogu postići najbolji rezultati na mjestima na kojima je ocjena sigurnosti pokazala potencijalnu opasnost i visoku vjerojatnost događanja najtežih prometnih nesreća. EuroRAP predlaže uvođenje više od 70 mjera koje su se dokazale kao učinkovite u spašavanju života. Te mjere kreću se od jednostavnih mjera kao što je kvalitetno iscrtavanje horizontalne signalizacije pa do najskupljih mjera kao što su rekonstrukcija raskrižja ili gradnja drugog kolnika na najopasnijim dionicama. [1]

3.2.3. Metodologija utvrđivanja sigurnosti cestovne infrastrukture

Potrebno je provesti inspekciju i kodiranje dionica promatrane cestovne mreže prije utvrđivanja postojeće razine sigurnosti na cestovnoj infrastrukturi. Nadalje, svakom individualnom segmentu dodjeljuje se SRS ocjena koja označava postojeću razinu rizika. Cestovna mreža vizualno se pregledava te se snimaju elementi cestovne infrastrukture koji su direktno i indirektno vezani uz razinu prometne sigurnosti te za koje je dokazano da imaju značajan utjecaj na vjerojatnost nastanka prometne nesreće ili težinu njezinih posljedica. U okviru RAP metodologije postoje dvije različite vrste inspekcije cestovne mreže, a to su inspekcija mreže tijekom vožnje i inspekcija temeljena na pregledu snimljenih videozapisa. Kod inspekcije mreže tijekom vožnje ručno se bilježe karakteristike relevantnih infrastrukturnih elemenata uz pomoć specijalizirane aplikacije za kodiranje. Kod inspekcije temeljene na pregledu snimljenih videozapisa u prvoj se fazi provodi snimanje promatrane cestovne mreže pomoću specijaliziranog vozila te se u drugoj fazi snimljeni videozapisi koriste za automatsku identifikaciju relevantnih elemenata cestovne infrastrukture. [1]

Cilj postupka SRS metodologije je dodjela odgovarajućih ocjena (broja zvjezdica) na "n" promatranih segmenata duljine 100m, pri čemu se dobiva detaljan uvid u razinu rizika na promatranim dionicama cestovne mreže za pojedine grupacije cestovnih korisnika. EuroRap/iRAP SRS metodologija koristi međunarodnu skalu rizika (skala od 5 zvjezdica), pri čemu su najsigurnije dionice označene s 5 zvjezdica, dok se su najrizičnije dionice označene s 1 zvjezdicom. Na dionicama s ocjenom od 5 zvjezdica, vjerojatnost pojave prometnih nesreća sa smrtno stradalim ili teško ozlijeđenim osobama je iznimno niska. Broj zvjezdica za svaki cestovni segment utvrđuje se na temelju komparacije izračunatih vrijednosti SRS indikatora s graničnim vrijednostima definiranih skupina rizika. Te granične vrijednosti svake skupine rizika razlikuju se ovisno o promatranoj kategoriji cestovnog korisnika. Nadalje, na temelju dosadašnjih rezultata izrađuje se "krivulja rizika" (engl. risk-worm chart) koja prikazuje varijacije u vrijednostima SRS indikatora ovisno o stacionaži od referentne točke. U posljednjoj fazi EuroRAP/iRAP SRS metodologije izrađuju se SRS karte sigurnosti cesta na kojima se "n" promatranih segmenata cestovne mreže prikazuje u različitim bojama, ovisno o utvrđenim razinama rizika (dionice s 5 zvjezdica označavaju se zelenom bojom, a dionice s 1 zvjezdicom crnom bojom). [1]

Za sve skupine koje mogu sudjelovati u prometnoj nesreći (vozač i putnici u osobnom automobilu, motociklisti, biciklisti i pješaci) posebno se izračunavaju razine rizika. SRS ocjena za navedene kategorije cestovnih korisnika izračunava se na temelju sljedećeg izraza:

$$SRS_{n,u} = \sum_c SRS_{n,u,c} = \sum_c L_{n,u,c} * S_{n,u,c} * OS_{n,u,c} * EFL_{n,u,c} * MT_{n,u,c}$$

gdje je "n" broj promatranih cestovnih segmenata duljine 100m, "u" kategorija cestovnog korisnika, "c" vrsta prometne nesreće u kojoj cestovni korisnik kategorije "u" može sudjelovati. Pri proračunu SRS ocjene uzimaju se u obzir sljedeće varijable: L - vjerojatnost nastanka prometne nesreće tipa "c", S – ozbiljnost posljedica prometne nesreće tipa "c", OS – stupanj do kojega se rizik mijenja s operativnom (85 - percentilnom) brzinom za specifičnu vrstu prometne nesreće "c", EFL – stupanj do kojega vrijedi da je rizik sudjelovanja osobe u

vrsti prometne nesreće "c" funkcijski ovisan o prisutnosti druge osobe na cesti (izvanjski utjecaj prometnog toka), MT – mogućnost da će vozilo iz suprotnog smjera prijeći preko razdjelnog pojasa. [1]

3.2.4. Postupak kodiranja pojedinih segmenata ceste

U sklopu međunarodnog programa za procjenu sigurnosti na cestama iRAP razvijena je aplikacija za bilježenje karakteristika (atributa) ceste prema međunarodnim standardima. Aplikacija omogućava unos oko 160 različitih atributa na svakom 10-metarskom segmentu ceste. Atributima se opisuju karakteristike prometnog toka, geometrijske karakteristike trase, vrsta terena, kvaliteta i vrsta postojeće horizontalne i vertikalne signalizacije, stanje kolnika, kvaliteta i tip raskrižja, kvaliteta i tip pješačkih prijelaza, karakteristike pješačkih i biciklističkih staza, vrsta i udaljenost bočnih prepreka s vozačeve i suvozačeve strane kolnika te vrsta razdjelnog pojasa na svakom segmentu ceste. Atributi su pri tome klasificirani u odgovarajuće skupine prema definiranim iRAP standardima. Kasnije je moguć tablični pregled zabilježenih podataka, a prilikom analize videozapisa broj i stacionaža svakog segmenta zabilježuju se i pohranjuju u atributnoj tablici. Svaki segment ceste, osim svoga identifikacijskog ID broja i broja stacionaže ceste, sadrži i pripadajuće vrijednosti kodiranih atributnih skupina (relevantne karakteristike prometne infrastrukture) zapisane u numeričkom kodnom obliku. Kada se proces kodiranja videozapisa završi, obavlja se detaljna verifikacija i korekcija atributne tablice promatrane dionice ceste čime se uklanjaju sve pogreške i praznine u numeričkom kodu, nakon čega se izvršava konverzija pojedinačnih segmenata duljine 10m u odgovarajuće 100-metarske segmente kako bi se osigurala kompatibilnost numeričkog koda s aplikacijama. Rezultirajuća atributna tablica se zatim pohranjuje u csv. (MS-DOS) formatu i uvozi u iRAP ViDA aplikaciju radi provođenja daljnje statističke analize podataka zapisanih u numeričkom kodnom obliku. Na temelju statističke analize podataka u ViDA aplikaciji izračunava se udio aktivacije pojedinačnih atributa po atributnim skupinama, čime se omogućava detaljan uvid u učestalost i raspodjelu pojave karakteristika promatrane prometne infrastrukture. [1]

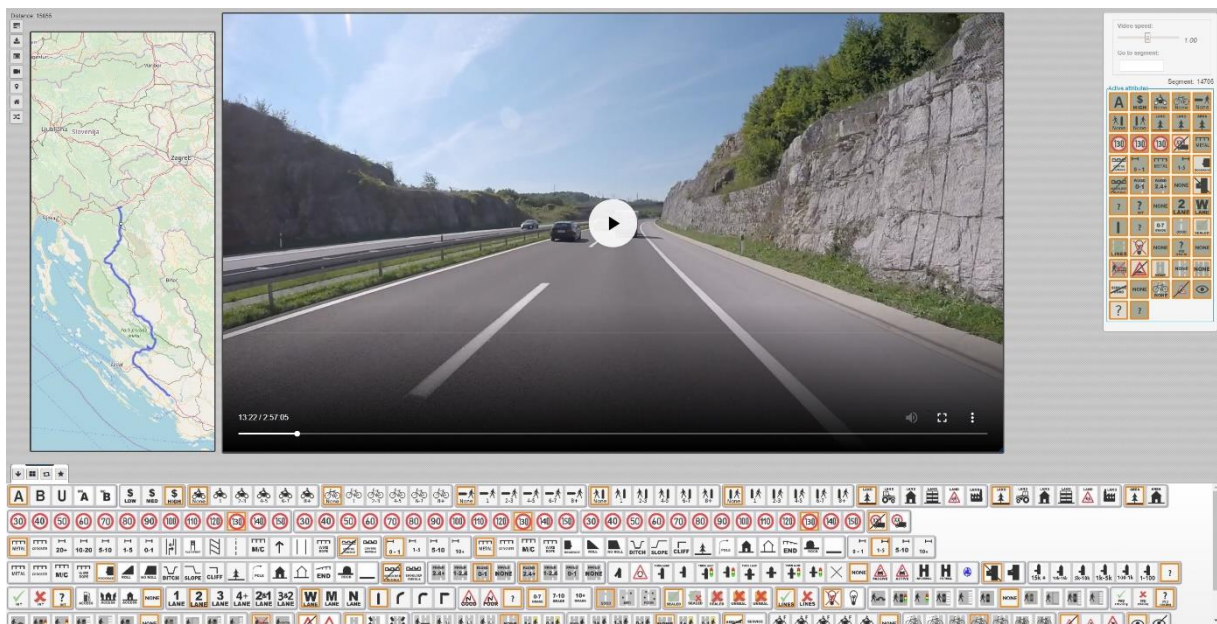
3.2.5. Tehnički opis kodiranja ceste EuroRAP/iRAP metodologijom

Za video pregledavanje snimaka cesta koristi se ovlašten sustav pregledavanja razvijen od strane FPZ-a (Fakultet Prometnih Znanosti). FPZ (u suradnji s Geodetskim fakultetom i Promet i Prostorom) je razvio sustav i skup alata (baziran na EuroRAP i iRAP specifikacijama) za kreiranje podataka koji se dalje koriste za kalkuliranje rizika i identifikaciju prioriternih shema za nadogradnju sigurnosti mreže te za pomoć pri investicijskim odlukama. Koriste se EuroRAP alati za generaciju RPS (engl. Road Protection Scoring) rezultata za sve grupe korisnika ceste, koriste se podaci inspekcije kako bi se procijenio broj očekivanih nesreća na ruti, generirale protumjere i odredio najbolji program za nadogradnju sigurnosti mreže kroz ekonomsku procjenu. Sve RPS kalkulacije i obrada podataka izvršava se pomoću web alata (FPZ RPS alat za kodiranje i ViDA program) da bi se osigurao dobar pristup podacima i kompletna konzistentnost kroz cijeli program.

Kodiranje se izvršava preko web sučelja za kodiranje na 10m segmentima klikćući na odgovarajuće atribute na alatnoj traci. Sučelje se može prilagođavati kako bi se osigurala

maksimalna preglednost ceste, cestovnih elemenata i aktivnih atributa. Atributi također mogu biti dodijeljeni koristeći alat za prostornu selekciju tako da se odabere dionica i atributi se dodijele. Podaci se izvode sukladno iRAP-ovom formatu datoteke.

FPZ alat za kodiranje je open source HTML5 web bazirana aplikacija za identifikaciju i registraciju prostornih svojstava u georeferenciranom videu. Registrirana svojstva spremljena su u prostornoj bazi podataka PostgreSQL (PostGIS) kako bi se jednostavno mogla integritati s ostalim GIS aplikacijama. Prostorna svojstva se prevode putem servisa za web mapiranje zvanog GeoServer koji pretvara vektorska svojstva u rasterske slike što omogućuje prikaz stotina tisuća svojstava u jako malom vremenu u modernim internet preglednicima.



Slika 17. Sučelje FPZ web alata za kodiranje [8]

Pomoću specijalnog vozila opremljenog videokamerama i uređajima za georeferenciranje snimani su videozapisi cestovne infrastrukture pri čemu su korištene postavke snimanja pri brzinama do 90 km/h. Postavke snimanja za prednju kameru je video rezolucija od 1920x1080 s 30 fps-a (kut gledanja videokamere od 170°, CMOS). [1]

Videozapisi su georeferencirani primjenom uređaja za satelitsko pozicioniranje vozila sa SPS (Standard Positioning Service) razinom točnosti. Interval georeferenciranja iznosi 10Hz, pri čemu duljina intervala varirala ovisno o trenutnoj brzini vozila od 0,04m pri brzini od 5 km/h do 1,2m pri brzini od 130 km/h ovisno o točnosti pozicioniranja. Georeferenciranje videozapisa provedeno je s visokom razinom preciznosti, pri čemu je osigurana točnost pozicioniranja na razini koja osigurava da se u 99% slučajeva granica odstupanja (pogreške) nalazi unutar prihvatljivih 10m. [1]

3.3. NSM postupak procjene sigurnosti cesta

NSM (engl. Network Safety Management) je postupak upravljanja sigurnošću mreže. To je ustvari metodologija analize cestovne mreže sa stajališta sigurnosti prometa, a cestovnim upravama omogućuje da otkriju dionice ceste na kojima se očekuje

najekonomičnije i najbolje povećanje sigurnosti cestovne infrastrukture. Daju se upute kako se određuju moguće mjere poboljšanja, a zatim ako je potrebno, trošak tih mjera uspoređuje se s mogućim uštedama vezanim uz troškove nesreća kako bi se utvrdili troškovi i koristi na toj dionici ceste. Ova metodologija temelji se na njemačkim "Smjernicama za sigurnosnu analizu cestovnih mreža (ESN)" i francuskom "Sigurnošću korisnika na postojećoj cestovnoj mreži (SURE)" koji su razvijeni prema međunarodno primjenjivom okviru. [10]

Europske zemlje ozbiljno se bave smanjenjem broja smrtnih slučajeva i stradavanja na europskim cestama. Da bi se taj cilj postigao, moraju se sagledati svi aspekti transportnog sustava - vozila, korisnici ceste i infrastruktura. Nesreće su obično uzrokovane lošim načinom na koji te komponente funkcioniraju zajedno. Stoga podaci o nezgodama pokazuju kombinirani utjecaj svih komponenti ili gdje te komponente ne rade dobro. Za cestovne administracije težak zadatak je procijeniti sigurnost infrastrukture dijelova ceste prema podacima o nesrećama izoliranim od ostalih komponenata kako bi se utvrdili oni odjeljci s najvišim prioritetom za poboljšanje infrastrukture. [10]

Svrha opisanog pristupa je odrediti dijelove unutar cestovne mreže s lošom sigurnosnom izvedbom temeljenom na podacima o nesrećama i gdje treba sumnjati na deficite u cestovnoj infrastrukturi te rangirati odjeljke po potencijalnim uštedama u troškovima nesreća kako bi se osigurao prioritetni popis dionica koje će biti tretirane od strane cestovnih uprava. Nakon toga, sljedeći zadaci su analizirati strukturu nesreća dionica kako bi se otkrili uzorci nesreće što može dovesti do nalaženja mogućih mjera poboljšanja i na kraju pružiti mogućnost usporedbe troškova mjera poboljšanja s mogućim uštedama u troškovima nesreća i rangirati mjere po njihovom omjeru troškova i koristi. Upravljanje sigurnošću mreže razlikuje se od sigurnosnih pregleda. [10]

Odnos između upravljanja mrežnom sigurnošću i Black Spot Management usmjeren na lokalna poboljšanja razlikuju se od zemlje do zemlje. Prema organizaciji odgovornih za sigurnost na cestama u svakoj zemlji, upravljanje mrežnom sigurnošću može se shvatiti kao sveobuhvatni proces, uključujući Black Spot Management ili kao komplementarni proces u drugim postupcima. Ipak, upravljanje mrežnom sigurnošću nije namijenjeno za mjesto opće procjene, npr. kao što se provodi unutar plana prometne infrastrukture. U općoj ekonomskoj analizi troškova i koristi među ostalim aspektima kao što su prihod od putovanja ili troškovi zagađenja, također se moraju razmotriti i utjecaji na sigurnost na cestama. Uz sigurnost na cesti treba procijeniti veliki broj ekonomskih, financijskih, društvenih i ekoloških utjecaja. [10]

3.3.1. Opseg primjene NSM metode

Iako je poželjna analiza sigurnosti cijele cestovne mreže, aplikacija mora biti ograničena na one dijelove mreže gdje su dostupni potrebni podaci (nesreće i infrastruktura). Stoga se ova metoda koncentrira na mreže izvan izgrađenih područja, npr. autoceste i (dvosmjerne) seoske ceste. Ipak, postupci se sastoje tako da se opseg primjene može proširiti u istoj mjeri da više podataka postane dostupno. Stoga korisnik sam mora odlučiti koji dio mreže i koje podatke o nesreći može uvrstiti. U prvoj fazi primjena postupka može pokriti samo dijelove nacionalne cestovne mreže te nesreće sa smrtnim i teškim posljedicama. [10]

3.3.2. Struktura NSM metodologije

Upravljanje sigurnošću mreže može se strukturirati na sljedeći način:

1. Statistička analiza podataka o nesrećama na mreži - identifikacija i rangiranje dionica za rješavanje prioriteta oslanjajući se na analizu podataka o nesreći posljednje tri (do pet) godine i u smislu učinkovitosti smanjenja nesreća
2. Detaljna analiza dionica - određivanje infrastrukturnih čimbenika koji uzrokuju nesreće i razvoj mogućih protumjera
3. Prioritet rangiranja mjera - procjena učinkovitosti protumjera i moguće procjene potencijalnih ušteda u troškovima nesreća koje bi se mogle usporediti s troškovima protumjera kako bi se rangirale mjere po njihovu prioritetu. [10]

3.3.2.1. Statistička analiza podataka o nesrećama na mreži

Zbog različitih zakonskih osnova i praksi izvještavanja, opseg i obuhvat nacionalnih baza podataka o nezgodama uvelike se razlikuju unutar europskih zemalja. Nadalje, kategorizacije nesreće pokazuju mnoge nedosljednosti među različitim zemljama. Stoga se međunarodne usporedbe nesreća (npr. IRTAD) obično koncentriraju na ograničenu populaciju nesreća koja opisuje zajedničku osnovu. Najbolji prijavljeni podaci o nesreći su dostupni za autoceste i autoceste nacionalna cestovna mreža. Što je ozbiljniji slučaj, to je bolja informacija. Za rangiranje cestovnih odjeljaka koje će upravljati cestovnim upravama u nekoj zemlji procjena bi se trebala temeljiti na svim dostupnim informacijama kako bi se postigli najbolji mogući statistički rezultati. Slijedom toga, za analizu mreže treba uključiti pouzdane podatke o manje ozbiljnim nezgodama ako su dostupne. Za opisanu metodologiju razlikuju se nesreće s teškim posljedicama (nesreće sa smrtnim i teškim ozljedama), nesreće s lakšim posljedicama i teške materijalne nesreće. [10]

Mora postojati dovoljno velik broj nesreća za analizu postojeće sigurnosti na cesti i potrebno je provesti statističke testove. Stoga, proračun mora uključivati barem nesreće s teškim posljedicama. Često je broj takvih nesreća vrlo nizak, osobito na kratkim dijelovima s malim prometnim tokom tako da rang ne bi pružio statistički pouzdane rezultate. Također postoji razlika između nesreće sa smrtnim posljedicama i nesreće s teškim ozljedama. Posljedica toga je da na rangiranje uglavnom utječu nesreće sa smrtnim posljedicama koje su statistički rijetke i stoga manje stabilne. U tom slučaju preporučuju se statistički testovi. Osim toga, metoda mora biti usmjerena na što je moguće više razdoblja pregleda. Međutim, podaci o nesrećama trebaju biti što je moguće ažurniji, tako da utjecaji koji proizlaze iz općih trendova i promjena ne utječu na informativnu vrijednost. Iskustvo je pokazalo da treba zakazati razdoblje od 3 do 5 godina za primjereno razmatranje teških ozljeda na radu (nesreće sa smrtnim ili teškim ozljedama) unutar okvir ocjenjivanja cestovne mreže. [10]

Dionice cesta trebaju biti što duži, tako da procjena sigurnosti dovodi do informativnih rezultata. Uglavnom, postoje dva moguća načina dijeljenja ceste u dijelove - dijeljenje ceste na temelju strukture mreže ili dijeljenje ceste na dionice na temelju pojave nesreće. Dijeljenje ceste u dionice na temelju strukture mreže je prikladno ako vizualizacija nesreće na cestovnoj mreži nije dostupna ili pojavu nesreća treba analizirati u interakciji s drugim parametrima koji

utječu (npr. standard za poboljšanje ceste, dostupnost, promet) na cestovnu mrežu. Svaka dionica mora imati više ili manje isti obujam prometa, isti presjek i isti tip okoliša (veza između gradova ili ruralni dio). Preporučuje se da dionice budu duge oko 10 km (najmanje 3 km). Dijeljenje ceste u dijelove na temelju pojave nesreća je prikladna ako je vizualizacija pojave nesreće dostupna i nisu potrebne druge demarkacije u dijelovima na temelju zajedničkog razmatranja različitih parametara koji utječu na njih. [10]

Kada se zajedno analiziraju nesreće različitih kategorija, broj nesreća se ponderira ozbiljnošću nesreće. Troškovi nezgode, dakle, koriste se za opisivanje kombiniranog učinka broja i ozbiljnosti nesreća. Poznato je da se u europskim zemljama primjenjuju različiti pristupi za procjenu troškova nesreće. Sve dok se ti nacionalni troškovi nesreća koriste samo za određivanje ranga cestovnih odjeljaka unutar jedne zemlje, rezultati ne utječu na različite procjene troškova nesreća. Oni igraju ulogu pri izračunu omjera troška i koristi mogućih poboljšanja infrastrukture koja se mora obaviti na temelju nacionalnih troškova gradnje. [10]

Podatke o nezgodama karakteriziraju varijacije tijekom vremena. To zahtijeva dovoljno velike brojeve nesreća po dionici koje treba analizirati. Preporučuju se statistička ispitivanja kako bi se dokazala pouzdanost rezultata kada se ne pridržavaju pragovi ili kada su nesreće s teškim posljedicama podijeljene u nesreće sa smrtnim posljedicama i nesreće s teškim posljedicama. Test se sastoji od usporedbe promatranog broja nesreća s očekivanim brojem nesreća tog dijela i određivanja važnosti odstupanja izračunavanjem intervala pouzdanosti promatranih vrijednosti (Poissonov zakon). [10]

Unutar pregledane mreže parametri nesreće izračunavaju se za svaku dionicu. Nakon toga, dijelovi mreže cesta rangiraju se na temelju veličine sigurnosnog potencijala. Kao rezultat toga, dobiva se rangiranje tih dionica u cestovnoj mreži koje imaju posebno veliku potrebu za poboljšanjem i osobito visok potencijal za poboljšanje, što čini osnovu za detaljnu studiju kako bi se utvrdile moguće mjere poboljšanja. [10]

3.3.2.2. Detaljna analiza dionica

Kako bi se utvrdile prikladne mjere za cestovne dionice s ogromnim sigurnosnim potencijalima, detaljna analiza strukture nesreća trebala bi se izvršiti pojedinačno za određenu dionicu koja je u pregledu. Način na koji struktura nesreće može biti analizirana ovisi o sadržaju u nacionalnoj statistici nesreća. Za sveobuhvatnu studiju preporučuje se uključiti sve relevantne karakteristike nesreća dodijeljene pojedinačnim nesrećama. Postotak svake karakteristike u nesrećama dionice koja se pregledava usporedit će se s prosječnim postotkom ove značajke za sve ceste ove kategorije u ovoj zemlji ili regiji. Kao daljnji korak, sveobuhvatna analiza nesreća može se provesti slično postupcima unutar Black Spot Management postupka. To podrazumijeva detaljnu analizu informacija nesreća poput policijskih izvješća. Može se identificirati dinamički mehanizam svake nesreće te se mogu odrediti faktori nesreće. Cilj ove analize je razumjeti disfunkcije ceste prije implementacije protumjere. Omogućuje planerima prilagodbu rješenja specifičnoj prirodi svake ceste. Rezultati opisane analize trebaju biti usklađeni s provedenim lokalnim istraživanjima nesreća i Black Spot Management postupcima. [10]

Na temelju detektiranih uzoraka nesreća i na sveobuhvatnoj analizi pojedinačnih nesreća, moraju se provesti odgovarajuće mjere za poboljšanje cestovne infrastrukture. Održivo poboljšanje sigurnosti na cesti (uglavnom iscrpljujući sigurnosne potencijale) može se postići strukturnim i podržavajućim operativnim mjerama (dugoročne mjere). Ove mjere se općenito ne mogu provoditi u kratkom roku i zahtijevaju vrijeme potrebno za planiranje, financiranje, usvajanje rezolucija i provedbu. U mnogim slučajevima, sigurnosni nedostaci mogu se također smanjiti neposrednim djelovanjem na mjere niskih troškova koje mogu biti brzo implementirane. [10]

3.3.2.3. Prioritet rangiranja mjera

Jedan od osnovnih uvjeta odgovarajuće cestovne infrastrukture je da ona mora biti sigurna za sve korisnike cesta (vozači, pješaci i ostali sudionici u prometu) unutar zemlje. Stoga je važan zadatak za cestovnu upravu odrediti dionice ceste sa slabim sigurnosnim svojstvima koja bi se mogla poboljšati promjenom kolnika i njegove opreme. Budući da su raspoloživa sredstva uvijek ograničena, potrebno je ocijeniti nužnost mogućih poboljšanja i njihovog stupnja prioriteta kako bi se rangirali najučinkovitiji projekti. [10]

Upravljanje sigurnošću mreže (NSM) opisuje metodologiju za analizu cestovnih mreža s gledišta sigurnosti prometa i pomaže cestovnoj upravi da detektira one dijelove unutar mreže s najvišim sigurnosnim potencijalom tj. gdje se očekuje najekonomičnije poboljšanje infrastrukture. Zatim se odgovarajuće mjere mogu dobiti iz sveobuhvatne analize nesreća. Sigurnosni potencijal i izračunati troškovi mjera čine osnovu za ekonomsku procjenu koja se obično provodi kao analiza koristi i troškova. Stoga samo opisana metodologija NSM pruža sve potrebne informacije za objektivnu procjenu sigurnosti na cestama i rangiranje dionica za daljnju analizu i obradu. Tako se ograničeni resursi troše na najbolji način kako bi se poboljšala sigurnost na cesti za cijelo društvo. [10]

3.4. RSI postupak procjene sigurnosti cesta

Opći cilj rada u prometu je osigurati siguran rad javnih cesta. U području akcije "infrastruktura i telematika na cesti", jedan fokus u katalogu mjera upravljanja sigurnošću infrastrukture je inspekcija sigurnosti na cesti (RSI). Postojeća cestovna mreža kontinuirano se prati zbog nedostataka u sigurnosti kao dio sigurnosnih inspekcija na cestama. Ova mjera ima za cilj spriječiti nesreće i smanjuje ozbiljnost posljedica nesretnih slučajeva. RSI je procjena stanja dionice ceste (za cestovnu mrežu) u smislu sigurnosti na cesti, fiziologiji percepcije i psihologije prema načelima osiguranja kvalitete kako bi se uklonili postojeći rizici i opasnosti s dokazanim nesrećama. RSI ima za cilj identificirati nedostatke postojeće cestovne mreže i analizirati ih kako bi se spriječile nezgode i smanjili broj nesreća i težina posljedica nesretnih slučajeva. RSI služi za sprečavanje nesreća i suvremeni oblik osiguranja kvalitete za sigurnu i jedinstvenu cestovnu infrastrukturu, značajke na cesti i cestovnu opremu. RSI je sigurnosna inspekcija koja se temelji na jasno definiranim incidentima ili okolnostima i to nije konvencionalna inspekcija održavanja. [11]

3.4.1. Objektivni i koristi RSI postupka procjene sigurnosti cesta

Visoka sigurnost na cestama i kvaliteta cestovne infrastrukture ključne su odgovornosti javnih agencija. U tu svrhu, postojeća cestovna mreža mora se redovito pregledavati i provesti potrebne mjere. Sigurnosne inspekcije na cesti mogu se smatrati ključnim aspektom sveobuhvatnog upravljanja kvalitetom za sigurno projektiranje i opremanje postojećih cesta. RSI može pomoći u prepoznavanju nedostataka u postojećoj cestovnoj mreži i omogućiti pravilno poduzimanje odgovarajućih akcija, čime se sprječava nesreća i / ili smanjuje ozbiljnost posljedica nesretnih slučajeva. Ti aspekti glavni su ciljevi inspekcija sigurnosti na cestama. Pojedinci koji su uključeni u održavanje i praćenje dotičnog dijela ceste (osoblje za održavanje cesta, policija, itd.) uključeni su u provođenju RSI. To zauzvrat može dovesti do veće pažnje posvećene pitanjima sigurnosti na cesti tijekom svakodnevnog rada, što može dodatno povećati sigurnost na cesti. Sprječavanjem nesreća i smanjivanjem težine posljedica nesreća, mogu se izbjeći visoki ekonomski troškovi i izbjegavati osobnu patnju. Osim ovih prednosti, RSI također može služiti kao argument za službene agencije u javnom diskursu jer je cestovna mreža i postojeća infrastruktura podložna sustavnim i preventivnim sigurnosnim inspekcijama. [11]

3.4.2. Razlozi i kriteriji odabira za provođenje inspekcije sigurnosti na cestama

RSI postupak procjene sigurnosti na cesti može se pokrenuti kada se zadovolje sljedeći uvjeti:

1. kada se promatra koncentracija nesreća, naročito kod različitih tipova struktura
2. kada dokazi, problemi ili druge informacije čine pregled svjesnim
3. kada postoje sigurnosni nedostaci, potencijal opasnosti ili iste vrste nesreća na duljim dijelovima. [11]

Posebna sigurnosna istraga mora se provesti na dionicama koncentracije nesreće prema definiciji u RVS (engl. Guidelines and Regulations for Roads). Posljednjih godina najčešći razlog neplaniranog RSI-a bio je povećana incidencija nesreća, na primjer višestrukih sudara s drvećem ili višestrukih nesreća motocikla na određenoj dionici. Informacije o nesreći ili opasnosti od policije, agencija za održavanje cesta ili drugih ureda i osoba također mogu biti razlozi za vođenje RSI-a. Pri razmatranju cijele mreže (okrug, područje, pokrajina, kategorija cesta itd.) mora se napraviti izbor. Ove selekcije obavlja agencija za održavanje cesta i mora biti odvojena od pregleda sigurnosti prometa u smislu sadržaja i terminologije u najvećoj mogućoj mjeri. Mrežne procjene trebale bi osigurati da se cestovne sigurnosne inspekcije provode na cestama gdje će provedba mjera donijeti najveće koristi od sigurnosti ceste. Ovaj rang bi trebao biti obavljen redovito, najmanje svake tri godine. Različite metode pomoću kojih se cestovni odjeljci mogu prvenstveno odrediti su:

1. Rangiranje kategorije ceste prema protoku
2. Rangiranje prema gustoći nesreća
3. Rangiranje prema učestalosti događanja nesreća
4. Rangiranje prema potencijalu smanjenja. [11]

Agencija za održavanje cesta mora donijeti odluku o tome koji odjeljci i koji su kriteriji odabrani kako bi osigurali kvalitetu mreže. Trajanje promatranja od 3-5 godina prikladno je za kriterije odabira koji uključuju podatke o nesreći. Osim naznačenih kriterija za odabir, mogu se uzeti u obzir i drugi kriteriji kao što su programi izgradnje ili obnove. Ako se RSI obavlja prije opće obnove rezultati inspekcije mogu se uključiti u obnovu. [11]

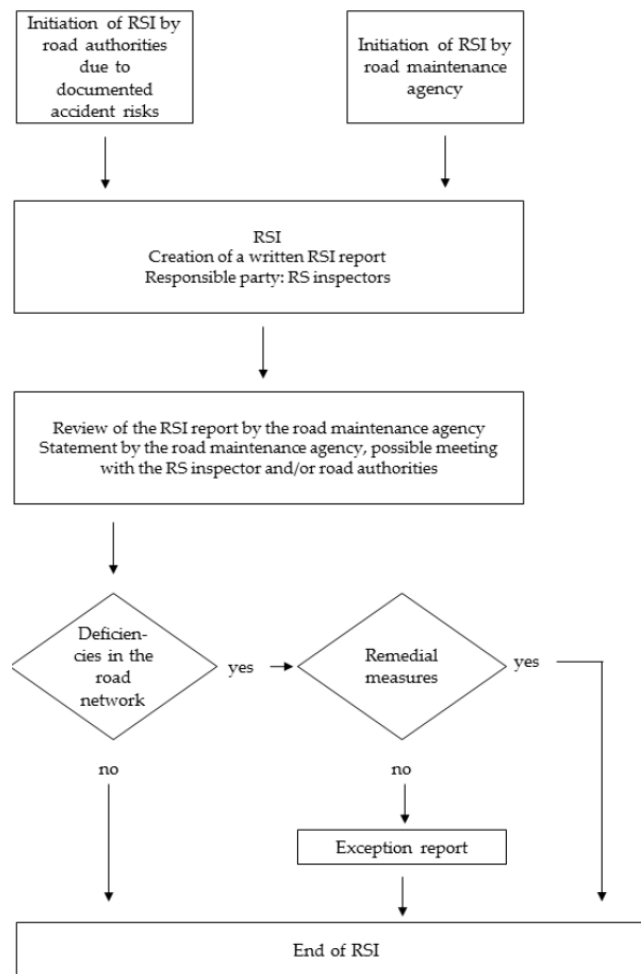
Dionica u pitanju mora biti pregledana na licu mjesta u svakom slučaju, idealno tijekom dana u početku. Preporučuje se još jedna noćna posjeta, pogotovo kada nesreće, posjet mjestu ili druge informacije ukazuju na to da se u mraku javljaju sigurnosni problemi ili ih se može očekivati. Sezonu godine tijekom koje se provodi posjet na terenu često se ne može izabrati zbog hitnosti ili drugih zahtjeva. Međutim, ako podaci ukazuju da je određena sezona kritična u pogledu sigurnosti na cesti, inspekcija bi se trebala provesti tijekom te sezone, ako je moguće. Da bi uključili sezonske učinke u RSI u svakom slučaju, relevantni parametri moraju se uzeti u obzir prilikom analize nesreća (nesreće u različitim uvjetima na cesti, mjesecima) Popisi za pomoć tijekom posjeta i tijekom relevantnih rasprava i trebaju se popuniti. To osigurava da tijekom inspekcija u ljetnim mjesecima, osobe odgovorne za održavanje i praćenje sekcije također pitaju o svim problemima koji se javljaju tijekom snijega, na primjer. [11]

3.4.3. Opća procedura inspekcije sigurnosti na cesti

Postoje četiri koraka u procesu RSI:

1. Pripremni radovi kao što su pregled postojećih dokumenata, prikupljanje podataka o nesrećama itd.
2. Posjet mjestu uključujući razgovore s osobama odgovornima za cestu
3. Stvaranje RSI izvješća
4. Provedba predloženih mjera i praćenje. [11]

Tijekom inspekcije sigurnosti na cesti pregledavaju se svi aspekti koji mogu utjecati na sigurnost ceste. Za pomoć pojedinih vrsta cesta razvili su se kontrolni popisi i trebali bi poslužiti kao osnova za procjene i posjete. [11]



Slika 18. Prikaz RSI postupka provođenja inspekcije sigurnosti ceste [11]

Izvešće o RSI-u razvrstava se u sljedeće dijelove:

1. Opće informacije

a) opći podaci:

- puštanje u rad
- vrsta ceste
- presjek
- prometno opterećenje
- ograničenja u prometu
- razdoblje ocjenjivanja (nesreće)
- duljina dionice
- spojnice (ako postoje)
- križanja (ako postoje)
- tunelsko područje (ako postoji, s oznakom km)
- uslužni objekti (ako postoje)
- označavanje putnih traka i putova

b) prikaz najmanje jedne mape pregleda inspeksijskog područja s naznakom početka i završetka inspeksijskog dijela, oznakom putnih traka, oznakom područja tunela

c) popis dokumenata i podataka koji se koriste u RSI

- d) sastanci i posjete terenu
- e) informacije o razvrstavanju izvješća
- f) podaci o inspektorima RS

2. Dvršen popis provjere i procjena nesreća - popis sadži relevantne kriterije za odgovarajuću kategoriju cesta. Mora se naznačiti je li svaka stavka relevantna za sigurnost u inspeksijskom odjeljku. Kontrolni popis dokumentira da su svi aspekti bili obuhvaćeni od strane RS inspektora tijekom RSI. U kontrolni popis i popis mjera/popisa nedostataka treba unijeti RSI područja s dužinom tunela manjom od 500m. Tuneli duljine preko 500m obično su isključeni iz RSI u koordinaciji s naručiteljem.
3. Popis mjera - na popisu mjera navedeni su problemi i sigurnosni nedostaci i predložene su mjere popravljivanja. Da bi se pružio jasan i sažet prikaz mjera, one se prikazuju na obrascu u kojem se svaki nedostatak ili mjera prikazuje na zasebnoj stranici u portretnom obliku. Moraju se definirati točne lokacije problemskih područja, a treba naznačiti odgovarajući nedostatak, problem sigurnosti ceste, predložene mjere i očekivano poboljšanje nakon provedbe predloženih mjera. Fotografija nedostatka treba biti uključena za svaku mjeru radi bolje jasnoće. Također se mogu uključiti dodatne ilustracije (kao što su dijagrami sudara i slično) i objašnjenja. Problemi i mjere trebali bi biti ukratko navedeni u tablici iz razloga jasnoće. Ako su potrebna detaljnija objašnjenja, to se može navesti u tablici i objašnjenje može biti dodano nakon tablice.

4. Sažetak. [11]

Inspekcija sigurnosti ceste mora biti dovršena u skladu s određenim postupkom. Slika 18. prikazuje ovaj postupak. Nakon što RS inspektori utvrde nedostatke, agencija za održavanje cesta treba otkloniti te nedostatke kako bi se povećala sigurnost odabrane dionice. Ako mjere predložene u RSI-u ne budu implementirane, agencija za održavanje cesta mora pripremiti izvješće o izuzeću. RS inspektori moraju imati nekoliko godina relevantnog obrazovanja i praktičnog iskustva u području planiranja cesta, tehnologije prometne sigurnosti i analize nesreća te moraju uspješno završiti tečaj revizora na cestama sigurnosti. Barem jedan inspektor u timu inspektora RS mora imati federalnog ministra za promet, inovativnost i tehnologiju, kao revizora sigurnosti na cestama. Neovisnost inspektora RS mora biti osigurana i ključni je preduvjet za objektivnu i neograničenu procjenu. Cestovni planer odabranog odsjeka obično ne može biti zaposlen kao inspektor RS za ovaj dio ceste. RS inspektori mogu raditi kao interdisciplinarni timovi ili pojedinačno. Inspektori RS samostalno provode inspekciju sigurnosti na cestama na odabranom odjeljku. Inspektori RS također su odgovorni za organiziranje posjeta terenu, uključujući sve osobe koje je odabrala stranka za puštanje u rad i dobivanje potrebnih dokumenata za ocjenu i procjenu odjeljka. [11]

Tehnički aspekti prometa također se mora uzeti u obzir u RSI-u. To može uključivati protok prometa i sastav prometa. Ako su dostupni statistički podaci o prometu (npr. oni koji proizlaze iz automatskih sustava za brojenje, ručnog brojanja itd.), moraju biti uključeni. Također treba uzeti u obzir projekcije razvoja prometa (ako su dostupne). U nekim slučajevima, daljnja evaluacija, kao što je mjerenje brzine, razmak slijeda i slično, može biti

korisna. Ostali podaci o stanju na cesti, kao što su prianjanje, debljina vodenog filma, moraju biti uključeni ako su dostupni i nužni. Treba uključiti podatke o ciklusu i ponašanju pješaka i biciklista po potrebi. Po potrebi se mogu koristiti duljina preglednosti, simulacije vožnje i nesreća, procjene dinamike vožnje, mjerenja nagiba, svjetlosna mjerenja i mobilno mapiranje cesta. [11]

4. PROCJENA UTJECAJA ELEMENATA CESTA I CESTOVNE INFRASTRUKTURE NA SIGURNOST PROMETA

4.1. Atributi ceste korišteni pri kodiranju ceste na temelju EuroRAP/iRAP postupka

U nastavku su prikazana detaljna objašnjenja primijenjenih atributnih skupina prilikom označavanja karakteristika cesta i cestovne infrastrukture. Analizom videozapisa dionica ceste, za svaki 10-metarski segment ceste unose se odgovarajuće vrijednosti atributa definiranih prema iRAP standardima. Ti segmenti se zatim konvertiraju u odgovarajuće 100-metarske segmente kako bi se osigurala kompatibilnost s aplikacijama za ocjenjivanje razine sigurnosti prema iRAP standardima. Karakteristike prometnog toka se bilježe za svaku promatranu dionicu ceste u duljini od 100m. Broj prometnih nesreća s fatalnim posljedicama procjenjuje se pomoću podataka o karakteristikama prometnog toka. [7]

Čimbenici rizika, koji se ponekad nazivaju faktori modifikacije sudara (CMF - engl. Crash Modification Factors), koriste se u metodologiji iRAP SRS metodologiji radi povezivanja atributa ceste i stopu nastanka prometnih nesreća. Faktor modifikacije sudara (CMF) je multiplikativni faktor koji se koristi za izračunavanje očekivanog broja sudara nakon provedbe određene mjere sanacije na određenom mjestu. Na primjer, na raskrižju se događa 100 sudara pod kutem i 500 naleta na stražnji kraj vozila godišnje. Ako se primjeni mjera sanacije koja ima CMF od 0,80 za sudare pod kutem, može se očekivati 80 sudara pod kutem godišnje nakon provedbe mjere sanacije ($100 \times 0,80 = 80$). Ako ista mjera sanacije ima i CMF od 1,10 za naleta na stražnji kraj vozila, tada se očekuje i 550 naleta na stražnji kraj vozila godišnje nakon provedbe mjere sanacije ($500 \times 1,10 = 550$). [12]

4.1.2. Odvojeni i neodvojeni kolnici

Kolnici čiji smjerovi su odvojeni i kolnici čiji smjerovi nisu odvojeni kodiraju se drugačije jer se odvojeni kolnici pregledavaju u oba smjera. Odvojeni kolnici fizički su odvojeni od kolnika gdje se odvija promet u drugom smjeru, a odvojeni su barijerom ili razdjelnim pojasom. Na neodvojenim kolnicima smjerovi kretanja vozila odvojeni su horizontalnom signalizacijom dok na odvojenim kolnicima smjerovi kretanja vozila odvojeni su fizički, proširenjem ili sigurnosnom ogradom. [7]

4.1.3. Oznaka usmjerenja kolnika

Svaki segment ceste potrebno je označiti smjerom kretanja. Neodvojeni kolnici se pregledavaju samo u jednom smjeru, a odvojeni kolnici u oba smjera te se motociklistička infrastruktura također pregledavaju u oba smjera i zato je potrebna oznaka smjera kolnika. Oznake usmjerenja kolnika bilježe se na temelju sljedeće skupine atributa:

4.1.4. Trošak većih nadogradnji

Skupina atributa utjecaj troškova veće nadogradnje uzima u obzir utjecaj okolne namjene zemljišta, vrste okolnog terena i topografije na troškove radova većih rekonstrukcija i nadogradnje postojeće ceste. Ovom skupinom atributa prikupljaju se podaci koji

omogućavaju procjenu troškova za potencijalne sanacije opasnih mjesta. Visina troškova se utvrđuje na temelju potrebnog prostora za nadogradnju i vrsti okolnog terena. Visoki troškovi nadogradnje javljaju se u planinskim i brdovitim područjima te područjima gdje postoje veći objekti uz cestu (kuće, zgrade itd.). Troškovi nadogradnje bilježe se na temelju sljedeće skupine atributa:

1. Visoki troškovi – označava visoke troškove nadogradnje ceste (npr. jednog prometnog traka) gdje su potrebni veliki radovi i uklanjanje postojećih objekata u okolini ceste
2. Srednji troškovi – označava srednje troškove nadogradnje ceste gdje su potrebni manji radovi i uklanjanje manjeg broja objekata u okolini ceste
3. Niski troškovi – označava niske troškove nadogradnje ceste gdje su potrebni minimalni zemljani radovi bez uklanjanja objekata u okolini ceste. [7]

4.1.5. Postotak motocikala

Postotak motocikla u prometnom toku bilježi se kako bi se dobio uvid u strukturu prometnog toka radi utvrđivanja stupnja sigurnosti promatrane ceste. Motociklom se smatraju sva motorizirana vozila s dva kotača, skuteri, mopedi te laka vozila s tri kotača. Bilježi se broj motociklista na 100m, a motocikli koji su parkirani ne uzimaju se u obzir. Postotak motocikala bilježi se na temelju sljedeće skupine atributa:

1. 8 ili više motocikala na 100m
2. 6 do 7 motocikala na 100m
3. 4 do 5 motocikala na 100m
4. 2 do 3 motocikla na 100m
5. 1 motocikl na 100m
6. Nema motocikala na 100m. [7]

4.1.6. Udio biciklista u prometnom toku

Skupina ovih atributa koristi se za bilježenje broja biciklista na 100m ceste. Ovo je slučajno uzorkovanje biciklističkog toka te ne odražava točan protok, a može se koristiti s podacima namjene zemljišta i lokalnim saznanjima kako bi se procijenio vršni sat biciklističkog toka. Udio biciklista u prometnom toku bilježi se na isti način kao i atribut postotak motocikala. [7]

4.1.7. Protok pješaka - prelazak preko ceste

Ovim atributima bilježi se broj pješaka koji prelaze ili čekaju za prelazak preko ceste na svakih 100m ceste. Ovo je slučajno uzorkovanje pješačkog toka te ne odražava točan protok, a može se koristiti s podacima namjene zemljišta i lokalnim saznanjima kako bi se procijenio pješački tok. Protok pješaka pri prelasku preko ceste bilježi se na temelju sljedeće skupine atributa:

1. 8 ili više pješaka koji prelaze cestu na 100m
2. 6 do 7 pješaka koji prelaze cestu na 100m
3. 4 do 5 pješaka koji prelaze cestu na 100m

4. 2 do 3 pješaka koji prelaze cestu na 100m
5. 1 pješak koji prelazi cestu na 100m
6. Nema pješaka koji prelaze cestu na 100m. [7]

4.1.8. Protok pješaka – uzduž ceste na strani vozača i suvozača

Ovom skupinom atributa označava se broj pješaka koji se kreću uz cestu tijekom dana na dionici ceste duljine 100m posebno na strani vozača, posebno na strani suvozača. Ovo je slučajno uzorkovanje pješačkog toka te ne odražava točan protok, a može se koristiti s podacima namjene zemljišta i lokalnim saznanjima kako bi se procijenio pješački tok. Protok pješaka koji se kreću uz cestu bilježi se na isti način kao i atribut protok pješaka - prelazak preko ceste. [7]

4.1.9. Namjena zemljišta na strani vozača i suvozača

Skupina atributa namjena zemljišta uzima u obzir namjenu zemljišta u okolini ceste. Ova skupina atributa može se primijeniti za indikaciju veličine pješačkih tokova uz cestu. Podaci o prisutnosti određenih namjena zemljišta sa strane vozača i suvozača ceste pokazuju vjerojatnost kretanja pješačkih tokova uz cestu ili preko nje. Namjena zemljišta sa strane vozača i suvozača ceste obilježava se preko zasebnih atributnih skupina. Namjenu zemljišta potrebno je obilježiti samo na područjima na kojima postoji vjerojatnost utjecaja pješačkih tokova na prometovanje vozila na cesti. Namjena zemljišta sa strane vozača i suvozača ceste bilježi se pomoću sljedeće skupine atributa:

1. Obrazovna namjena - škole, fakulteti i sveučilišta
2. Trgovačka namjena - trgovine ili područja s visokim intenzitetom pješačkog prometa
3. Industrijska i proizvodna namjena - industrijske jedinice, tvornice i proizvodna mjesta
4. Stambena namjena - stambena područja i rekreacijska područja kao parkovi
5. Poljoprivredna namjena - zemljište koje se koristi za farme i ostale poljoprivredne aktivnosti
6. Nerazvijeno područje - područja bez trgovina, naselja i industrije. [7]

4.1.10. Tip područja

Skupina atributa tip područja uzima u obzir razinu urbaniziranosti područja u okolini ceste. Ovom skupinom atributa promatra se područje u užoj okolini ceste samo ako ne postoji ograda ili druga fizička barijera uz rubove ceste. Mala izolirana naselja uz cestu u duljini od 100 do 200 m obilježavaju se kao ruralni tip područja. Tip područja obilježava se pomoću sljedeće skupine atributa:

1. Urbano područje - naselje koje se proteže uz rub ceste u duljini većoj od 200m
2. Ruralno područje - područje izvan naselja, a područje gdje okolina ceste ne utječe na cestu ne uzima se u obzir. [7]

4.1.11. Ograničenje brzine

Skupina atributa ograničenja brzine uzima u obzir postojeće ograničenje brzine na cesti. Ako ograničenje brzine nije postavljeno znakom, bilježi se ograničenje brzine postavljeno zakonom. U obzir se ne uzimaju ograničenja postavljena radovima na cesti niti preporučene brzine. Posebnim atributima se kodiraju ograničenja brzine za motocikle i teretna vozila. [7]

4.1.12. Diferencijalne brzine

Skupinom atributa diferencijalne brzine bilježe se razlike u operativnoj brzini ili ograničenju brzine između automobila i teretnih vozila ili automobila i motocikala gdje ona prelazi 20km/h. Ako su ograničenja brzine za motocikle i teretna vozila iskodirana, onda diferencijalne brzine mogu biti izračunate na kraju. [7]

4.1.13. Vrsta razdjelnog pojasa

Skupina atributa vrsta razdjelnog pojasa uzima u obzir način na koji su razdvojeni prometni tokovi suprotnih smjerova kretanja na cesti. Način razdvajanja prometnih tokova suprotnih smjerova kretanja značajno utječe na vjerojatnost događanja teških prometnih nesreća. Fizičke barijere ograničavaju prelazak vozila preko razdjelnog pojasa čime se smanjuje mogućnost sudara s vozilima iz suprotnog smjera. Ako je na razdjelnom pojasu prisutna ograda s oštećenjima, takva područja označavaju se na isti način kao i dionice bez odbojne ograde u razdjelnom pojasu. [7]

Suprotni smjerovi kretanja vozila mogu biti odvojeni na sljedeći način: centralna linija (jednostruka, dvostruka horizontalna linija ili polje za usmjeravanje prometa širine manje od 1m), široka centralna linija širine od 0,3 do 1m, središnje polje za usmjeravanje prometa širine veće od 1m, kontinuirani središnji trak za skretanje, fleksibilni stupić (savitljivi stupić, ali bez kontinuirane fizičke odvojenosti), fizički razdjelni pojas (različiti materijal u širini manjoj od 1m, od 1m do 5m, od 5m do 10m, od 10m do 20m i širine veće od 20m), odbojna betonska ograda, odbojna metalna ograda, odbojna ograda sa zaštitom za motocikliste, odbojna ograda od žičanog užeta. [7]

Fizičke prepreke ograničavaju kretanje vozila preko razdjelnog pojasa što smanjuje mogućnost frontalnog sudara. iRAP metodologija tretira najgori slučaj kao dva vozila u frontalnom sudaru, dodjeljujući faktor rizika od 100 stoga je situacija sa samo središnjom linijom najgori slučaj. Pretpostavlja se da sigurnosne prepreke potpuno uklanjaju taj rizik. Povećanjem širine medijana rizik se smanjuje jer se potencijalna težina nesreće smanjuje prilikom povećanja mogućnosti kočenja. [12]

Odbojne ograde obično obavljaju svoj posao dobro i stoga imaju niske faktore rizika. Odbojne ograde od žičanog užeta obavljaju svoj posao dobro i imaju vrlo malo slučajeva penetracije, osim ako dođe do nestandardnog sudara. Istraživači vjeruju da kabelske barijere funkcioniraju u skladu s namjeranim dizajnom. Betonske odbojne ograde smatraju se boljima za motocikliste nego one od čelika jer ne postoje stupići na betonskoj ogradi. Pretpostavlja se da odbojne ograde od žičanog užeta ne povećavaju težinu ozljede motociklista i da povećani razdjelni pojas smanjuje rizik izloženosti pješaka za 28%. [12]

4.1.14. Vibracijske trake na razdjelnoj crti

Vibracijska traka na razdjelnoj crti je zapravo posebna vrsta trake s vibracijskim i zvučnim efektima visine veće od 10mm, a proteže se duž sredine ceste te joj je funkcija upozoriti vozače da prelaze razdjelnu crtu. [7]

Najpouzdaniji dokaz o efikasnosti vibracijskih traka na centralnoj liniji nalazi se u studiji koje je proveo Zavod za osiguranje sigurnosti autocesta (Persaud i ostali, 2003.). Istraživači su prikupili i analizirali sve podatke u Sjedinjenim Američkim Državama koje smatraju pouzdanim i koristeći Bayesovu empirijsku metodu i podatke iz 7 država, te zaključio je da sveukupan broj sudara motornih vozila smanjen za 14%. Osim toga procijenjeno je da su sudari s lakšim ozljedama smanjeni su za 15%, frontalni i bočni sudari smanjeni su za 21%. Kada su sudari bili razvrstani u noćne i dnevne sudare, a postotak smanjenja noću (19%) bio je veći nego tijekom dana (9%), ali razlika nije bila statistički značajna na razini od 5% ($p = 0,096$). Podaci o smrtnim slučajevima nisu bili dovoljni da se izvuče neki zaključak. [12]

4.1.15. Bočna udaljenost od opasnog mjesta - strana vozača i suvozača

Skupina atributa bočna udaljenost opasnog mjesta uzima u obzir udaljenost od opasnih mjesta i objekata uz cestu. Nalet vozila u objekte uz cestu može kao posljedicu imati teške ili fatalne ozljede vozača i putnika u vozilu. Opasni objekti uz cestu mogu biti kamenje visine veće od 20 cm, stupovi i drveće promjera većeg od 10 cm, nezaštićeni završeci odbojnih ograda te sve objekti koji uzrokuju naglo zaustavljanje vozila prilikom udara. Bočna udaljenost od opasnog mjesta može biti u udaljenosti od 0 do 1m, 1 do 5m, 5 do 10m i udaljenost objekata više od 10m od ceste. [7]

U iRAP metodologiji bočna udaljenost od opasnog mjesta tretira se kao čimbenik koji utječe na težinu prometne nesreće, za razliku od vjerojatnosti pojave nesreće. Faktori rizika koji utječu na vjerojatnost pojave nesreće smatraju se onima koji pridonose gubitku kontrole nad vozilom, motociklom ili biciklom. Tada se taj atribut odnosi na vjerojatnost da će vozilo, motocikl ili bicikl udariti u objekt pored ceste. Na težinu udara utječe i vrsta predmeta i brzina kojom se objekt udara što se bilježi atributom vrste opasnog objekta uz cestu. [12]

4.1.16. Vrsta opasnog objekta uz cestu - strana vozača i suvozača

Vrsta opasnog objekta uz cestu zabilježava najbliži opasni objekt koji može rezultirati s ozbiljnim ili smrtonosnim ozljedama korisnika cesta. Vrsta opasnog objekta uz cestu treba biti ista kao bočna udaljenost od opasnog mjesta, a svaka strana ceste ocjenjuje se posebno. Opasni objekt je bilo koja stvar koja može rezultirati s ozbiljnim ozljedama korisnicima cesta nakon utjecaja. U ovu atributnu skupinu spadaju sljedeći atributi: litica/provalija, stablo promjera većeg od 10cm, nelomljivi stupovi rasvjete, nelomljivi stupovi prometnog znaka i nelomljivi stupovi semafora promjera većeg od 10cm, nezaštićeni krajevi odbojnih ograda (nakošeni završetak odbojne ograde, oštri krajevi te oštećeni dijelovi odbojne ograde), vertikalne izbočene stijene uz cestu, uzlazni nagib visine najmanje 2m zbog kojeg je moguće prevrtanje vozila, duboki odvodni kanal, silazni nagib, veliko kamenje ili stijena visine iznad 20cm, solidne građevine koje izazivaju naglu deceleraciju (npr. ojačane betonske strukture),

lomljivi objekti (polu čvrste konstrukcije ili građevine, autobusne stanice, telefonske govornice), betonska odbojna ograda, metalna odbojna ograda, odbojna ograda od žičanog užeta, odbojna ograda sa zaštitom za motocikliste, uzlazni nagib visine najmanje 2m zbog kojih će se vozilo klizati (više od 75°). [7]



Slika 19. Primjer atributa litice u skupini atributa bočne zapreke [3]



Slika 20. Primjer atributa vertikalne izbočene stijene uz cestu [4]

Postoji veliko istraživanje o ovoj temi koju je iRAP pribavio pri odabiru značajnih faktora rizika na cestama. Za komponentu iRAP modela koji se odnosi na težinu sudara, referentni

faktor od 100 je postavljen za frontalni sudar za vozila jednake mase (gdje postoji vjerojatnost od ozljede putnika obaju vozila). Svi ostali čimbenici rizika koji se odnose na težinu sudara postavljeni su u odnosu na ovaj rezultat. Relativni čimbenici za različite prepreke na cesti izvučeni su iz Dodatka A iz 1996. izdanja AASHTO Roadside Design Guide ili prethodne dokumentacije. Veith (2005) daje indekse ozbiljnosti za znatan broj objekata pored ceste i značajke njihovog dizajna. Pri odabiru vlastitih vrijednosti, iRAP se oslanja na prvenstveno australska, europska i američka iskustva. [12]

Vrijednosti iRAP-a za lomljiv objekt ili konstrukciju podrazumijevaju slabu strukturu kao što je jednostavno sklonište za autobus koji postoji u mnogim europskim gradovima. Stupovi rasvjete također mogu biti lomljivi i lomiti se na podnožju, preklopiti se ili srušiti iznad vozila kada se udari u njih. Stigsonov rad pokazuje veliku opasnost (visoke g-sile za kratke vremenske periode) od udara u mostove i velika stabala. Drugi čimbenici rizika također su vođeni vrijednostima poput onih koje su dobili od Stigson i sur. (2009). Faktor litice uveden je da bi odražavao velike opasnosti bez obzira na brzinu kojom se putuje tamo gdje se je mala mogućnost od preživljavanja nesreće. Vrlo visoka vrijednost atributa litice za bicikliste odražava činjenicu da model replicira udar pri 150 km/h motoriziranog vozila sa stablom. Budući da čimbenici rizika za bicikliste ne postižu tu brzinu, pretpostavlja se da biciklista napušta cestu pri brzini od 35 km/h. Kao i ostali objekti, nagibi i odvodi su opasni ako uzrokuju velike promjene brzine u kratkom vremenskom periodu, ali ne ako se vozilo kreće po nagibu ili jarku duže vrijeme. iRAP je odlučio poravnati svoju vrijednost za udar u barijeru. Pretpostavlja se da čelične barijere imaju malo bolje rezultate od betona, zahvaljujući svojstvima apsorpcije energije. Turner i sur. (2010) komentiraju da većina studija samo procjenjuje utjecaj zaštitnih ograda kod slučaja slijetanja vozila s ceste. Druge studije izvijestile su o smanjenju prometnih nesreća. Prosječno smanjenje od 40% odabrano je za ugradnju sigurnosnih barijera u svim sredinama. IRAP faktori rizika pretpostavljaju da se betonske barijere smatraju boljima za motocikliste od metalnih jer nemaju stupiće. Pretpostavlja se da odbojne ograde od žičanog užeta ne povećavaju ozbiljnost ozljede motociklista. Elvik i Vaa (2004) otkrili su da je smanjenje mogućnosti nastanka nesreća najveće za odbojne ograde od čelika i žičane ograde, ali da su betonske prepreke rezultirale povećanjem broja žrtava. U Švedskoj su korištene odbojne ograde od žičanog užeta (vrsta fleksibilne barijere) s velikim uspjehom pri smanjenju prelazaka vozila u suprotni smjer (Larsson i sur. 2003). Sigurnosne odbojne ograde od žičanog užeta deformiraju se i preusmjeravaju vozila apsorbirajući udarnu energiju, što značajno smanjuje ozbiljnost posljedica sudara. Osnovna vrijednost faktora rizika za ogradu od žičanog užeta iznosi 9. iRAP faktori rizika relativno su visoki na uzlaznim nagibima na kojima je moguće prevrtanje vozila. Ti su čimbenici opravdani na temelju toga što će u mnogim situacijama, u zemljama s niskim i srednjim dohotkom, takav manevar uključivati barem djelomično izbacivanje putnika vozila. Barijera završava tamo gdje se može pojaviti pređenje ili pokretanje vozila, klasificirani su kao opasnosti. [12]

4.1.17. Vibracijske trake na bankini

Vibracijska traka bankine predstavlja posebnu vrstu rubne trake s vibracijskim i zvučnim efektima visine veće od 10 mm koja se proteže uzduž ceste, a čija je funkcija upozoriti vozače da napuštaju dio ceste namijenjen za prometovanje vozila. [7]

Turner (2012.) utvrdio je da u 13 studija prisutnost vibracijske trake na bankini je povezana s prosječnim smanjenjem od 21% za sve nesreće i 40% za slijetanja s ceste. Elvik i Vaa (2004.) sugeriraju da vibracijske trake na bankini mogu smanjiti učestalost sudara za 30%, iako švedski predstavnici EuroRAP-a sugeriraju da vibracijske trake maksimalno smanjuju mogućnost pojave sudara za 15%. Neke američke države izvješćuju o vrlo velikom smanjenju smrtnih slučajeva nakon uvođenja vibracijskih traka. Turner i sur. (2009) rekao je da postoji velika količina istraživanja o utjecaju vibracijskih traka na banki i tvrdio da su rezultati istraživanja prilično dosljedni. [12]

4.1.18. Širina asfaltirane bankine - strana vozača i suvozača

Asfaltirana bankina predstavlja dio ceste pored rubne crte na kolniku po kojem je moguće kretanje vozila. Mjeri se od središta rubne crte na kolniku do kraja asfaltiranog dijela ceste. Širina bankine na strani razdjelnog pojasa se ne uzima u obzir. Ako ne postoji rubna crta, širina bankine se mjeri od ruba asfaltiranog dijela ceste do krajnje točke do koje se vozila kreću na cesti. Širina asfaltirane bankine može biti od 0 do 1m, 1 do 2,4m i širine veće od 2,4m. [7]

Model pretpostavlja padajuću vjerojatnost pojave nesreća širenjem asfaltirane bankine, dok za pješake to daje marginalno veće koristi nego za bicikliste. Studija Austroads istražila je odnos između sudara na asfaltiranim bankinama i na cestama s dva kolnika te nastojala odrediti optimalnu širinu asfaltiranih bankina za različita prometna opterećenja. Istraživanjem podataka o sudarima na autocesti Hume (približno 1.244km duljine) s dva kolnika, utvrđeno je da su sudari sa smrtnim posljedicama na 100 milijuna vozila kilometara godišnje bili najniži za ceste s asfaltiranim bankinama širine 1,5 do 2,5m. Uočeno je povećanje broja sudara za dijelove gdje je asfaltirana bankina bila veće širine od 2,5m. Rezultati su bili različiti od očekivanih, a moguća objašnjenja mogu uključivati veće brzine kretanja zbog širih prometnih trakova ili smanjenu pozornost na vožnju u manje zahtjevnoj situaciji. Međutim, neizvjesno jesu li postojali su drugi čimbenici koji su utjecali na ovaj rezultat. Ranije priopćenje Ogden (1992) navelo je prethodne studije koje su u jednom slučaju zaključile da su asfaltirane bankine širine 1,8 do 3,0m bile sigurne na ruralnim dvosmjernim cestama s više od 1.500 voz/dan, dok je u drugoj studiji, ovisno o širini trake, najsigurnija širina asfaltirane bankine iznosila 2,4 do 2,7m. Dodatna analiza potvrdila je da taj odnos ne ovisi o prometnom opterećenju ceste. Važno je napomenuti da dionice ceste s asfaltiranim bankinama iznad 1,8 m nisu slijedili trend smanjenja pojave nesreća te stopa ostaje stabilna. [12]

4.1.19. Tip raskrižja

Skupina atributa tip raskrižja uzima u obzir prisutnost i vrstu raskrižja na cesti. Raskrižja se klasificiraju u više skupina ovisno o postojanju posebnog prometnog traka za skretanje ulijevo te postojanju semaforiskih uređaja na raskrižju. Raskrižja se bilježe u duljini od 100 m. Vrsta raskrižja obilježava se samo na raskrižjima na kojima dnevno prođe više od 100 vozila. Ako na promatranom raskrižju dnevno prođe manje od 100 vozila, takvo raskrižje obilježava se kao malo raskrižje. Vrsta raskrižja su sljedeće: četverokrako nesemaforizirano raskrižje bez traka za skretanje ulijevo, mini kružno raskrižje, četverokrako nesemaforizirano raskrižje s trakom za skretanje ulijevo, četverokrako semaforizirano raskrižje bez traka za skretanje ulijevo, cestovno-željeznički prijelaz u razini obilježen samo prometnim znakovima (pasivno

osiguran cestovno-željeznički prijelaz), trokrako nesemaforizirano raskrižje bez traka za skretanje ulijevo, četverokrako semaforizirano raskrižje s trakom za skretanje ulijevo, trokrako semaforizirano raskrižje bez traka za skretanje ulijevo, trokrako nesemaforizirano raskrižje s trakom za skretanje ulijevo, trokrako semaforizirano raskrižje s trakom za skretanje ulijevo, cestovno-željeznički prijelaz u razini osiguran fizičkim uređajima te svjetlosnom i zvučnom signalizacijom (aktivno osiguran cestovno-željeznički prijelaz), raskrižje s kružnim tokom prometa, trak za ulijevanje na autocestama i brzim cestama, neformalno polukružno okretanje bez traka za usporenje i ubrzanje te s lošim stanjem kolnika, formalno polukružno okretanje s trakom za usporenje i ubrzanje te s dobrim stanjem kolnika. [7]

Pretpostavlja se da je vjerojatnost pojave nesreće s teškim posljedicama za putnike u vozilu manja nego za motocikliste ne većini raskrižja. Na raskrižjima s kružnim tokom prometa čimbenik vjerojatnosti nesreće za motocikliste dvostruko je veći nego za putnike u vozilu. Čimbenici rizika dobiveni su povezivanjem rizika s jednog tipa raskrižja s drugim preko informacija o općem učinku uvođenja signala i zaštićenih trakova za skretanje. Očekuje se da će četverokraka raskrižja imati oko 20-60% više nesreća sa smrtnim i teškim posljedicama nego trokraka raskrižja. Pretpostavlja se da je vjerojatnost nesreće sa smrtnom ili teškom posljedicom kod pješaka veća za jednu desetinu kod četverokrakih raskrižja nego kod trokrakih raskrižja i 50% više kod raskrižja s kružnim tokom prometa. Vrijednosti vjerojatnosti rizika za bicikliste su 2-4 puta veće od onih kod putnika u vozilu i mnogo veće kod trakova za ulijevanje (6 puta) i kod kružnih raskrižja (10 puta). Dizajnirani kutovi pristupa znače da ako se pojavi sudar, trakovi za ulijevanje i raskrižja s kružnim tokom prometa pružaju relativno oprašajući udarac pri tupom kutu te još više kod mini-kružnih raskrižja jer su ona dizajnirana kako bi se još više smanjila ulazna brzina. Na cestovno-željezničkim prijelazima rizik je puno veći. Raskrižja s kružnim tokom prometa smanjuju broj konfliktnih točaka na raskrižju i ostavlja samo bočne sukobe te također smanjuje brzinu kretanja vozila. Tijekom razdoblja 1999. - 2005. pretvorba raskrižja u raskrižja s kružnim tokom prometa doveli su do smanjenja od oko 46% u broju nesreća s teškim posljedicama. Na ruralnim cestama uvođenje raskrižja s kružnim tokom prometa dovelo je do smanjenja nesreća s težim i lakšim posljedicama od 70%, što je i slučaj za turbo kružna raskrižja. Štetna emisija ispušnih plinova i buka pozitivni su ako kružni tok zamijeni semaforizirano raskrižje. Kada kružni tok zamjenjuje nesemaforizirano raskrižje, rezultat je nešto više emisije ispušnih plinova, ali manje buke. Pretvorba raskrižja u raskrižje s kružnim tokom je ekonomična. Lynam je komentirao da je to općenito dobro istraženo područje s dobrim podacima dostupnim za putnike u vozila, ali manje dobrim podacima za ostale grupe korisnika ceste. Odabir čimbenika rizika temelji se na najboljoj dostupnoj informaciji, no one vrste raskrižja koje su manje uobičajene ili gdje je rizik nizak obično su nedovoljno istraženi. iRAP prati istraživanja širom svijeta i ažurira vrijednosti rizika ako bolji podaci postanu dostupni. Procjene rizika za manja čvorišta i prilazne putove u određenoj mjeri ovise o pretpostavkama. [12]

4.1.20. Raskrižja s kanaliziranjem prometnih tokova

Atribut raskrižja s kanaliziranjem prometnih tokova bilježi izdignute ili šrafirane otoke na raskrižjima koji služe usmjeravanju vozila. Turner i sur. (2012) odnose se na rad Gan i sur. (2005) i Corben i Newstead (2001), koji su pokazali smanjenje od 22% i 36% respektivno i

pretpostavili smanjenje rizika od oko 30%. Ovo smanjenje je za kanaliziranje gdje nije jasno je li prisutan razdjelnik, razdjelni pojas ili oboje. Pet studija otoka za razdvajanje ponovno je pokazalo ukupno smanjenje od oko 30%, dvije studije središnjih razdjelnih otoka pokazale su smanjenje rizika od oko 20%. Faktor rizika koji je odabrao iRAP odražava ove brojke. [13]

4.1.21. Prometno opterećenje na raskrižju

Skupina atributa prometno opterećenje na raskrižju uzima u obzir procijenjen broj vozila koji prođe kroz raskrižje tijekom jednog dana. Prometno opterećenje na raskrižju bilježi se na temelju sljedeće skupine atributa:

1. Više od 15.000 voz/dan – prometno opterećenje na raskrižju preko 15.000 vozila u danu. Ako podaci o prometnom opterećenju nisu poznati, ova razina prometnog opterećenja pretpostavlja se za sva raskrižja na kojima je sporedna cesta s odvojenim smjerovima kretanja te ima tri ili više prometnih trakova za svaki smjer kretanja.
2. 10.000 do 15.000 voz/dan – prometno opterećenje na raskrižju od 10.000 do 15.000 vozila u danu. Ako podaci o prometnom opterećenju nisu poznati, ova razina prometnog opterećenja pretpostavlja se za sva raskrižja na kojima smjerovi kretanja na sporednoj cesti nisu odvojeni te ima tri ili više prometnih trakova za svaki smjer kretanja.
3. 5.000 do 10.000 voz/dan – prometno opterećenje na raskrižju od 5.000 do 10.000 vozila u danu. Ako podaci o prometnom opterećenju nisu poznati, ova razina prometnog opterećenja pretpostavlja se za sva raskrižja na kojima sporedna cesta ima dva prometna traka za svaki smjer kretanja.
4. 1.000 do 5.000 voz/dan – prometno opterećenje na raskrižju od 1.000 do 5.000 vozila u danu. Ako podaci o prometnom opterećenju nisu poznati, ova razina prometnog opterećenja pretpostavlja se za sva raskrižja na kojima sporedna cesta ima po jedan prometni trak za svaki smjer kretanja.
5. 100 do 1.000 voz/dan – prometno opterećenje na raskrižju od 100 do 1.000 vozila u danu. Ako podaci o prometnom opterećenju nisu poznati, ova razina prometnog opterećenja pretpostavlja se za sva raskrižja na kojima sporedna cesta ima jedan prometni trak.
6. 1 do 100 voz/dan – prometno opterećenje na raskrižju od 1 do 100 vozila u danu. Ako podaci o prometnom opterećenju nisu poznati, ova razina prometnog opterećenja pretpostavlja se za sva raskrižja na kojima sporedna cesta ima samo jedan prometni trak koji nije asfaltiran.
7. Neprijemljivo - raskrižje nije prisutno. [7]

4.1.22. Kvaliteta raskrižja

Skupina atributa kvaliteta raskrižja bilježi kvalitetu geometrijskog dizajna raskrižja i opremljenost raskrižja odgovarajućom vertikalnom i horizontalnom signalizacijom. Niska kvaliteta raskrižja podrazumijeva prekratke trake za ulijevanje, neadekvatne kutove ulaza na kružni tok te nedostatak vertikalne i horizontalne signalizacije na području raskrižja. Loša kvaliteta raskrižja bilježi se kada je geometrijski dizajn raskrižja loš i/ili nedostaje odgovarajuća horizontalna i vertikalna signalizacija te nije osigurana odgovarajuća preglednost u raskrižju.

Adekvatna kvaliteta raskrižja bilježi se kada je geometrijski dizajn raskrižja dobar te je prisutna odgovarajuća horizontalna i vertikalna signalizacija, a osigurana je i odgovarajuća preglednost u raskrižju. [7]

Istraživački dokazi o ovom atributu ceste su ograničeni. Elvik i Vaa (2004) sugeriraju da poboljšanja horizontalnih oznaka na cesti i kanaliziranje tokova na raskrižjima mogu smanjiti pad rizika od 15%. [14]

4.1.23. Gustoća priključaka na cestu

Skupinom atributa gustoća priključaka na cestu bilježi se gustoća priključaka sporednih cesta na glavnu cestu. Veliki broj priključaka sporednih cesta uzduž opterećene prometnice može rezultirati konfliktima između prometnih tokova i smanjenjem razine sigurnosti. Ova skupina atributa razmatra priključke s manjim intenzitetom prometa poput stambenih ulica uz glavnu cestu. U ruralnim područjima se ne obilježavaju atributi ove skupine. Priključci na cestu mogu biti različite namjene:

1. Priključak na cestu trgovačke namjene unutar 100m. To uključuje benzinske postaje, dućane, kafiće i odmorišta. Tu također spadaju gradilišta kao što su kamenolomi i sl.
2. Priključak na cestu stambene namjene. Tu također spadaju manji priključci na farme i ostale staze koje koriste motorna vozila za povremeni pristup glavnoj cesti. [7]

Turner i sur. (2009) sugeriraju da rizik može povećati rizik do četiri puta, ovisno o broju i vrsti priključaka i tipu ceste. Stopa pojave nesreće pada s povećanjem učestalosti priključaka, a učestalost priključaka imala je veći utjecaj na nepodijeljene ceste nego na podijeljene ceste. iRAP je stoga nametnuo faktor rizika od 1,5 : 1,0 za nepodijeljene : podijeljene ceste. Gustoća priključaka na cestu imala je sličan utjecaj u ruralnim i urbanim sredinama. [15]

4.1.24. Broj prometnih trakova

Skupinom atributa broj prometnih trakova bilježi se broj prometnih trakova koji koriste prolazni prometni tokovi u promatranom smjeru kretanja vozila. Prometni trakovi duljine manje od 400 m, trake za skretanje te kratke sporedne trake se ne obilježavaju. Broj prometnih trakova na promatranom dionici ceste može biti: četiri prometna traka, tri prometna traka, tri prometna traka za jedan i dva prometna traka za drugi smjer kretanja vozila, dva prometna traka, dva prometna traka za jedan i jedan prometni trak za drugi smjer kretanja vozila, jedan prometni. [7]

iRAP procjenjuje kako povećanje broja prometnih trakova smanjuje vjerojatnost frontalnog sudara sa suprotnim vozilom. To je procjena rizika od štete od vozila iz suprotnog smjera, a odnosi se na relativnu količinu vremena provedenog u prometnim trakama suprotnog smjera. Ako, primjerice, postoji jedna traka za svaki smjer, bilo kakvo pretjecanje stavlja vozilo na suprotnu kolnik i stavlja putnike u opasnost. Na temelju toga se pretpostavlja da se rizik uvelike smanjuje ako postoji više od jedne trake u svakom smjeru. Slijedeći ovu logiku, pretpostavlja se da bi se rizik prepolovio ako postoje 2 trake u jednom smjeru i samo jedna u drugom jer se pretpostavlja da će samo polovica vozila (vozila koja putuju samo u jednom od dva smjera) voziti u suprotnom smjeru.

4.1.25. Širina prometnog traka

Širina prometnog traka je udaljenost od središta horizontalne oznake na bankini do susjednog prometnog traka ili središnje horizontalne oznake na kolniku. Promjene u širini prometnih trakova na kraćim udaljenostima do 400 m se ne bilježe. Prometni trakovi mogu biti širine manje od 2,75m, od 2,75 do 3,25m i veći od 3,25m. [7]

Različita istraživanja pokazuju da se vjerojatnosti pojave nesreća povećavaju dok se širina trake smanjuje. Mehanizam odnosa između širine trake i brzine sudara ovisi o različitim čimbenicima, ali osobito o sposobnosti vozača da održavaju položaj i mjesto unutar trake pri različitim brzinama i o utjecaju koji susjedni ili nadolazeći promet ima na održavanje položaja unutar trake. Pokazalo se da vjerojatnosti pojave nesreća variraju pri različitim širinama trakova i ovisi o prisutnosti i širini asfaltiranih i neasfaltiranih bankina. [12]

4.1.26. Zakrivljenost

Skupinom atributa zakrivljenost bilježi se horizontalna zakrivljenost ceste. Na ravnim dijelovima ceste koristi se atribut za pravac ili lagani zavoj. Svaki zavoj se označava od početne do krajnje točke krivine. Horizontalna zakrivljenost ceste bilježi se na temelju sljedeće skupine atributa:

1. Vrlo oštar zavoj – na promatranoj dionici ceste prisutan je zavoj kroz koji se može sigurno proći samo brzinom manjom od 40 km/h, a radius zavoja je manji od 200m
2. Oštar zavoj – na promatranoj dionici ceste prisutan je zavoj kroz koji se može sigurno proći brzinom između 40 i 70 km/h, a radius zavoja je od 200m do 500m
3. Umjeren zavoj – na promatranoj dionici ceste prisutan je zavoj kroz koji se može sigurno proći brzinom između 70 i 100 km/h, a radius zavoja je od 500m do 900m
4. Pravac ili blagi zavoj – na promatranoj dionici ceste postoje samo blagi zavoji kroz koje se može sigurno proći brzinom većom od 100 km/h, a radius zavoja je veći od 900m. [7]

U istraživačkoj je literaturi široko poznato da je zakrivljenost ceste povezana s rizikom od nastanka nesreće sa smrtnim ili teškim posljedicama. Najnovija mišljenja ARRB Grupe i Austroadsa posebno su utjecala na faktore rizika koji su koristili iRAP (Turner i sur. 2010). Faktori rizika za motocikliste su napuhani za oko 10% kako bi odražavali relativno nižu stabilnost vozila na dva kotača. Pješачki i biciklistički faktori rizika odnose se na rizik od naleta vozila na njih. [16]

4.1.27. Kvaliteta zavoja

Skupina atributa kvaliteta zavoja bilježi s kojom lakoćom se može procijeniti veličina zakrivljenosti dijela ceste. Ovom skupinom atributa ocjenjuje se da li je zavoj označen odgovarajućom prometnom signalizacijom. Također se procjenjuje razina preglednosti u zavoju. Kvaliteta zavoja bilježi se od početne do završne točke krivine, a može biti loša gdje su za savladavanje zavoja potrebne nagle i neočekivane promjene u brzini kretanja vozila i može biti adekvatna gdje postojeća horizontalna i vertikalna prometna signalizacija te razina preglednosti u zavoju omogućavaju vozaču laku procjenu zakrivljenosti. [7]

U pregledu iRAP faktora rizika, Turner i sur. (2009.) uputili su čitatelje da rade na riziku delineacije i napominju da se kvaliteta zavoja odnosi na mjeru u kojoj znakovi i oznake pomažu vozaču da procijeni ispravnu zakrivljenost i preglednost prije i oko krivulje. Autori su preporučili uporabu faktora rizika od 1,25 za lošu kvalitetu krivulje za putnike vozila i povećanje na 1,4 za motocikliste i bicikliste, što odražava potencijalno povećanu ranjivost cestovnih korisnika na dva kotača na tim lokacijama. [15]

4.1.28. Uzdužni nagib ceste

Ova skupina atributa zabilježava nagib duž ceste, a nagib se odnosi na uspone i padove ceste. Nagib ceste može biti veći od 10% (uspon preko 10m u dužini od 100m ili kut veći od 5,75 stupnjeva), od 7,5% do 10% (uspon od 7,5m do 10m u dužini od 100m ili kut veći od 4,3 do 5,75 stupnjeva) i manji od 7,5% (uspon od 7,5m u dužini od 100m ili kut veći od 4,3 stupnja). [7]

Faktori rizika ovog atributa s rasponom od 1,0 do 1,7 odabrani su na temelju američkih i australskih istraživanja. Preporučeni relativni omjeri rizika temelje se prvenstveno na Harwood i sur. (2000) za nagibe do 8%, uz pretpostavku povećanja do 1,2 za nagibe do 10%. Za nagibe od 10% ili više, faktor rizika povećava se na 1,7 te ovaj faktor odražava ekstremne nagibe. Postoje ograničeni podaci dostupni o ovoj temi djelomično jer se uklanjanje nagiba ili brda rijetko, ako ikada uzima kao faktor rizika. Većina studija uspoređuje sudare na nagibima s nagibima negdje drugdje. Mnoge studije nisu u stanju izolirati učinak nagiba od utjecaja zakrivljenja i drugih čimbenika kao što je brzina. [17]

4.1.29. Stanje kolnika

Skupina atributa stanje kolnika obilježava kvalitetu i stanje kolničke površine. Ovom skupinom atributa uzimaju se u obzir svi nedostaci na kolničkoj površini koji značajno utječu na kretanje vozila. Nedostaci na kolničkoj površini uključuju različite vrste izbočina, udubina i deformacija na kolniku koje mogu narušiti sigurnost i udobnost vožnje, široke rupe i jame na kolniku koje mogu uzrokovati veće vibracije u vozilu, nedostaci na rubovima kolnika te nedostaci na površini kolnika koji mogu uzrokovati otežano prometovanje vozila. Stanje kolnika može biti loše (na kolniku su prisutna ozbiljna oštećenja koja mogu uzrokovati otežano kretanje vozila), srednje (manja oštećenja koja mogu rezultirati povremenim negativnim utjecajima na kretanje vozila) i dobro (nema prisutnih oštećenja koja mogu negativno utjecati na kretanje vozila). [7]

Postoji snažan linearni odnos između brzine sudara i hrapavosti kolnika. Čimbenici rizika koje rabi iRAP temelje se na razlici između 25 i 35 sudara na milijun vozilo-kilometara. Rizik od stanja ceste za korisnike vozila na dva kotača (motociklisti i biciklisti) smatraju se veći nego kod vozila s 4 kotača. Pretpostavljene su povećane razine rizika za ove dvije korisničke skupine zbog niže stabilnosti vozila s dva kotača i veće vjerojatnosti gubitka kontrole. Lynam (2012) objasnio je istraživanje o vrijednostima korištenim u ranijim verzijama iRAP metodologije i rekao da utjecaj stanja kolnika nije jednostavan. Ako je stanje ceste vrlo loše, smanjene brzine mogu smanjiti padove. Također se sugerira da rekonstrukcija ceste može smanjiti broj padova ozljeda za oko 20% u ruralnim područjima, ali manje od 10% u urbanim

područjima. Poboljšanje površinskog trenja može smanjiti padove do 40% na mokrim cestama, ali može utjecati i na brzinu vožnje. [12]

4.1.30. Otpor pri klizanju/prianjanje

Skupina atributa otpor pri klizanju/prianjanje zabilježava osnovne karakteristike cestovne površine u odnosu na otpor pri klizanju. Ovdje treba zabilježiti nedostatke površinske teksture, a to uključuje ispiranje ili skidanje šljunka što bi moglo smanjiti prianjanje u mokrim ili suhim uvjetima. Opće stanje ceste trebalo bi biti zabilježeno u duljini od 100 metara. Otpor pri klizanju/prianjanje bilježi se na temelju sljedeće skupine atributa:

1. Loše neasfaltirano – površina ceste je neasfaltirana i ima malu površinu prianjanja. Na primjer površina je prekrivena šljunkom ili je prirodna površina koja će vjerojatno biti skliska u mokrim uvjetima (npr. površine mulja/ gline)
2. Adekvatno neasfaltirano – površina ceste je neasfaltirana s relativno dobrim površinskim prianjanjem. Na primjer površina je načinjena od zbijenog agregata čvrste površine koja ostaje čvrsta u svim vremenskim uvjetima
3. Loše asfaltirano – površina ceste je asfaltirana i ima malu površinu prianjanja. Na primjer površina ceste je asfaltirana te izgleda glatko i sjajno na više od 20% površine kojom se vozilo kreće. Ovaj atribut se također bilježi kada su šljunak i drugi materijali prisutni na više od 20% površine kolnika
4. Srednje dobro asfaltirano – Površina ceste je asfaltirana i ima srednje dobru površinu prianjanja. Na primjer površina ceste je asfaltirana te izgleda glatko i sjajno čak do 20% površine kojom se vozilo kreće. Ovaj atribut se također bilježi kada su šljunak i drugi materijali prisutni do 20% površine kolnika
5. Adekvatno asfaltirano – Površina ceste je asfaltirana i očekuje se da ima odgovarajuće performanse otpornosti na klizanje. Na površini kojom se vozilo kreće nema vidljivih glatkih i sjajnih dijelova. [7]

Tipično ceste s lošim prianjanjem imaju povećane stope nesreća. Čimbenici rizika koji se koriste u iRAP-u govore da neasfaltirane ceste u adekvatnom stanju imaju stopu sudara oko 3 puta veću od adekvatno asfaltiranih cesta i da loše neasfaltirane ceste imaju veću stopu oko 5,5 puta. Preporučuje se faktor smanjenje stope sudara od 35% u urbanim sredinama. iRAP-ov pristup temeljen na videozapisu odgovara potrebama, a prebacivanje na automatsko prikupljanje podataka o otpornosti na klizanje nije zajamčeno. Ako je otpornost na klizanje vrlo slaba i postoji potreba za kočenjem na ravnom dijelu ceste, onda je moguće značajno smanjenje mogućnosti nastanka prometne nesreće. Pretpostavlja se da je rizik za motocikliste 20% veći nego za putnike u vozilima. [16]

4.1.31. Delineacija

Skupinom atributa delineacija obilježava se kvaliteta postojeće horizontalne signalizacije koja vozače usmjerava na kretanje po određenim dijelovima kolnika te pruža informacije o postojećim uvjetima na cesti. Pri bilježenju kvalitete delineacije u obzir se uzima kvaliteta centralne linije, oznaka na voznoj traci, rubnih linija, delineatora te ostalih oznaka na kolniku. Loša kvaliteta delineacije bilježi se kada oznake opasnosti, centralna i rubne linije nisu

prisutne ili nedostatno uočljive na većim duljinama ceste. Adekvatno označena delineacija bilježi se kada su oznake opasnosti, centralna i rubne linije prisutne i uočljive na promatranoj dionici ceste. [7]

Lynam (2012) objasnio je istraživačku pozadinu vrijednosti korištenih u modelu. Pretpostavlja se da bi dobra delineacija na trasi smanjila rizik od frontalnih sudara i slijetanja s ceste za 20%. AusRAP pretpostavio je relativno veće vrijednosti rizika i također primjećuje da Elvik i Vaa (2004) zaključuju da većina oznaka ima vrlo malo utjecaja na rizik. [12]

4.1.32. Cestovna rasvjeta

Skupinom atributa cestovna rasvjeta bilježi se postojanje cestovne rasvjete koja dovoljno osvjetljava pješake i bicikliste. Rasvjetni stup je uzdignuti izvor svjetla montiran na stup pokraj ceste, na razdjelnom pojasu ili obješen na žici iznad ceste koji osvjetljava cestu. [7]

Ovaj je atribut opsežno pregledao Turner i sur. (2012). Oni izvješćuju srednje povjerenje u ukupno smanjenje rizika od nesreće za 35% u noćnim sudarima za instalaciju nove rasvjete gdje je nema. Takvi sudari mogu predstavljati 30-50% svih sudara. Oni također komentiraju da su razne studije dale informacije o očekivanom smanjenju sudara za različite vrste sudara (na primjer nalete na stražnji kraj vozila) i težine sudara (na primjer smrtne posljedice), ali taj je stupanj pouzdanosti nizak jer je općenito postojala samo jedna studija za svaki. Prednosti za pješake i bicikliste smatraju se veće nego za putnike vozila i vozače motocikla. [13]

4.1.33. Pješački prijelazi na glavnoj i sporednoj cesti

Skupinom atributa pješački prijelaz na glavnoj i sporednoj cesti bilježe se pješački objekti na cesti koja se pregledava. Pješački prijelazi bilježe se bez obzira na to jesu li na raskrižju ili ne. Ako se pješački prijelaz nalazi na raskrižju treba se zabilježiti na istom mjestu kako bi se mogli povezati. Ako se dva pješačka prijelaza nalaze na jednom raskrižju, samo se jedan bilježi, a pješački prijelazi na sporednoj cesti se bilježe atributom pješački prijelazi na sporednoj cesti. Pješački prijelazi bilježe se sljedećom skupinom atributa:

1. Samo pješački otok - pješački prijelaz nije označen, ali postoji središnji pješački otok
2. Nesemaforiziran označen pješački prijelaz bez pješačkog otoka - pješački prijelaz je dobro označen, ali nema središnji pješački otok
3. Nesemaforiziran označen pješački prijelaz s pješačkim otokom - pješački prijelaz je dobro označen i ima središnji pješački otok
4. Semaforiziran pješački prijelaz bez pješačkog otoka - semaforom se kontrolira pješački tok i protok vozila. Pješački prijelaz smatra se semaforiziranim samo ako postoji pješačka faza
5. Semaforiziran pješački prijelaz s pješačkim otokom - semaforom se kontrolira pješački tok i protok vozila, a prijelaz je odvojen pješačkim otokom. Pješački prijelaz smatra se semaforiziranim samo ako postoji pješačka faza
6. Pješački most - pješački prijelaz napravljen je u obliku mosta i ne dovodi pješake i vozila u sukob. Tu spadaju pješački pothodnici i nathodnici

7. Nesemaforiziran uzdignut pješački prijelaz s pješačkim otokom - pješački prijelaz koji uključuje uzdignutu platformu za smirivanje prometa, dobro je označen i odvojen središnjim otokom
8. Nesemaforiziran uzdignut pješački prijelaz bez pješačkog otoka - pješački prijelaz koji uključuje uzdignutu platformu za smirivanje prometa, dobro je označen, ali nema središnjeg otoka
9. Uzdignut neoznačen pješački prijelaz s pješačkim otokom - pješački prijelaz nije označen, ali ima uzdignutu platformu za smirivanje prometa i središnji pješački otok. Pješaci će obično na ovakvom pješačkom prijelazu dati prednost vozilima
10. Uzdignut neoznačen pješački prijelaz bez pješačkog otoka - pješački prijelaz nije označen, ali ima uzdignutu platformu za smirivanje prometa i nema središnji pješački otok. Pješaci će obično na ovakvom pješačkom prijelazu dati prednost vozilima
11. Nema pješačkog prijelaza - cesta nije opskrbljena potrebnim objektima za prijelazak pješaka preko ceste. [7]

Tamo gdje postoji odvojeni pješački prijelaz pretpostavlja se da ne dolazi do sudara ako je prisutna pješačka barijera. Tamo gdje pješačke ograde ne postoje, pretpostavlja se da još uvijek postoji prijelaz u razini, ali da je ukupni rizik relativno nizak i jednak pješačkom prijelazu s otokom. Turner i sur. (2009) sugerirao je da je tamo gdje je pješački prijelaz teško vidjeti, situacija je loša kao da i nema pješačkog prijelaza ili da je u nekim slučajevima čak i gora za pojedince jer potiče lažni osjećaj sigurnosti. Turner i sur. (2009) također je predložio faktor od oko 7:1 između signaliziranog pješačkog prijelaza s otokom i bez pješačkog prijelaza. Izmjene faktora rizika koje proizlaze iz prisutnosti nadzornika školske zone su procjene koje su rezultat Mead, Zegeer i Bushell (2013) i iRAP-ove rasprave sa stručnjacima za pješački rizik. One se mogu preispitati jer relevantna istraživanja postaju dostupna. [15]

4.1.34. Kvaliteta pješačkog prijelaza

Skupinom atributa kvaliteta pješačkih prijelaza bilježi se kvaliteta uočljivosti prijelaza i opremljenost pješačkog prijelaza odgovarajućim znakovima upozorenja. Prilikom bilježenja kvalitete pješačkog prijelaza potrebno je utvrditi i postojeću preglednost ispred pješačkog prijelaza. Loša kvaliteta pješačkog prijelaza bilježi se kada su potrebne nagle i neočekivane promjene u brzini vozila kako bi se spriječio nalet vozila na pješake. Adekvatna kvaliteta pješačkog prijelaza bilježi se kada postojeća horizontalna i vertikalna signalizacija te preglednost ispred prijelaza omogućavaju sigurno zaustavljanje vozila. [7]

U svom pregledu faktora rizika iRAP-a, Turner i suradnici (2009) navode čitatelje da rade na riziku delinacije koja znakovima i oznakama pomaže vozaču da vidi tu značajku i donosi potrebne prosudbe. Odabran je faktor rizika od 1,5 jer je prepoznato da će loše kvalitete pješačkih prijelaza vjerojatno imati veći i izravniji učinak na sigurnost. [13]

4.1.35. Pješačka zaštitna ograda

Skupinom atributa pješačka zaštitna ograda bilježi se postojanje ograde koja je dovoljna da zaustavi pješake da prelaze cestu i trebala bi biti prisutna kroz čitavih 100m, osim ako nije prisutan pješački prijelaz u razini ceste. Ako takav prijelaz postoji, pješačka ograda bi

trebala usmjeriti pješake na pješački prijelaz. Pješačka ograda treba biti prisutna samo na jednoj strani ceste kako bi se zabilježila. [7]

Model pretpostavlja da niti jedan pješak ne prelazi cestu gdje se nalazi ograda, da je tako snažna da se ne može popeti preko. Turner i sur. (2012) razmotrili su učinak ograđivanja prijelaza i pokazali da je smanjenje od 20% najvjerojatnije, a više ako pješaci budu vidljivi kroz ograde, dakle faktor rizika od 1,25. [13]

4.1.36. Upozorenje na školsku zonu

Skupinom atributa upozorenje na školsku zonu bilježi se prisutnost školske zone. Školske zone su područja u blizini škole i ostalih obrazovnih ustanova gdje postoji mogućnost pojave velikog broja djece i mladih. Te zone često imaju smanjena ograničenja brzina u određenim dobima dana. Školske zone često imaju odgovarajuće prometne znakove i oznake kako bi osvijestili vozače o prisutnosti ranjivih korisnika ceste kao što su mladi pješaci i biciklisti. Zabrane parkiranja također mogu prisutne u školskim zonama. Školske zone bilježe se na temelju sljedeće skupine atributa:

1. Svjetleći znakovi školske zone - označava prisutnost školske zone i pomoću svjetlećih znakova ističe statičke znakove i ograničenje brzine. Atribut se bilježi u punoj dužini školske zone (100m - 300m dužine) između znakova s oba prilaza školi
2. Statični znakovi ili horizontalne oznake školske zone - označava prisutnost školske zone pomoću statičkih znakova. Tu također mogu biti i horizontalne oznake te znakovi ograničenja brzine. Atribut se bilježi u punoj dužini školske zone (100m - 300m dužine) između znakova s oba prilaza školi
3. Nema upozorenja za školsku zonu - školska zona je prisutna, ali nema znakova upozorenja niti horizontalnih oznaka koje bi na to upozorile. [7]

4.1.37. Nadglednik pješačkog prijelaza kod školske zone

Skupinom atributa nadglednik pješačkog prijelaza kod školske zone bilježi se prisutnost nadglednika pješačkog prijelaza kod školske zone. Nadglednik pomaže djeci u sigurnom prelasku ceste do i iz škole, a djeluju za vrijeme vršne školske potražnje ujutro i poslijepodne. Nadglednik pješačkog prijelaza kod školske zone može biti prisutan početkom i završetkom nastave, tijekom školskog dana ili tijekom velike pješačke aktivnosti. [7]

4.1.38. Usporivači prometa

Skupinom atributa usporivači prometa bilježi se prisutnost značajki cestovne infrastrukture koje će smanjiti operativnu brzinu za 5 - 10km/h ispod ograničenja brzine. Usporivači prometa se najčešće nalaze u urbanim područjima, često na lokalnim cestama kako bi se smanjila brzina kretanja te u nekim slučajevima kako bi se onemogućio prolaz određenih tipova vozila. U usporivače prometa spadaju: raskrižja s kružnim tokom prometa, uspornici prometa, povišenja, šikane, uzdignuti dijelovi, modificirana raskrižja i sl. [7]

Model pokazuje smanjenje rizika temeljeno na promjeni brzine i uz pretpostavku smanjenja brzine od 10 km/h. Upotrebljava se faktor rizika od 1,25, koji uspostavlja krivulju

brzine i rizika. Turner i sur. (2010) slažu se s procijenjenim smanjenjem rizika od 20%, dok neka istraživanja pokazuju smanjenje od 10-30%. Pretpostavlja se da su pogodnosti za sve korisnike ceste slične, a prednosti mogu biti veće, osobito u ruralnim sredinama. [16]

4.1.39. Parking za vozila

Skupinom atributa parking za vozila bilježe se parkirna mjesta uz cestu. Tu spadaju i područja gdje nekoliko buseva i taksija stanu kako bi obavili razne aktivnosti uz cestu. Ovim atributom bilježe se parkirana vozila i parkirna mjesta na cesti, autobusna stajališta i opća zadiranja na cesti. Parking za vozila uzima se u obzir do 2m udaljenosti od vanjskog ruba vanjske prometne trake. Parking za vozila može biti samo na jednoj ili na obje strane ceste. [7]

Ovi faktori rizika odražavaju povećani rizik za pješake i bicikliste koji se kreću uz cestu ako su vozila parkirana na strani ceste. Automobil parkiran na pločniku često prisiljava pješake da se kreću po cesti, a biciklisti su pod povećanim rizikom na primjer ako se vrata automobila otvore i zadiru na njihov put. Međutim, smatra se da parkirana vozila ne dodaju rizik kada postoji pješačka ili biciklistička infrastruktura. Postoji značajan nedostatak istraživanja koja opseg odnosa između rizika i parkiranih vozila. Lynam (2012) objasnio je da na nekim mjestima u zemljama s niskim i srednjim dohotkom, aktivnosti pored ceste utječu na kolnik ako je rub ceste slabo definiran, a pješaci tada hodaju po kolniku. To može imati različite učinke na tok prometa i ponašanje korisnika ceste i pretpostavlja se povećanje rizika za 20%. [12]

4.1.40. Udaljenost pješačke staze - strana vozača i suvozača

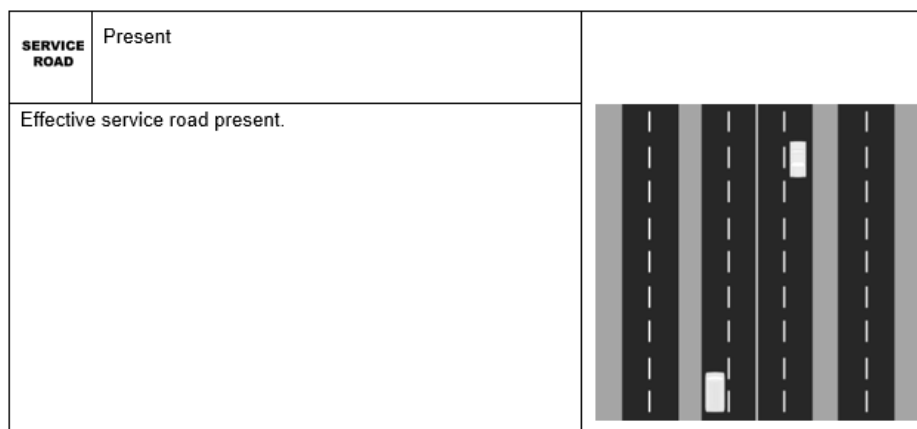
Skupina atributa udaljenost pješačke staze uzima u obzir udaljenost pješačke staze od desnog ili lijevog ruba ceste. Pješačka staza je namjenski izgrađen objekt za pješake koji ima površinu za sve vremenske uvjete (asfaltiranu ili neasfaltiranu) te pruža pouzdanu površinu za pješake. Neformalni put je površina, iako nije napravljena za pješake, koju pješaci koriste za hodanje, a pruža se uz prometnu traku ili je udaljena od prometne trake. Ako postoji parkirna traka, onda se udaljenost do pješačke staze treba mjeriti od ruba prometne trake. Udaljenost se mjeri od vanjskog ruba najbližeg prometnog traka do ruba pješačke staze. Ovom skupinom atributa uzima se u obzir i prisutnost fizičkih barijera koje sprečavaju interakciju između vozila i pješačkih tokova. Za podijeljene ceste se ovaj atribut kodira kao da trake nema ovisno o atributu za stranu vozača i suvozača. Udaljenost pješačke staze bilježi se atributima: udaljenost od ruba ceste može biti od 0 do 1m (pločnik je odvojen od ceste na udaljenosti manjoj od 1m uključujući asfaltiranu bankinu, a fizička barijera nije prisutna), od 1 do 3m, više od 3m, pješačka staza odvojena fizičkom barijerom (za sprečavanja ulaska vozila na pješačku površinu), neformalni put udaljen 0 do 1m i neformalni put udaljen više od 1m. [7]

Istraživanja na ovom području bit će vrijedan doprinos podupiranju modela. Čimbenici rizika izvedeni su pretpostavljanjem vjerojatnog ponašanja pješaka kada se suočavaju s izborom oko korištenja pješačke infrastrukture, bankine i neformalnog puta pored ili na kolniku. Pretpostavlja se da pješaci koriste najbolju dostupnu infrastrukturu. Pretpostavlja se da je pločnik s fizičkom barijerom najniži objekt rizika. Rizik za pješake kod pločnika bez fizičke prepreke bit će manji što je pločnik udaljeniji od ceste. [12]

4.1.41. Servisna sabirna cesta

Skupinom atributa servisna sabirna cesta bilježi se prisutnost servisne sabirne ceste paralelne s cestom koju opslužuje. Svrha servisne sabirne ceste je povezati pristupe imovini i manja raskrižja te ih spojiti s glavnom cestom u jednoj točki. [7]

Stranica CMF Clearinghouse navodi dvije studije na kojima su izgrađene servisne sabirne ceste (Gan et al., 2005 i Agent et al., 1996). Ganov rad pokazao je smanjenje rizika od 40% u svim vrstama nesreća, a Agentova studija pokazala je jednako smanjenje rizika od 40%. Daljnje pogodnosti servisnih sabirnih cesta mogu se dobiti ako se pretvore s jednosmjernih u dvosmjerne. One pokazuju čimbenike smanjenja sudara u rasponu od 57-96% za različite vrste sudara. iRAP je odabrao faktor rizika od 1,5 poravnavajući ovaj faktor rizika s onim za umjerenu gustoću priključaka na cestu. [18]



Slika 21. Atribut prisutnosti servisne sabirne ceste [7]

4.1.42. Motociklistička infrastruktura

Skupina atributa motociklistička infrastruktura uzima u obzir prisutnost traka namijenjenih za motocikliste na cesti ili uz nju. Ova skupina atributa uključuje trake za motocikliste odvojene od cestovne površine fizičkom barijerom kao i trake namijenjene za motocikliste na cestovnoj površini. Motociklistička infrastruktura može biti: traka odvojena od ostalih prometnih traka oznakom na kolniku, jednosmjerni trak za motocikliste odvojen od ruba ceste za 1m, jednosmjerni odvojeni trak za motocikliste s fizičkom barijerom na minimalnoj udaljenosti 10m od ruba ceste, dvosmjerni odvojeni trak na minimalnoj udaljenosti 1m od ruba ceste, dvosmjerni odvojeni trak s fizičkom barijerom na minimalnoj udaljenosti 10m od ruba ceste. [7]

Faktor rizika jednosmjernog motociklističkog traka s fizičkom barijerom pretpostavlja da ne postoju mogućnost sudara s vozilom kao i za dvosmjerni motociklistički trak s fizičkom barijerom. Pretpostavlja se da postoji povećanje rizika od 10% kada nema fizičke barijere. Pružanje namjenske trake za motocikliste na kolniku prepolovljuje rizik od sudara za razliku od nepostojanja namjenske trake za motocikliste. Odvojena traka bez fizičke barijere ima jednu desetinu rizika za razliku od namjenske trake za motocikliste. U prikazu istraživanja na kojima su se temeljile ranije verzije iRAP modela, Lynam (2010.) skrenuo je pozornost na Umar i sur.

(1995.) koji su pokazali da osiguranje odvojenih objekata za motocikle može prepoloviti broj smrtnih slučajeva motociklista, ali je istaknuo da to ovisi o dizajnu objekata i načinu na koji su oni u interakciji s drugim prometom na raskrižjima. Umar i sur. (1995.) izvještavaju o smanjenju nesreća motociklista od 25% nakon ugradnje 14km odvojene motociklističke infrastrukture u Maleziji. [12]

4.1.43. Biciklistička infrastruktura

Skupinom atributa biciklistička infrastruktura bilježi se prisutnost biciklističkih staza i traka uz cestu. Biciklističke trake i staze primjenjuju se kako bi se povećala sigurnost biciklističkih tokova. Ovom skupinom atributa bilježe se trake posebno namijenjene za bicikliste kao i trake segregirane fizičkim barijerama. Biciklistička infrastruktura može biti izvedena na slijedeći način: proširenje prometne trake (prometna traka je širine veće od 4,2m), poseban trak za biciklističke tokove razdvojen od kolničke površine oznakom na kolniku širine manje od 1m ili uzdignutom popločenom površinom, put za zajedničko korištenje pješaka i biciklista odvojen od ceste na udaljenosti većoj od 1m, biciklistička staza odvojena od kolničke površine oznakom na kolniku širine veće od 1 m ili uzdignutom popločenom površinom, biciklistička staza odvojena od kolničke površine fizičkom barijerom ili na minimalnoj udaljenosti 10 m od ruba ceste, cesta namijenjena zajedničkom korištenju vozilima i biciklistima. [7]

Studije koje su provedene za usporedbu stope sudara za vožnju biciklom na cestama i izvan nje pokazale su da su pješačke staze znatno manje sigurne od ostalih mogućnosti vožnje na cestama ili izvan nje, s podacima koji pokazuju da je vožnja pješačkom stazom 1,8 do 2,5 puta opasnija od one na kolniku i 8 do 11 puta opasnija od vožnje na stazi koja se ne nalazi na kolniku. U Danskoj su se provodile studije vožnje biciklističkim stazama odvojenim od kolničke površine tijekom razdoblja od tri godine. Rezultati su pokazali da su se biciklističke nesreće povećale za 48% nakon uvođenja tih biciklističkih staza. Osim toga došlo je do porasta žrtava od 27% za vozače vozila, mopeda i pješake. Ove opasnosti za pješačke staze nastaju uglavnom iz sukoba s motornim vozilima, pješacima i drugim biciklistima. [19]

4.1.44. Radovi na cesti

Skupina atributa radovi na cesti uzima u obzir prisutnost većih radova na cesti ili rekonstrukciji ceste. Manji radovi na cesti se ignoriraju. Veći radovi na cesti kodiraju se kada se cesta znatno mijenja i atributi ne mogu biti točno kodirani. Ocjena zvjezdicama neće se primijeniti na ove segmente ceste. Manji radovi na cesti kodiraju se kada se svi atributi mogu iskodirati točno, a radovi su prisutni na cesti. Takvi radovi mogu utjecati na brzinu kretanja prometa. [7]

4.1.45. Preglednost

Skupina atributa preglednost zabilježava sposobnost vozača da vidi pješake ili bicikliste bilo na kolniku ili ako će prijeći cestu ili vozila na raskrižju. Okomito/vodoravno poravnavanje ili fizičke smetnje poput objekata na cesti i vegetacije mogu smanjiti preglednost na cesti. Loša

preglednost na većem djelu ceste bilježi se kada je vidljivost uz cestu manja od 100m. Adekvatna preglednost bilježi se kada je preglednost dobra na većem djelu ceste. [7]

Čimbenici rizika za ograničenje preglednosti temelje se na Turneru i sur. (2012.). U literaturi postoji snažan konsenzus da poboljšanje preglednosti rezultira smanjenjem rizika za oko 30% na otvorenoj cesti i na raskrižjima. Barem za situaciju na otvorenoj cesti, smanjenje od 30% čini se visokim s obzirom na to da su poprečni presjeci zabilježili zanemariv učinak za većinu ruralnih cesta. [13]

4.2. Atributi nakon kodiranja

4.2.1. Protok vozila (AADT/PGDP)

Protok vozila bilježi se za svaku dionicu ceste. To se koristi u komponenti modela za procjenu smrtnosti kako bi se individualni rizik pretvorio u kolektivni rizik za automobile i motocikle. Ovaj atribut uzima u obzir kompletni PGDP, uzima u obzir sva motorizirana vozila, a brojčana vrijednost unosi se za svakih 100m ceste. [7]

4.2.2. Postotak motocikala

Postotak motocikla u prometnom toku bilježi se kako bi se dobio uvid u strukturu prometnog toka radi utvrđivanja stupnja sigurnosti promatrane dionice ceste. Motociklom se smatraju sva motorizirana vozila s dva kotača, skuteri, mopedi te laka vozila s tri kotača. Udio motocikala u prometnom toku može se definirati na temelju kvalitativnih i kvantitativnih atributa.

Kategorije koje se primjenjuju za bilježenje udjela motocikla u prometnom toku su:

1. 0% prometnog toka su motocikli
2. 1 - 5% prometnog toka su motocikli
3. 6 - 10% prometnog toka su motocikli
4. 11 - 20% prometnog toka su motocikli
5. 21 - 40% prometnog toka su motocikli
6. 41 - 60% prometnog toka su motocikli
7. 61 - 80% prometnog toka su motocikli
8. 81 - 99% prometnog toka su motocikli
9. 100% prometnog toka su motocikli. [7]

4.2.3. Protok pješaka - prelazak preko ceste

Ovim atributom označava se broj pješaka koji prelaze cestu tijekom dana na dionici ceste duljine 100m tijekom uobičajenog vršnog sata. Broj pješaka koji tijekom dana prelazi preko promatrane dionice ceste bilježi se na temelju sljedećih kategorija:

1. 0 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
2. 1 do 5 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
3. 6 do 25 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
4. 26 do 50 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu

5. 51 do 100 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
6. 101 do 200 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
7. 201 do 300 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
8. 301 do 400 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
9. 401 do 500 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
10. 501 do 900 pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu
11. 900+ pješaka prelazi preko ceste u vršnom satu. [7]

4.2.4. Protok pješaka - duž ceste

Ovim atributom označava se broj pješaka koji se kreću uz cestu tijekom dana na dionici ceste duljine 100m tijekom uobičajenog vršnog sata. Za bilježenje vrijednosti broja pješaka koji se tijekom dana kreću uz promatranu dionicu ceste koriste se iste vrijednosti kao i kod atributa protok pješaka - prelazak preko ceste. [7]

4.2.5. Udio biciklista u prometnom toku

Ovim atributom označava se udio biciklista u prometnom toku svakih 100m tijekom uobičajenog vršnog sata. Za bilježenje udjela biciklista u prometnom toku koriste se iste vrijednosti kao i kod atributa protok pješaka - prelazak preko ceste. [7]

4.2.6. Operativna brzina (85 - percentilna brzina)

85 - percentilna operativna brzina je brzina pri kojoj 85 posto vozila putuju ili ispod nje. [7]

4.2.7. Operativna brzina (medijan)

Operativna brzina (medijan) je srednja operativna brzina vozila na 100m dužine. [7]

4.2.8. Ceste koje auti mogu čitati

Skupinom atributa ceste koje auti mogu čitati bilježi se ispunjava li cesta obilježja kako bi vozila bila u mogućnosti prepoznati delineaciju (oznake i znakove). [7]

4.2.9. Ciljevi politike ocjene zvjezdicama

Ovim atributom bilježe se minimalni ciljevi politike ocjene zvjezdicama postavljeni za svaku grupu korisnika ceste (korisnici automobila, motociklisti, pješaci i biciklisti). Mogućnosti kodiranja za svaku grupu korisnika ceste su sljedeće:

1. Neprimjenjivo - nema postavljenih ciljeva politike ocjene zvjezdicama
2. Jedna zvjezdica - minimalno jedna zvjezdica kao cilj politike ocjene zvjezdicama
3. Dvije zvjezdice - minimalno dvije zvjezdice kao cilj politike ocjene zvjezdicama
4. Tri zvjezdice - minimalno tri zvjezdice kao cilj politike ocjene zvjezdicama
5. Četiri zvjezdice - minimalno četiri zvjezdice kao cilj politike ocjene zvjezdicama
6. Pet zvjezdica - minimalno pet zvjezdica kao cilj politike ocjene zvjezdicama. [7]

5. PRIJEDLOG OBAVLJANJA POSTUPAKA PROCJENE SIGURNOSTI POSTOJEĆIH CESTA U CILJU UNAPRJEĐENJA SIGURNOSTI PROMETA

5.1. Obavljanja postupka procjene sigurnosti na dionicama državnih cesta D30 i D36

U ovom poglavlju utvrđene su razine rizika na dionicama državnih cesta D30 i D36 (Istočna obilaznica Velike Gorice – Velika Gorica – Sisak) na području Zagrebačke i Sisačko-moslavačke županije na temelju EuroRAP/iRAP SRS (engl. Star Rating Score) metodologije (od kružnog toka ispred Domovinskog mosta u gradu Zagrebu do kružnog toka na zapadnom ulazu u grad Sisak), ukupne duljine 58.60km. [5]

Za potrebe prikupljanja podataka, provedena je video inspekcija dionica državnih cesta D30 i D36 na području Zagrebačke i Sisačko-moslavačke županije u srpnju 2016. godine. Na temelju utvrđenih razina rizika izrađen je plan investiranja u povećanje razine sigurnosti na navedenim dionicama cestovne mreže (SRIP plan) s kojim su definirani prioriteti u provođenju odgovarajućih mjera sanacije kako bi se postojeća razina sigurnosti na tom dijelu cestovne mreže podigla na prihvatljivu razinu uz uvažavanje postojećih ograničenja vezanih uz raspoloživa investicijska sredstva. Investicijski plan za podizanje razine sigurnosti (SRIP), prikazan u ovome izvješću ne može se poistovjetiti sa "troškovnikom", a mjere sanacije s procijenjenim troškovima njihove provedbe koje su navedene u tablicama su indikativne te se moraju dodatno procijeniti i ispitati od strane ovlaštenih lokalnih prometnih stručnjaka i inženjera te ostalih interesnih skupina. Navedene skupine moraju procijeniti i ispitati karakteristične vrijednosti relevantnih parametara kao što su odabrane vrijednosti života (engl. Value of Life), visinu troškova uzrokovanih prometnom nesrećom s teškim tjelesnim ozljedama, podatke koji su korišteni za procjene smanjenja broja prometnih nesreća, podatke o prometnim opterećenjima na pojedinim dionicama promatrane ceste, troškove navedenih mjera sanacije te vrijednosti 85-percentilne brzine prometnog toka na promatranim dionicama cestovne mreže. Podaci o utvrđenim razinama rizika spremljeni su u iRAP ViDA Tools aplikaciji, a izvješće izrađeno na temelju ViDA Tools aplikacije sadrži rezultate provedenog istraživanja, pri čemu je na temelju programa omogućen unos i promjena relevantnih parametara projekta. U slučaju promjene parametara modela za procjenu rizika, provođenja dodatnih korekcija na određenim atributnim skupinama ili provođenja bilo kakvih manjih promjena nad pohranjenim podacima, iRAP ViDA Tools aplikacija će ažurirati razine rizika na dionicama promatrane cestovne mreže. [5]

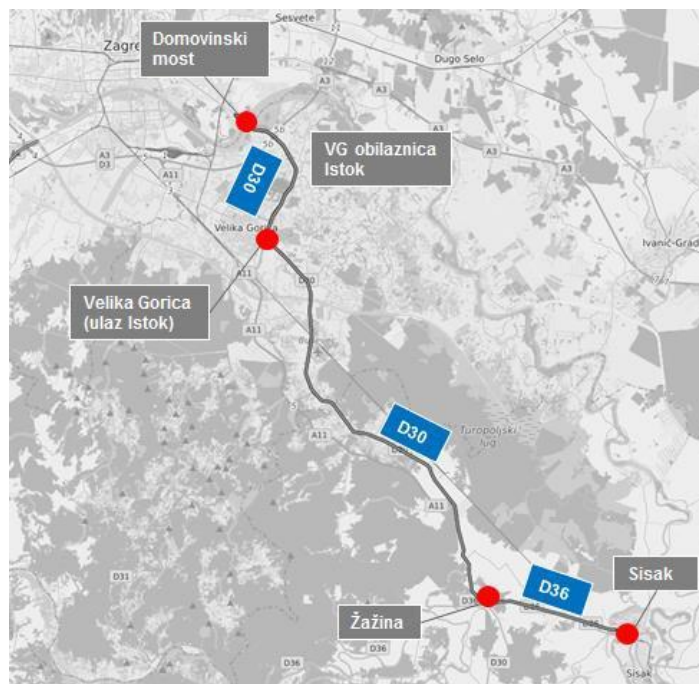
5.2. Inspekcija dionica državnih cesta D30 i D36

Prva dionica državne ceste D30 (od kružnog toka na Radničkoj cesti ispred Domovinskog mosta do raskrižja s državnom cestom D31 na Istočnom ulazu u grad Veliku Goricu), ukupne duljine 19.60km (2 x 9.8km) izvedena je kao brza cesta s dva dvotračna kolnika (širine prometnog traka od 3,5m) odvojena razdjelnim pojasom. Širina bankine iznosi od 0 do 1m. Ograničenje brzine iznosi od 60 do 80km/h. Poprečni presjek druge dionice državne ceste D30 (od raskrižja s državnom cestom D31 na Istočnom ulazu u grad Veliku Goricu do naselja Žažine), ukupne duljine 28.12km sastoji se od jednog kolnika s dva prometna traka (po jedan

prometni trak u svakom smjeru vožnje), širine 3,25m. Ograničenje brzine iznosi od 40 do 90km/h. Prva promatrana dionica državne ceste D36 (od naselja Žažine do zapadnog ulaza u grad Sisak), ukupne duljine 8.24km također je izvedena kao dvosmjerna cesta s dva prometna traka širine 3.25m. Druga promatrana dionica državne ceste D36 (od zapadnog ulaza u grad Sisak do raskrižja s državnom cestom D37 kod kružnog toka na ulici Josipa Jurja Strossmayera), ukupne duljine 2.2km (2 x 1.1km) izvedena je kao gradska avenija s dva dvotračna kolnika (širine prometnog traka od 3,25m), odvojena razdjelnim pojasom. Ograničenja brzine na državnoj cesti D36 iznosi od 40 do 90km/h. Bankine državnih cesta D30 i D36 su najvećim dijelom asfaltirane te se njihova širina kreće od 0 do 1m. Većina raskrižja na promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36 izvedena su kao nesemaforizirana trokraka i četvorokraka raskrižja u razini, bez obilježenih pješačkih prijelaza. Na promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36 (Istočna obilaznica Velike Gorice – Velika Gorica – Sisak), opasni objekti s lijeve i desne strane ceste zabilježeni su na oko 42.25km (72%) trase, najčešće na udaljenosti između 1 i 5m od ruba ceste. Opasni objekti prvenstveno uključuju nezaštićene početne i završne elemente odbojnih ograda, nezaštićene stupove javne rasvjete i vertikalne prometne signalizacije promjera većeg od 10cm, drveće promjera većeg od 10cm, visoke nasipe uz cestu te odvodne kanale s nezaštićenim betonskim prijelazima uz cestu. Pješačke staze na promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36 nalaze se isključivo na područjima većih naselja i gradova uz cestu (obično na više od 3m udaljenosti od ruba ceste). Dodatno fizičko odvajanje i zaštita pješačkih staza metalnim ili betonskim ogradama izuzetno se rijetko primjenjuje. Izvan naseljenih područja pješačke staze u pravilu nisu prisutne. Na pregledanim dionicama državnih cesta D30 i D36 nema biciklističkih staza niti prometnih trakova isključivo namijenjenih za motocikliste. Na manjem dijelu pregledanih dionica državnih cesta (oko 22%) utvrđeno je zajedničko korištenje prometnih traka od strane vozača motornih vozila i biciklista. [5]

Tablica 8. Popis pregledanih dionica cestovne mreže s datumima provođenja video inspekcije i nazivima projekata za kodiranje georeferenciranih videozapisa [5]

| ID Dionice | Tip poprečnog profila ceste (Jedan/dva kolnika) | Duljina dionice (km) | Županija | Naziv projekta | Datum inspekcije |
|------------|---|----------------------|-------------------------------|----------------|------------------|
| D30 | 1 kolnik | 28.1229 | Zagrebačka/Sisačko-moslavačka | D30_Road | 09.07.2016 |
| D30 | 2 kolnika | 9.79033 | Zagrebačka | D30_Road_A | 09.07.2016 |
| D30 | 2 kolnika | 9.81086 | Zagrebačka | D30_Road_B | 09.07.2016 |
| D36 | 1 kolnik | 8.24218 | Sisačko-moslavačka | D36_Road | 09.07.2016 |
| D36 | 2 kolnika | 1.11732 | Sisačko-moslavačka | D36_Road_A | 09.07.2016 |
| D36 | 2 kolnika | 1.11516 | Sisačko-moslavačka | D36_Road_B | 09.07.2016 |



Slika 22. Kartografski prikaz analiziranih dionica državnih cesta D30 i D36 [5]

5.3. Analiza kodiranih atributnih skupina dionica državnih cesta D30 i D36

Prilikom analize videozapisa dionica državnih cesta D30 i D36 broj i stacionaža svakog segmenta ceste zabilježeni su i pohranjeni u atributnoj tablici. Svaki segment ceste sadrži i pripadajuće vrijednosti kodiranih atributnih skupina (relevantne karakteristike prometne infrastrukture) zapisane u numeričkom kodnom obliku. Nakon završetka procesa kodiranja videozapisa, verificiraju se i korigiraju atributne tablice pojedinačnih dionica promatrane cestovne mreže. Postupkom verifikacije i korekcije uklonjene su sve pogreške i praznine u numeričkom kodu, nakon čega je izvršena konverzija segmenata duljine 10m u odgovarajuće 100-metarske segmente radi kompatibilnosti numeričkog koda s aplikacijama za ocjenjivanje razine sigurnosti prema iRAP standardima. [5]

Zatim je provedeno je spajanje pojedinačnih tablica u kumulativnu atributnu tablicu, a rezultirajuće kumulativne atributne tablice su pohranjene u csv. (MSDOS) formatu i uvezene u iRAP ViDA Tools aplikaciju radi provođenja daljnje statističke analize. Na temelju statističke analize podataka provedene u ViDA aplikaciji izračunati su udjeli aktivacije pojedinačnih atributa po atributnim skupinama. Tako je omogućen detaljan uvid u učestalost i raspodjelu pojave relevantnih karakteristika promatrane prometne infrastrukture. Rezultati navedene statističke analize za dionice državnih cesta D30 i D36 (Istočna obilaznica Velike Gorice – Velika Gorica – Sisak) prikazani su u tablici 9. [5]

Tablica 9. Rezultati statističke analize kodiranih atributnih skupina na promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36 (Istočna obilaznica Velike Gorice – Velika Gorica – Sisak).

[5]

| Opasni objekti uz cestu/bankina ceste | | |
|---|-----------|----------|
| Udaljenost od opasnog objekta uz cestu – strana vozača | km | % |
| 0 to <1m | 9.70 | 17 |
| 1 to <5m | 34.50 | 59 |
| 5 to <10m | 3.80 | 6 |
| >= 10m | 10.60 | 18 |
| Vrsta opasnog objekta uz cestu – strana vozača | km | % |
| Metalna zaštitna odbojna ograda | 7.30 | 12 |
| Betonska zaštitna odbojna ograda | 1.60 | 3 |
| Uzlazni nagib uz cestu – uzrokuje prevrtanje vozila | 0.10 | 0 |
| Duboki odvodni kanal | 2.20 | 4 |
| Silazni nagib uz cestu | 0.10 | 0 |
| Litica/provalija | 0.20 | 0 |
| Stablo >= 10 cm u promjeru | 7.70 | 13 |
| Prometni znakovi ili stupovi >= 10 cm u promjeru | 21.30 | 36 |
| Čvrst objekt/most ili zgrada | 4.50 | 8 |
| Lomljiv objekt/konstrukcija ili građevina | 2.50 | 4 |
| Nezaštićeni krajevi zaštitne odbojne ograde | 4.20 | 7 |
| Nema opasnog objekta | 6.90 | 12 |
| Udaljenost od opasnog objekta uz cestu – strana suvozača | km | % |
| od 0 do 1m | 2.60 | 4 |
| od 1 do 5m | 43.40 | 74 |
| od 5 do 10m | 5.60 | 10 |
| >= 10m | 7.00 | 12 |
| Vrsta opasnog objekta uz cestu – strana suvozača | km | % |
| Metalna zaštitna odbojna ograda | 10.30 | 18 |
| Uzlazni nagib uz cestu – uzrokuje prevrtanje vozila | 0.10 | 0 |
| Duboki odvodni kanal | 0.60 | 1 |
| Silazni nagib uz cestu | 1.20 | 2 |
| Stablo >= 10 cm u promjeru | 7.70 | 13 |
| Prometni znakovi ili stupovi >= 10 cm u promjeru. | 15.50 | 26 |
| Čvrst objekt/most ili zgrada | 7.30 | 12 |
| Lomljiv objekt/konstrukcija ili građevina | 5.60 | 10 |
| Nezaštićeni krajevi zaštitne odbojne ograde | 3.70 | 6 |
| Nema opasnog objekta | 6.60 | 11 |

| | | |
|---|-------|-----|
| Zvučna/vibrirajuća traka na bankini | km | % |
| Nisu prisutne | 58.60 | 100 |
| Širina asfaltirane bankine - strana vozača | km | % |
| Uska asfaltirana bankina ($\geq 0\text{m}$ do $<1.0\text{m}$) | 56.20 | 96 |
| Asfaltirana bankina nije prisutna | 2.40 | 4 |
| Asfaltirana bankina – strana suvozača | km | % |
| Široka asfaltirana bankina ($\geq 2.4\text{m}$) | 0.20 | 0 |
| Uska asfaltirana bankina ($\geq 0\text{m}$ do $<1.0\text{m}$) | 55.70 | 95 |
| Asfaltirana bankina nije prisutna | 2.70 | 5 |
| Karakteristike središnjeg dijela ceste | | |
| Oznaka usmjerenja kolnika | km | % |
| Kolnik A ceste sa razdjelnim pojasom | 11.00 | 19 |
| Kolnik B ceste sa razdjelnim pojasom | 11.20 | 19 |
| Cesta bez razdjelnog pojasa | 36.40 | 62 |
| Troškovi nadogradnje | km | % |
| Niski troškovi nadogradnje | 41.20 | 70 |
| Srednji troškovi nadogradnje | 3.80 | 6 |
| Visoki troškovi nadogradnje | 13.60 | 23 |
| Vrsta razdjelnog pojasa | km | % |
| Metalna zaštitna odbojna ograda | 3.60 | 6 |
| Betonska zaštitna odbojna ograda | 1.60 | 3 |
| Razdjelni pojas širine od 10.0m do 20.0m | 0.10 | 0 |
| Razdjelni pojas širine od 5,0m do 10.0m | 2.90 | 5 |
| Razdjelni pojas širine od 1.0m do 5,0m | 10.40 | 18 |
| Razdjelni pojas širine od 0m do 1.0m | 1.40 | 2 |
| Delineatori/usmjerivači prometa | 0.30 | 1 |
| Polje za usmjeravanje prometa (širine $>1\text{m}$) | 1.60 | 3 |
| Središnja horizontalna razdjelna crta | 36.70 | 63 |
| Središnja zvučna/vibrirajuća traka | km | % |
| Nije prisutna | 58.60 | 100 |
| Broj prometnih trakova | km | % |
| Jedan prometni trak | 36.90 | 63 |
| Dva prometna traka | 21.70 | 37 |
| Širina prometnog traka | km | % |
| Široki prometni trak ($\geq 3.25\text{m}$) | 58.60 | 100 |
| Zavoji | km | % |

| | | |
|--|-------|-----|
| U pravcu ili u laganom zavoju | 43.60 | 74 |
| Umjereni zavoj | 9.90 | 17 |
| Oštar zavoj | 4.20 | 7 |
| Vrlo oštar zavoj | 0.90 | 2 |
| Kvaliteta zavoja | km | % |
| Dobra kvaliteta | 15.00 | 26 |
| Ne može se primijeniti | 43.60 | 74 |
| Uzdužni nagib ceste | km | % |
| > = 0% do <7,5% | 58.60 | 100 |
| Stanje kolnika | km | % |
| Dobro stanje kolnika | 58.60 | 100 |
| Otpor kolnika proklizavanju / koeficijent prianjanja | km | % |
| Asfaltirana cesta – dobra kvaliteta | 58.60 | 100 |
| Oznake na kolniku (horizontalna signalizacija) | km | % |
| Dobra kvaliteta | 58.60 | 100 |
| Cestovna rasvjeta | km | % |
| Nije prisutna | 22.90 | 39 |
| Prisutna | 35.70 | 61 |
| Parkiranje vozila uz cestu | km | % |
| Mali broj parkiranih vozila uz cestu | 49.00 | 84 |
| Srednji broj parkiranih vozila uz cestu | 8.70 | 15 |
| Veliki broj parkiranih vozila uz cestu | 0.90 | 2 |
| Servisna sabirna cesta | km | % |
| Nije prisutna | 58.60 | 100 |
| Radovi na cesti | km | % |
| Nema radova na cesti | 58.10 | 99 |
| U tijeku su manji radovi na cesti | 0.50 | 1 |
| Vidljivost | km | % |
| Dobra vidljivost | 58.60 | 100 |
| Karakteristike raskrižja | | |
| Vrsta raskrižja | Točke | % |
| Trak za ulijevanje prometnih tokova | 7 | 1 |
| Kružno raskrižje | 1 | 0 |
| Trokrako raskrižje (nesemaforizirano) sa trakom za skretanje ulijevo | 12 | 2 |
| Trokrako raskrižje (nesemaforizirano) bez traka za skretanje ulijevo | 38 | 6 |
| Trokrako raskrižje (semaforizirano) sa trakom za skretanje ulijevo | 3 | 1 |

| | | |
|--|--------------|----------|
| Trokrako raskrižje (semaforizirano) bez traka za skretanje ulijevo | 1 | 0 |
| Četverokrako raskrižje (nesemaforizirano) sa trakom za skretanje ulijevo | 2 | 0 |
| Četverokrako raskrižje (semaforizirano) sa trakom za skretanje ulijevo | 10 | 2 |
| Četverokrako (semaforizirano) raskrižje bez traka za skretanje ulijevo | 2 | 0 |
| Nema raskrižja | 509 | 87 |
| Cestovno željeznički prijelaz - aktivni | 1 | 0 |
| Raskrižja sa kanaliziranjem prometnih tokova | Točke | % |
| Nije prisutno | 565 | 96 |
| Prisutno | 21 | 4 |
| Protok vozila na sporednim privozima raskrižja | Točke | % |
| od 10.000 do 15.000 vozila | 1 | 0 |
| od 5.000 do 10.000 vozila | 17 | 3 |
| od 1.000 do 5.000 vozila | 20 | 3 |
| od 100 do 1000 vozila | 26 | 4 |
| od 1 do 100 vozila | 13 | 2 |
| Nema vozila | 509 | 87 |
| Kvaliteta raskrižja | Točke | % |
| Dobra kvaliteta | 75 | 13 |
| Loša kvaliteta | 2 | 0 |
| Ne može se primijeniti | 509 | 87 |
| Pristupi i priključci na cestu | km | % |
| Trgovački pristup/priključak na cestu 1+ | 8.10 | 14 |
| Stambeni pristup/priključak na cestu 3+ | 14.70 | 25 |
| Stambeni pristup/priključak na cestu 1 ili 2 | 4.90 | 8 |
| Pristup/priključak na cestu nije prisutan | 30.90 | 53 |
| Karakteristike prometnog toka | | |
| Protok (PGDP) | km | % |
| 1000 - 5000 | 2.40 | 4 |
| 5000 - 10000 | 36.50 | 62 |
| 10000 - 15000 | 19.70 | 34 |
| Uočeni motociklistički tok | km | % |
| Niti jedan motociklist nije uočen | 58.60 | 100 |
| Uočena veličina biciklističkog toka | km | % |
| Nije uočen niti jedan biciklist | 54.60 | 93 |
| Uočen je 1 biciklist | 3.20 | 5 |
| Uočena su 2-3 biciklista | 0.80 | 1 |

| | | |
|--|-------|-----|
| Uočena veličina pješačkog toka preko ceste | km | % |
| Nije uočen niti jedan pješak prilikom prelaska preko ceste | 58.40 | 100 |
| Uočen je 1 pješak koji prelazi preko ceste | 0.20 | 0 |
| Uočena veličina pješačkog toka uz cestu - strana vozača | km | % |
| Nije uočen niti jedan pješak uz lijevu stranu ceste (strana vozača) | 58.00 | 99 |
| Uočen je 1 pješak uz lijevu stranu ceste (strana vozača) | 0.40 | 1 |
| Uočena su 2-3 pješaka uz lijevu stranu ceste (strana vozača) | 0.20 | 0 |
| Uočena veličina pješačkog toka uz cestu - strana suvozača | km | % |
| Nije uočen niti jedan pješak uz desnu stranu ceste (strana suvozača) | 55.10 | 94 |
| Uočen je 1 pješak uz desnu stranu ceste (strana suvozača) | 2.20 | 4 |
| Uočena su 2-3 pješaka uz desnu stranu ceste (strana suvozača) | 1.30 | 2 |
| Udio motociclista % | km | % |
| 1% - 5% | 58.60 | 100 |
| Pješački vršni satni protok preko ceste | km | % |
| od 1 do 5 | 58.60 | 100 |
| Pješački vršni satni protok uz cestu – strana vozača | km | % |
| od 1 do 5 | 58.60 | 100 |
| Vršni satni protok pješaka uz cestu - strana suvozača | km | % |
| od 1 do 5 | 58.60 | 100 |
| Vršni satni protok biciklista | km | % |
| 1 do 5 | 58.60 | 100 |
| Karakteristike prometnih objekata/tip područja i namjena površina | | |
| Namjena zemljišta – strana vozača | km | % |
| Nerazvijeno područje | 25.20 | 43 |
| Poljoprivredno područje | 10.30 | 18 |
| Stambeno područje | 16.40 | 28 |
| Trgovačko područje | 5.90 | 10 |
| Školske i obrazovne ustanove | 0.20 | 0 |
| Industrijsko područje | 0.60 | 1 |
| Namjena zemljišta – strana suvozača | km | % |
| Nerazvijeno područje | 23.60 | 40 |
| Poljoprivredno područje | 9.80 | 17 |
| Stambeno područje | 17.90 | 31 |
| Trgovačko područje | 6.60 | 11 |
| Školske i obrazovne ustanove | 0.10 | 0 |
| Industrijsko područje | 0.60 | 1 |

| | | |
|---|-------|-----|
| Tip područja | km | % |
| Ruralno / nenaseljeno područje | 32.60 | 56 |
| Urbano područje/ ruralno naselje ili selo | 26.00 | 44 |
| Vrsta pješačkog prijelaza na glavnoj cesti | Točke | % |
| Semaforizirani pješački prijelaz bez prometnog otoka | 18 | 3 |
| Nesemaforizirani obilježeni pješački prijelaz sa prometnim otokom | 1 | 0 |
| Nesemaforizirani obilježeni pješački prijelaz bez prometnog otoka | 22 | 4 |
| Pješački prijelaz nije prisutan | 545 | 93 |
| Kvaliteta pješačkog prijelaza | Točke | % |
| Dobra kvaliteta | 41 | 7 |
| Ne može se primijeniti | 545 | 93 |
| Vrsta pješačkog prijelaza na sporednoj cesti | Točke | % |
| Semaforizirani pješački prijelaz bez prometnog otoka | 15 | 3 |
| Nesemaforizirani obilježeni pješački prijelaz sa prometnim otokom | 3 | 1 |
| Nesemaforizirani obilježeni pješački prijelaz bez prometnog otoka | 6 | 1 |
| Pješački prijelaz nije prisutan | 562 | 96 |
| Pješačka zaštitna ograda | km | % |
| Nije prisutna | 55.60 | 95 |
| Prisutna | 3.00 | 5 |
| Nogostup – strana vozača | km | % |
| Separacija bez fizičke barijere \geq 3,0 m uz cestu | 17.40 | 30 |
| Separacija bez fizičke barijere od 1.0m do 3,0 m uz cestu | 0.20 | 0 |
| Separacija bez fizičke barijere od 0m do 1.0 m uz cestu | 2.00 | 3 |
| Nogostup nije prisutan | 39.00 | 67 |
| Nogostup – strana suvozača | km | % |
| Fizička barijera/ograda | 3.20 | 5 |
| Separacija bez fizičke barijere \geq 3,0 m uz cestu | 14.70 | 25 |
| Separacija bez fizičke barijere od 1.0m do 3,0 m uz cestu | 3.90 | 7 |
| Separacija bez fizičke barijere od 0m do 1.0 m uz cestu | 10.30 | 18 |
| Nogostup nije prisutan | 26.50 | 45 |
| Motociklistička infrastruktura | km | % |
| Motociklistička infrastruktura nije prisutna | 58.60 | 100 |
| Biciklistička infrastruktura | km | % |
| Biciklistička infrastruktura nije prisutna | 45.60 | 78 |
| Zajedničko korištenje ceste | 13.00 | 22 |

| Znakovi upozorenja u školskoj zoni | Točke | % |
|---|----------------|-----|
| Statični prometni znakovi i/ili oznake na kolniku | 19 | 3 |
| Ne može se primijeniti (nema škole na lokaciji) | 567 | 97 |
| Nadzornik za prijelaz preko ceste u školskoj zoni | Broj segmenata | % |
| Prisutan je na početku i na kraju nastave | 6 | 1 |
| Ne može se primijeniti (nema škole na lokaciji) | 580 | 99 |
| Ograničenja brzine/operativne brzine prometnog toka | | |
| Ograničenje brzine | km | % |
| <30 km/h | 0.20 | 0 |
| 40 km/h | 1.10 | 2 |
| 50 km/h | 18.70 | 32 |
| 60 km/h | 12.00 | 20 |
| 70 km/h | 2.10 | 4 |
| 80 km/h | 20.70 | 35 |
| 90 km/h | 3.80 | 6 |
| Ograničenje brzine za motocikliste | km | % |
| <30 km/h | 0.20 | 0 |
| 40 km/h | 1.00 | 2 |
| 50 km/h | 18.70 | 32 |
| 60 km/h | 12.00 | 20 |
| 70 km/h | 2.10 | 4 |
| 80 km/h | 20.80 | 35 |
| 90 km/h | 3.80 | 6 |
| Ograničenje brzine za teretna vozila | km | % |
| <30 km/h | 0.20 | 0 |
| 40 km/h | 1.00 | 2 |
| 50 km/h | 18.70 | 32 |
| 60 km/h | 12.00 | 20 |
| 70 km/h | 2.10 | 4 |
| 80 km/h | 20.80 | 35 |
| 90 km/h | 3.80 | 6 |
| Razlike u ograničenjima brzine | km | % |
| Nije prisutna | 58.60 | 100 |
| Mjere za smirivanje prometnih tokova | km | % |
| Nisu prisutne | 58.30 | 99 |

| | | |
|---|-------|-----|
| Prisutne | 0.30 | 1 |
| Operativna brzina (85 – percentilna brzina) | km | % |
| 45 km/h | 0.20 | 0 |
| 60 km/h | 1.20 | 2 |
| 70 km/h | 22.00 | 38 |
| 80 km/h | 8.40 | 14 |
| 90 km/h | 17.80 | 30 |
| 95 km/h | 0.30 | 1 |
| 100 km/h | 4.90 | 8 |
| 110 km/h | 1.40 | 2 |
| 115 km/h | 2.40 | 4 |
| Operativna brzina (medijan) | km | % |
| 35 km/h | 0.20 | 0 |
| 40 km/h | 1.10 | 2 |
| 50 km/h | 18.60 | 32 |
| 55 km/h | 3.50 | 6 |
| 70 km/h | 24.30 | 41 |
| 80 km/h | 2.20 | 4 |
| 90 km/h | 4.90 | 8 |
| 100 km/h | 3.80 | 6 |
| Ciljane SRS ocjene | | |
| Ceste opremljene za automatsku detekciju iz vozila | km | % |
| Ne zadovoljava definirane standarde | 58.60 | 100 |
| Ciljana SRS ocjena za vozača i putnike u automobilu | km | % |
| Ne može se primijeniti | 58.60 | 100 |
| Ciljana SRS ocjena za motocikliste | km | % |
| Ne može se primijeniti | 58.60 | 100 |
| Ciljana SRS ocjena za pješake | km | % |
| Ne može se primijeniti | 58.60 | 100 |
| Ciljana SRS ocjena za bicikliste | km | % |
| Ne može se primijeniti | 58.60 | 100 |

Provedena je inspekcija na ukupno 58.60km cesta, pri čemu je utvrđeno da 56% pregledanih trasa cesta prolazi kroz ruralno/nenaseljeno područje, a preostalih 44% se nalazi na području naselja i gradova. Na 36.40km (62%) pregledanih dionica, poprečni profil ceste sastoji se od jednog kolnika s dva prometna traka (s jednim prometnim trakom u svakom smjeru i nema razdjelnog pojasa). Na ostalih 22.2km (38%) dionica, poprečni profil ceste se

sastoji od dva kolnika s dva ili tri prometna traka u svakom smjeru vožnje, međusobno fizički razdvojena razdjelnim pojasom. [5]

Poprečni profil dionice državne ceste D30 (Domovinski most – Velika Gorica) i državne ceste D36 (Grad Sisak – kružno raskrižje Josipa Jurja Strossmayera) sadrži dva kolnika s dva prometna traka širine 3.50 metara između kojih se nalazi razdjelni pojas koji na većini navedenih dionica ne sadrži dodatne zaštitne elemente. Razdjelni pojas sa zaštitnim elementima (obično metalna zaštitna odbojna ograda i betonska odbojna ograda tipa New Jersey) prisutan je na oko 23% navedenih dionica. Razdjelni pojas bez zaštitnih elemenata zabilježen je na oko 66% navedenih dionica, dok na preostalim dijelovima navedenih dionica razdjelni pojas nije prisutan te su suprotno usmjereni prometni tokovi odvojeni samo sa središnjom horizontalnom razdjelnom crtom ili delineatorima/usmjerivačima prometa (oko 11% navedenih dionica). Poprečni profil dionice državne ceste D30 (Velika Gorica – Žažina) i državne ceste D36 (Žažina – Sisak) sadrži jedan dvosmjernan kolnik s dva prometna traka, širine od 3.25 do 3.50 metara, pri čemu su suprotno usmjereni prometni tokovi na cesti odvojeni sa središnjom horizontalnom razdjelnom crtom (na oko 95% navedenih dionica) te s poljima za usmjeravanje prometa (na oko 5% dionica) na područjima raskrižja. Na 52% pregledanih dionica državnih cesta D30 i D36, ograničenja brzine za osobne automobile, motocikliste i teretna vozila kreću se u rasponu od 50 do 60 km/h. Ograničenja brzine manja od 50 km/h prisutna su na oko 2% pregledanih dionica. Ograničenja brzine na preostalih 46% pregledanih dionica državnih cesta nešto su viša te se kreću od 70 do 90 km/h. Većina pregledanih dionica državnih cesta nalazi se u pravcu ili laganom zavoju (oko 74% pregledanih dionica), dok su umjereno oštri, oštri i vrlo oštri zavoji manjih promjera zabilježeni na preostalih 26% pregledanih dionica. Zabilježeni opasni objekti s lijeve strane na promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36 (strana vozača) uključuju nezaštićene metalne i drvene rasvjetne stupove i stupove vertikalne prometne signalizacije promjera većeg od 10 cm (oko 36% promatrane trase), stabla promjera većeg od 10 cm (13% promatrane trase), čvrste objekte uz cestu (oko 8% trase), nezaštićene početne i završne elemente zaštitnih odbojnih ograda (oko 7% promatrane trase), duboke odvodne kanale (oko 4% trase) lomljive objekte uz cestu (oko 4% trase), uzlazne nagibe uz cestu (<1% trase) i silazne nagibe uz cestu (<1% trase) i provalije uz cestu (<1% trase). Lijeva strana promatranih dionica državnih cesta D30 i D36 adekvatno je zaštićena s postojećim metalnim zaštitnim odbojnim ogradama i betonskim zaštitnim odbojnim ogradama tipa New Jersey na oko 15% pregledane trase ceste. S desne strane promatranih dionica državnih cesta D30 i D36 (strana suvozača), zabilježeni opasni objekti uključuju: nezaštićene metalne i drvene rasvjetne stupove i stupove vertikalne prometne signalizacije promjera većeg od 10cm (oko 26% promatrane trase), stabla promjera većeg od 10 cm (13% promatrane trase), čvrste objekte uz cestu (oko 12% trase), lomljive objekte uz cestu (oko 10% trase), nezaštićene početne i završne elemente zaštitnih odbojnih ograda (oko 6% trase), silazne nagibe uz cestu (oko 2% trase), duboke odvodne kanale (oko 1% trase) i uzlazne nagibe uz cestu (<1% trase). Desna strana autoceste A1 adekvatno je zaštićena s postojećim metalnim zaštitnim odbojnim ogradama na oko 18% pregledane trase. Statistička analiza kodiranih cestovnih segmenata pokazuje da su na velikom promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36, zbog relativno povoljnih karakteristika terena, troškovi eventualnih većih rekonstrukcija i nadogradnje postojeće prometne infrastrukture niski (na oko 70%

promatrane trase). S druge strane troškovi provođenja većih rekonstrukcija i nadogradnje ceste procijenjeni su kao srednji ili visoki na relativno malom dijelu (na oko 30%) promatranih dionica. [5]

5.4. Podaci o prometnom toku

Za prikupljanje podataka o prometnim opterećenjima na promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36 korišteni su podaci Hrvatskih cesta objavljenih u publikaciji "Brojanje prometa na cestama Republike Hrvatske godine 2015.", dobiveni na temelju cjelodnevnog automatskog brojanja prometa tijekom cijele godine. Na dionicama cesta na kojima podaci o veličini PGDP-a nisu bili dostupni, veličina prometnog opterećenja procijenjena je temeljem metode dinamičkog brojanja vozila iz snimljenih videozapisa. [5]

Podatke o pješačkim i biciklističkim tokovima teško je prikupiti jer na navedenim dionicama državnih cesta nisu provedena istraživanja pješačkih i biciklističkih tokova. Kako bi se riješio taj problem provedene su procijene veličina pješačkih i biciklističkih tokova primjenom iRAP pretprocesorskog alata (engl. Star Rating preprocessor). Navedeni alat procjenjuje veličinu pješačkih i biciklističkih tokova na temelju kodiranih vrijednosti atributa vrste područja, namjene zemljišta, pješačkih prijelaza, pješačkih staza i sl. [5]

5.5. Operativne brzine

Razina rizika od nastanka prometne nesreće sa smrtno stradanim ili teško ozlijeđenim osobama ovisi najprije o brzini prometnog toka. Procjene razina rizika moraju provesti primjenom vrijednosti "operativne brzine" utvrđenih na promatranoj cesti prema RAP metodologiji. Operativna brzina je veća od zakonski postavljenog ograničenja brzine, odnosno jednaka je vrijednosti 85-percentilne brzine prometnog toka. Iznosi operativnih brzina na cestovnoj mreži mogu se utvrditi pomoću više mjerenjima na karakterističnim lokacijama, pri čemu se prikuplja i analizira statistički uzorak zadovoljavajuće veličine. Mjerenjem individualnih brzina vozila u prometnom toku te grupiranjem tih brzina od minimalne do maksimalne vrijednosti, dobiva se percentilna krivulja iz koje se određuje 85-percentilna, odnosno operativna brzina prometnog toka. U Republici Hrvatskoj nema podataka o izmjerenim operativnim brzinama na cestovnoj mreži. U prethodnim projektima je provedeno nekoliko mjerenja brzina vozila u prometnom toku na važnijim autocestama i državnim cestama na području Republike Hrvatske tijekom duljih vremenskih perioda (od 3 dana do 1 tjedna). Na temelju tih rezultata, iskustvenog i stručnog znanja tima istraživača koji su sudjelovali na projektu te savjetovanja s prometnim inženjerima i stručnjacima na lokalnim područjima, procijenjena je karakteristika ponašanja vozača vezana za brzinu vožnje na području Republike Hrvatske. Pretpostavljeno je da ograničenje brzine igra ključnu ulogu koja utječe na vrijednost operativne brzine prometnog toka (85 - percentilne brzine). Na temelju navedenih pretpostavki i rezultata provedenih mjerenja, dobivena je tablica 10. na temelju koje se utvrđuje aritmetička sredina brzina i 85 - percentilna brzina prometnog toka uz poznato ograničenje brzine na dionici ceste. [5]

Tablica 10. Vrijednosti operativne brzine prometnog toka na području Republike Hrvatske, ovisno o ograničenju brzine na promatranim dionicama cesta. [5]

| DRŽAVNE CESTE | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ograničenje brzine [km/h] | <30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
| Medijalna brzina | 35 | 40 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 95 | 105 | 115 |
| 85 – percentilna brzina | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 125 | 130 |

Budući da podaci o stvarnim vrijednostima operativnih brzina na cestovnoj mreži Republike Hrvatske nisu dostupni, navedena tablica 10. primijenjena je za utvrđivanje aproksimativnih vrijednosti operativnih brzina na promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36 koje su upisane u atributnu tablicu nakon dovršetka procesa kodiranja podataka. [5]

5.6. Prometne nesreće

Podaci o broju prometnih nesreća, broju poginulih i broju teško ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama za sve kategorije cesta primjenjuju se u postupku odabira mjera sanacija i za potrebe provođenja ekonomske analize koristi i troškova. Podaci o broju prometnih nesreća prikupljaju se iz provedenih istraživanja temeljenih na EuroRAP/iRAP metodologiji ocjene razine rizika. Pri tome se koriste podaci s karte rizika izrađene za razdoblje od 2011. godine do 2015. godine. [5]

5.7. Troškovi mjera sanacije

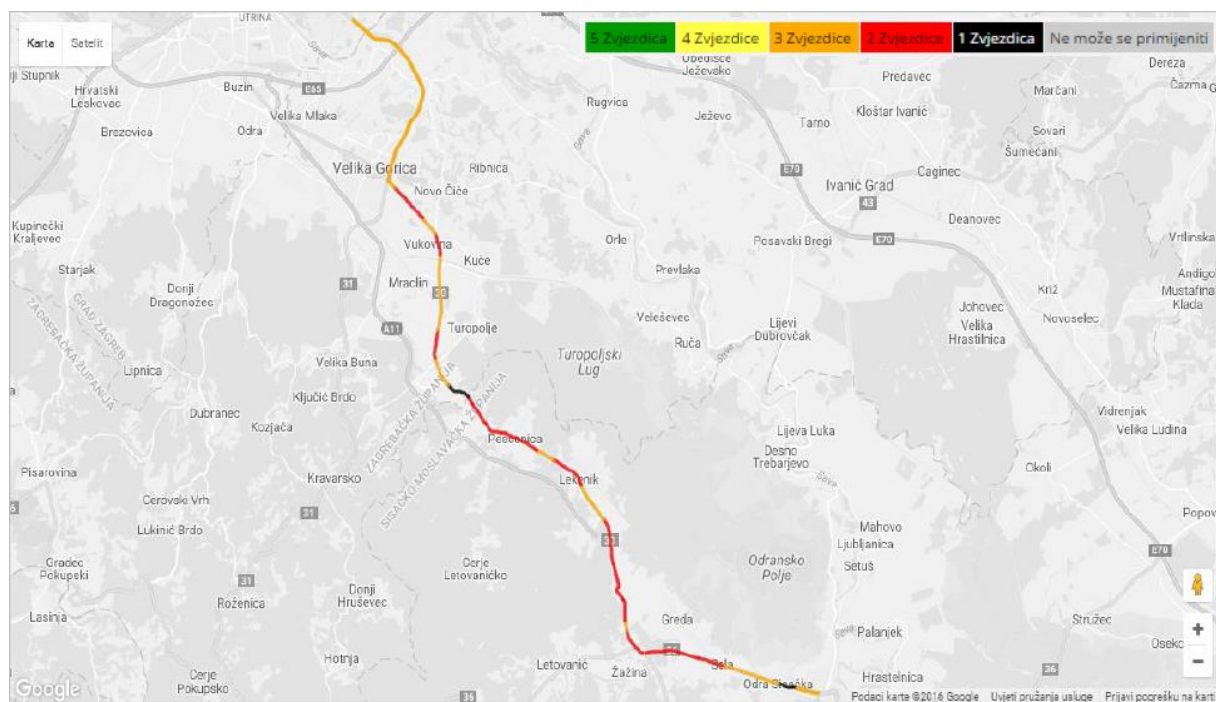
Za potrebe razvoja investicijskog plana za podizanje razine sigurnosti cestovne infrastrukture (SRIP investicijski plan), trebaju se procijeniti troškovi pojedinih tipova mjera sanacije. Procjena troškova će omogućiti određivanje vrijednosti omjera koristi i troškova BCR (engl. Benefit-cost ratio) za svaku predloženu mjeru sanacije. Troškovi provođenja mjera sanacije opasnih mjesta moraju uključivati sve troškove projektiranja, izvođenja radova, nabave potrebnih materijala, troškove radnika i troškove održavanja postavljene opreme tijekom njezinog životnog ciklusa. Veličine troškova mjera sanacije primijenjenih u iRAP projektima prilagođene su na temelju rezultata prethodno provedenih istraživanja kako bi se dobili što precizniji podaci o vrijednostima BCR omjera prilikom izrade SRIP investicijskog plana. Kalibracija podataka o troškovima provođenja mjera sanacije omogućena je u ViDA web aplikaciji. [5]

5.8. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36

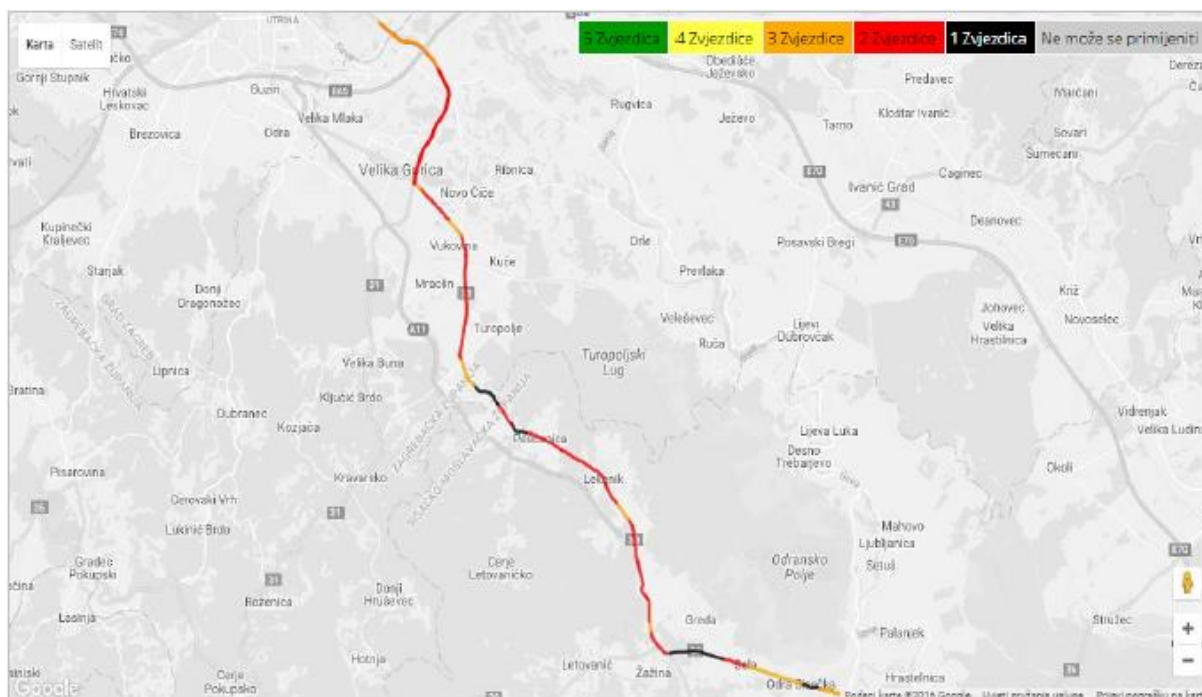
Kumulativni rezultati analize rizika za određene grupe korisnika cesta D30 i D36 prikazani su u tablici 11. te na slikama od 23. do 26. [5]

Tablica 11. Kumulativni rezultati analize rizika za promatrane dionice državnih cesta D30 i D36 [5]

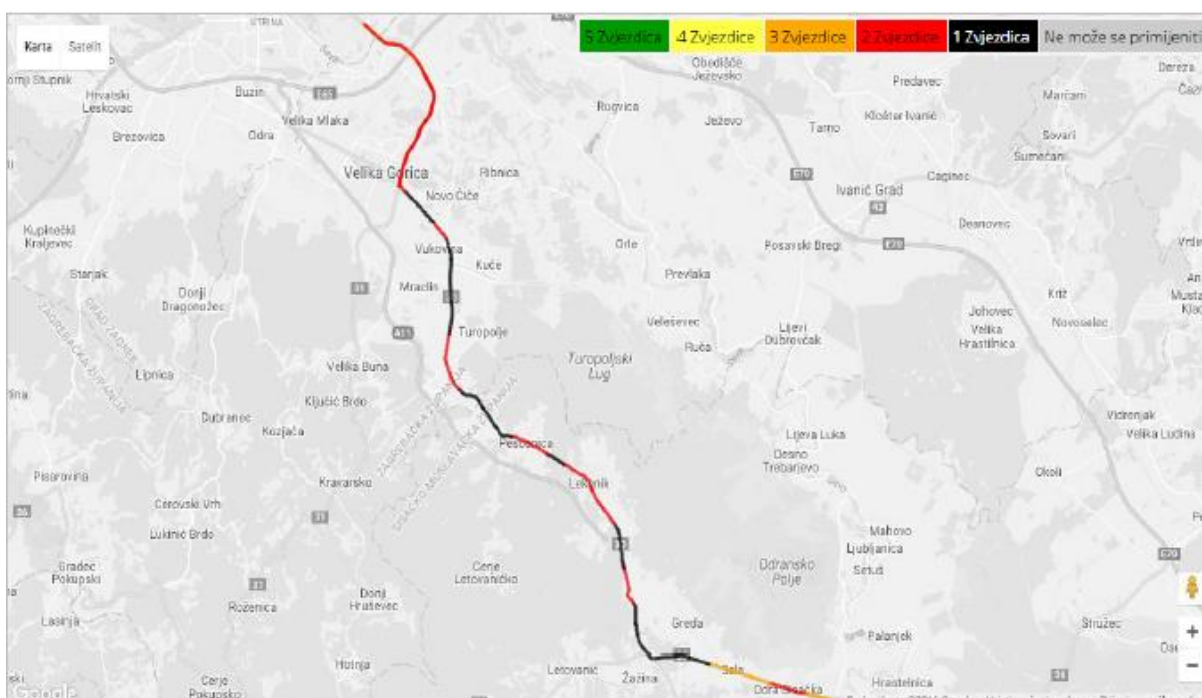
| RPS ocjene - broj zvjezdica | Vozač i putnici u osobnom automobilu | | Motociklisti | | Pješaci | | Biciklisti | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak |
| 5 Zvezdica | 0.10 | 0% | 0.10 | 0% | 0.00 | 0% | 8.40 | 14% |
| 4 Zvezdice | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 3.80 | 6% |
| 3 Zvezdice | 35.10 | 60% | 13.80 | 24% | 9.60 | 16% | 7.00 | 12% |
| 2 Zvezdice | 21.20 | 36% | 38.20 | 65% | 29.90 | 51% | 15.20 | 26% |
| 1 Zvezdica | 2.20 | 4% | 6.50 | 11% | 19.10 | 33% | 24.20 | 41% |
| Ne može se primijeniti | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| Ukupno | 58.60 | 100% | 58.60 | 100% | 58.60 | 100% | 58.60 | 100% |



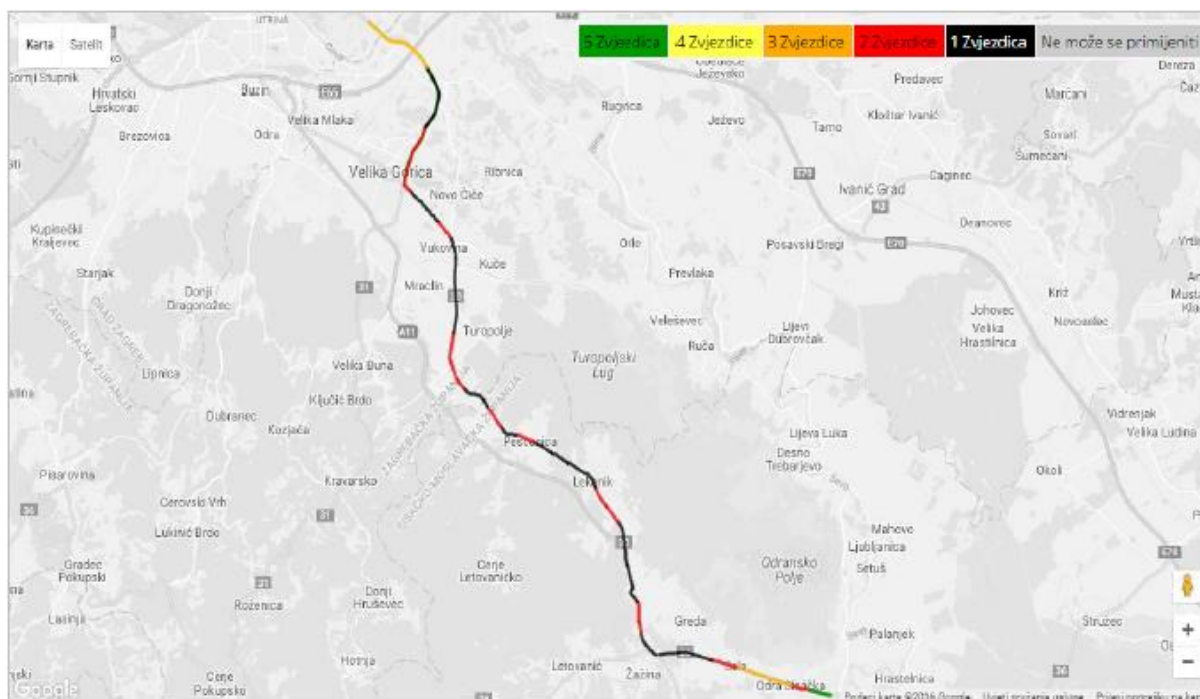
Slika 23. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36 za vozače i putnike u osobnom automobilu prije provedenih mjera sanacija [5]



Slika 24. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36 motocikliste prije provedenih mjera sanacija [5]



Slika 25. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36 za pješake prije provedenih mjera sanacija [5]

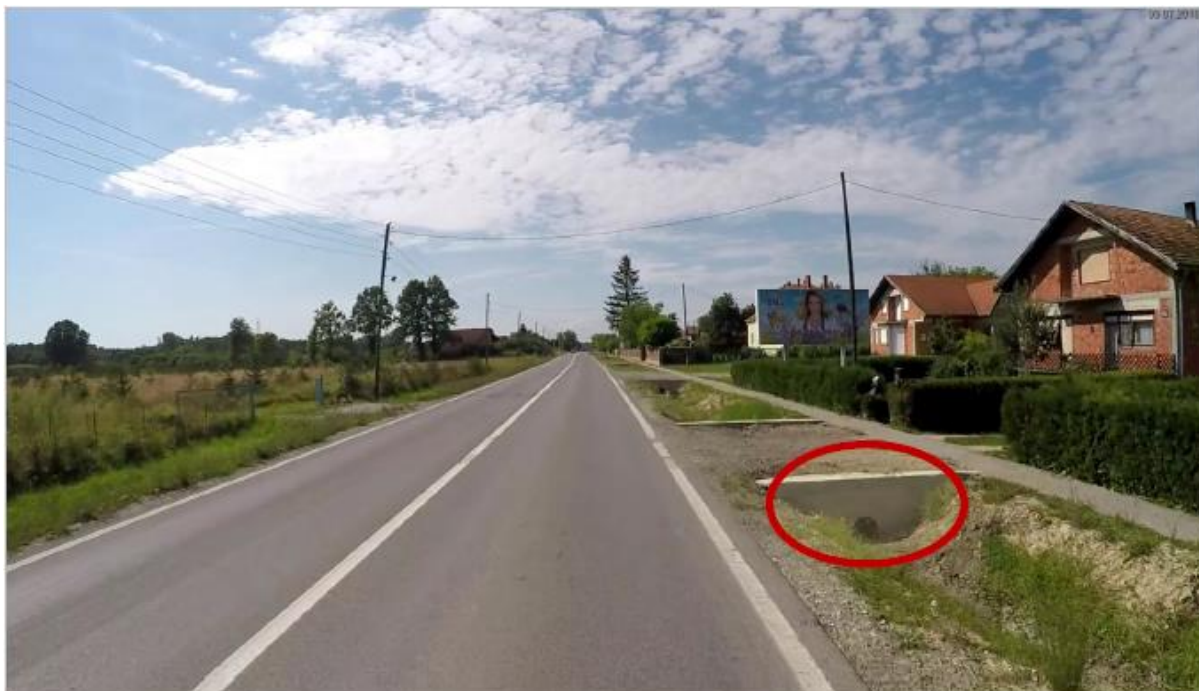


Slika 26. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36 za bicikliste prije provedenih mjera sanacija [5]

Iz podataka na slici 23. može se vidjeti da za prve tri kategorije cestovnih korisnika (vozače i putnike u osobnom automobilu, motocikliste i pješake) gotovo niti jedan segment nije ocijenjen sa SRS ocjenama od 5 i 4 zvjezdica (niska i srednje niska razina rizika). Za vozače i putnike u osobnom automobilu može se vidjeti da je više od polovice promatranih dionica (60%) ocijenjeno sa 3 zvjezdice (srednja razina rizika), dok je s ocjenom od 2 zvjezdice (srednje-visoka razina rizika) ocijenjeno 36% dionica te s ocjenom od 1 zvjezdice (visoka razina rizika) oko 4% dionica. Razine rizika za motocikliste još su veće, oko 11% promatranih dionica ocijenjeno je s minimalnom SRS ocjenom od 1 zvjezdice (visoka razina rizika), dok je 89% dionica ocijenjeno s 2 zvjezdice (srednje-visoka razina rizika)(65% dionica) i 3 zvjezdice (srednja razina rizika)(24% dionica). Kategorija pješaka pokazuje da je svega 5% promatranih dionica ocijenjeno s minimalnom prihvatljivom SRS ocjenom od 3 zvjezdice, dok je u kategoriji biciklista postotak dionica s prihvatljivom razinom rizika veći i iznosi 32%. Rezultati pokazuju da od 40% do 84% dionica državnih cesta D30 i D36 ne udovoljava minimalnim sigurnosnim standardima definiranim prema iRAP protokolu, ovisno o promatranoj kategoriji cestovnih korisnika. [5]

5.9. Prikaz opasnih mjesta i nedostataka cestovne infrastrukture na dionicama cesta D30 i D36

Velik je broj opasnih mjesta na kojima postoji mogućnost naleta vozila na nezaštićene metalne i drvene rasvjetne stupove i stupove vertikalne prometne signalizacije čiji je promjer veći od 10 cm, stabla promjera većeg od 10 cm, čvrste objekte uz cestu, nezaštićene početne i završne elemente zaštitnih odbojnih ograda te betonske prijelaze dubokih odvodnih kanala uz cestu. [5]



Slika 27. Prikaz opasnog mjesta s dubokim odvodnim kanalom i betonskim prijelazom [5]

Na slici 27. se vidi prikaz jednog od opasnih mjesta na kojem vozilo može sletjeti u duboki odvodni kanal uz cestu te tako naletjeti na betonski prijelaz. Ovakav tip opasnog mjesta sanira se tako da se postave odgovarajuće zaštitne naprave koje onemogućavaju direktan nalet vozila na betonski objekt. Slijetanje vozila u kanal moguće je spriječiti tako da se postavi zaštitna odbojna ograda. [5]



Slika 28. Prikaz opasnog početka zaštitne metalne odbojne ograde [5]

Na slici 28. vidi se prikaz opasnog mjesta s lošim načinom postavljanja zaštitne odbojne ograde. Završni elementi te odbojne ograde nisu adekvatno zaštićeni u slučaju naleta vozila i može doći do nesreća s teškim posljedicama. Može doći do prevrtanja ili odbacivanja vozila u druge objekte koji se nalaze u blizini ruba ceste ili može doći do prodiranja pojedinih dijelova metalne ograde u kabinu vozila. Završni elementi odbojne ograde na početku i na kraju izvode kosim spuštanjem branika dužine 1m, poniranjem, ukapanjem i sidrenjem u tlo, s polukruglim završnim elementom. Kada se ne može izvesti kosi završetak, zaštitna odbojna ograda se završava polukružnim završnim elementima. [5]














Slika 29. Prikaz nezaštićenog stupa javne rasvjete [5]

Uočen je i velik broj lokacija na kojima postoji je moguć naleta vozila u stup javne rasvjete smješten neposredno uz rub ceste. Primjeri takvog opasnog mjesta prikazan je na slici 29. Frontalni nalet vozila u stup rasvjete rezultira u većini slučajeva prometnom nesrećom s velikom materijalnom štetom te teškim i smrtnim ozljedama vozača i putnika u vozilu. Kada vozač izgubi nadzor nad vozilom pri velikim brzinama postoji velika opasnost naleta vozila u drvene ili metalne rasvjetne stupove. Za ublaživanje posljedica kod naleta vozila u stupove preporučuju se različite metode od onih skupljih kao što su postavljanje ublaživača udara do onih najjednostavnijih kao što je postavljanje zaštitnih odbojnih ograda i spriječiti direktan udar vozila u stup. [5]

5.10. Prikaz SRS ocjena na dionici državne ceste D30 nakon provedbe odabranih mjera sanacija i primjene SRIP investicijskog plana

Na slici 30. prikazani su rezultati primjene SRIP investicijskog plana za dionicu državne ceste D30 (Velika Gorica - Žažina). [5]

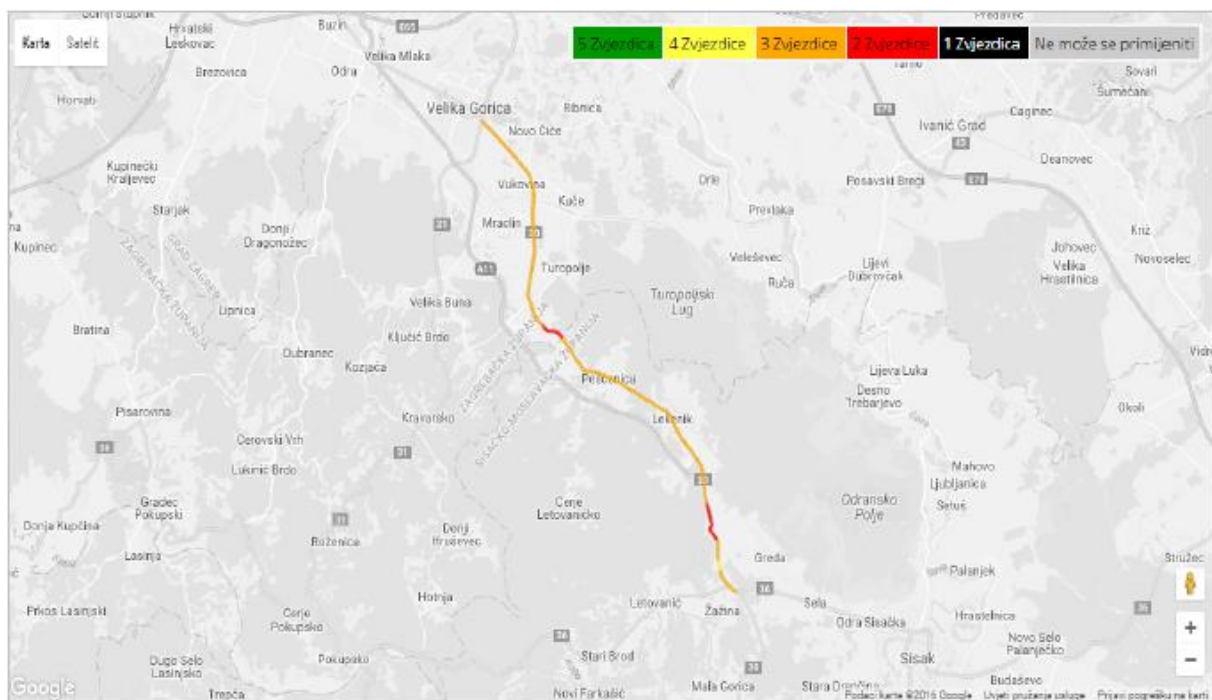
Tablica 12. Prikaz najisplativijih mjera sanacija opasnih mjesta na dionici ceste D30 [5]

| Ukupan broj spriječenih prometnih nesreća sa poginulim i teško ozlijeđenim osobama | | Ukupna sadašnja vrijednost koristi (PV) od povećanja sigurnosti | | Procijenjeni troškovi | | Koristi od sprečavanja smrtnih ili teških ozlijeđenih u prometnoj nesreći | | vrijednost BCR omjera definirana programom | |
|---|-----------------|---|--|-----------------------|---|---|--|--|--|
| 68 | | 43,420,083 | | 10,504,725 | | 153,568 | | 4 | |
| Mjera sanacije | Dužina/Lokacije | Smanjenje broja poginulih i teško ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama | Sadašnja vrijednost koristi (PV) od povećanja sigurnosti | Procijenjeni troškovi | Koristi od sprečavanja smrtnih ili teških ozlijeđenih u prometnoj nesreći | vrijednost BCR omjera definirana programom | | | |
|  Uklanjanje opasnih objekata uz cestu - strana vozača | 13.70 km | 12 | 7,321,519 | 765,500 | 66,367 | 10 | | | |
|  Postavljanje zvučnih/vibrirajućih traka na bankinama ceste | 11.30 km | 11 | 6,897,323 | 1,659,076 | 152,684 | 4 | | | |
|  Uklanjanje opasnih objekata uz cestu - strana suvozača | 10.60 km | 9 | 5,533,521 | 606,900 | 69,618 | 9 | | | |
|  Iscrtaavanje polja za usmjeravanje prometa | 10.30 km | 7 | 4,454,049 | 953,143 | 135,835 | 5 | | | |
|  Izgradnja nogostupa - strana suvozača (neformalni pješački put >1m) | 7.90 km | 7 | 4,454,459 | 1,566,538 | 223,230 | 3 | | | |
|  Izgradnja nogostupe - strana vozača (neformalni pješački put >1m) | 8.00 km | 7 | 4,301,233 | 1,586,368 | 234,109 | 3 | | | |
|  Postavljanje zaštitne odbojne ograde - strana suvozača | 1.40 km | 4 | 2,376,416 | 944,300 | 252,229 | 3 | | | |
|  Postavljanje zaštitne odbojne ograde - strana vozača | 1.10 km | 4 | 2,250,210 | 755,800 | 213,202 | 3 | | | |
|  Asfaltiranje bankine - strana vozača (>1m) | 6.70 km | 4 | 2,597,158 | 711,300 | 173,845 | 4 | | | |
|  Asfaltiranje bankine - strana suvozača (>1m) | 4.60 km | 3 | 1,810,842 | 479,400 | 168,045 | 4 | | | |
|  Izgradnja nogostupe sa strane suvozača (uz cestu) | 0.50 km | 1 | 554,832 | 195,000 | 223,090 | 3 | | | |

U tablici 12. prikazana je lista mjera sanacije predložena SRIP investicijskim planom za povećavanje sigurnosti na cesti D30. U tablici uz svaku mjeru sanacije prikazan je broj kilometara dionice koji je potrebno sanirati te je prognozirano smanjenje broja prometnih nesreća sa smrtno stradanim i teško ozlijeđenim osobama u slučaju provedbe predložene mjere sanacije. Isto tako prikazane su uštede od ostvarenog smanjenja broja prometnih nesreća kao i investicijski troškovi za provođenje tih mjera te rezultirajući omjeri koristi i troškova koji pokazuju ekonomsku učinkovitost. [5]

Tablica 13. Prikaz SRS ocjena nakon provođenja mjera sanacije na dionici ceste D30 [5]

| RPS ocjene - broj zvjezdica | Vozač i putnici u osobnom automobilu | | Motociklisti | | Pješaci | | Biciklisti | |
|-----------------------------|--------------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak | Duljina (km) | Postotak |
| 5 Zvezdica | 0.10 | 0% | 0.10 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 4 Zvezdice | 0.50 | 2% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| 3 Zvezdice | 24.70 | 87% | 16.00 | 57% | 0.10 | 0% | 0.10 | 0% |
| 2 Zvezdice | 3.00 | 11% | 12.20 | 43% | 15.20 | 54% | 18.70 | 66% |
| 1 Zvezdica | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 13.00 | 46% | 9.50 | 34% |
| Ne može se primijeniti | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% | 0.00 | 0% |
| Ukupno | 28.30 | 100% | 28.30 | 100% | 28.30 | 100% | 28.30 | 100% |



Slika 30. Kartografski prikaz SRS ocjena nakon provođenja mjera sanacije na dionici ceste D30 [5]

Nakon provedbe predloženih mjera sanacija opasnih mjesta prikazane su prognozirane vrijednosti SRS ocjena. Očito je da bi se u slučaju provedbe SRIP investicijskog plana sigurnosni uvjeti poboljšali za sve skupine cestovnih korisnika, a osobito su izražena poboljšanja za vozače i putnike u osobnom automobilu. Prognozirani rezultati trebali bi biti poticaj za primjenu navedenih mjera sanacije, a stvorila bi se i visoka razina ekonomskih koristi koje se ostvaruju njihovom provedbom. Za kategoriju vozača i putnika u osobnim automobilima u slučaju implementacije SRIP plana oko 87% dionice bit će ocijenjeno minimalnom prihvatljivom ocjenom od 3 zvjezdice (srednja razina rizika), dok će sa ocjenom od 4 zvjezdice biti ocijenjeno 2% dionice. Preostalih 11% trase promatrane dionice ostat će u kategoriji srednje visokog

rizika. Razine rizika značajno će se smanjiti i u kategoriji motociklista, gdje će se visoka razina rizika smanjiti na 0% a broj segmenata ocijenjenih s 2 zvjezdice (srednje-visoka razina rizika) smanjit će se na 43%. Nakon provedbe svih mjera sanacije oko 57% dionice državne ceste D30 bit će ocijenjeno s minimalno prihvatljivom ocjenom od 3 zvjezdice, a provedbom mjera sanacije postigla bi se povećanja razine sigurnosti i za ostale kategorije cestovnih korisnika (pješaci i biciklisti). Uklanjanjem opasnih objekata na određenim lokacijama spriječila bi se mogućnost naleta vozila na opasne objekte smještene uz cestu te bi se doprinijelo smanjenju broja prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama. [5]

6. ZAKLJUČAK

Svrha analize sigurnosti prometnica na cestovnoj infrastrukturi je zapravo ocjena u kojoj mjeri cestovna infrastruktura doprinosi cjelokupnoj razini rizika relevantnoj za sve grupe korisnika na cestama u urbanim i ruralnim područjima. U ovom radu analizirani su postupci procjene sigurnosti postojećih prometnica, prognozirani utjecaji infrastrukturnih elemenata na sigurnost prometa te je dan primjer provođenja takvog postupka.

Cesta je okarakterizirana mnogobrojnim čimbenicima kao element sigurnosti prometa uključujući karakteristike trase ceste, tehničke značajke ceste, stanje kolnika, opremu za cestovni prijevoz, cestovnu rasvjetu, karakteristike raskrižja, utjecaje odbojnih ograda i razinu održavanja ceste. Prometne nesreće u pravilu nisu jednoliko raspoređene uzduž cijele duljine ceste te je na određenim segmentima ceste moguća je viša razina rizika u usporedbi s ostalim cestovnim segmentima.

Na području Republike Hrvatske, prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova, zabilježen je pad stope smrtnosti u cestovnom prometu u razdoblju od 2007. do 2016. godine. Broj poginulih osoba u prometnim nesrećama na 100.000 stanovnika pao je s visokih 13,9 2007. godine na trenutnih 7,3 2016. godine što je skoro upola manje. Postoje razni postupci procjene sigurnosti na cestama kao što su NSM, RSI i EuroRAP/iRAP. EuroRAP/iRAP projekt jedan je od važnijih alata da se unaprijedi cestovna infrastruktura, odnosno da se smanji broj stradalih na hrvatskim cestama. Na temelju EuroRAP postupka procjene sigurnosti postojećih cesta pregledane su i analizirane mnoge dionice državnih cesta, autocesta i županijskih i lokalnih cesta (D3, D8, A1, A3, D30, D36 te dionice županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-senjske, Zadarske i Šibensko-kninske županije itd.).

Za video pregledavanje snimaka ceste koristi se ovlašten sustav pregledavanja razvijen od strane FPZ-a (Fakultet Prometnih Znanosti). FPZ (u suradnji s Geodetskim fakultetom i Promet i Prostorom) je razvio sustav i skup alata (baziran na EuroRAP i iRAP specifikacijama) za kreiranje podataka koji se dalje koriste za kalkuliranje rizika i identifikaciju prioritarnih shema za nadogradnju sigurnosti mreže te za pomoć pri investicijskim odlukama. Kodiranje se izvršava preko web sučelja za kodiranje na 10m segmentima klikćući na odgovarajuće atribute na alatnoj traci. FPZ alat za kodiranje je open source HTML5 web bazirana aplikacija za identifikaciju i registraciju prostornih svojstava u georeferenciranom videu.

Za prijedlog provedbe EuroRAP/iRAP postupka uzete su dionice državnih cesta D30 i D36. Analiziranjem videozapisa dobiveni su rezultati za prve tri kategorije cestovnih korisnika (vozače i putnike u osobnom automobilu, motocikliste i pješake) gotovo niti jedan segment nije ocijenjen niskom i srednje niskom razinom rizika. Za vozače i putnike u osobnom automobilu više od polovice dionica (60%) ocijenjeno je srednjom razinom rizika, dok je srednje visokom razinom rizika ocijenjeno 36% dionica. Visokom razinom rizika ocijenjeno je oko 4% dionica. Razine rizika za motocikliste su veće, oko 11% promatranih dionica ocijenjeno je visokom razinom rizika, dok je 89% dionica ocijenjeno srednje visokom razinom rizika (65%) srednjom razinom rizika (24%). Kategorija pješaka pokazuje da je 5% dionica ocijenjeno

srednjom razinom rizika, dok je u kategoriji biciklista postotak dionica s prihvatljivom razinom rizika veći i iznosi 32%. Rezultati pokazuju da od 40% do 84% dionica državnih cesta D30 i D36 ne udovoljavaju minimalnim sigurnosnim standardima definiranim prema iRAP protokolu, ovisno o promatranj kategoriji cestovnih korisnika.

Nakon provedbe predloženih mjera sanacija opasnih mjesta dobivene su prognozirane vrijednosti SRS ocjena. Sigurnosni uvjeti bi se poboljšali za sve skupine cestovnih korisnika. Prognozirani rezultati trebali bi biti poticaj za primjenu navedenih mjera sanacije, a stvorila bi se i visoka razina ekonomskih koristi koje se ostvaruju njihovom provedbom. Za kategoriju vozača i putnika u osobnom automobilima oko 87% dionice imat će prihvatljivu srednju razinu rizika, dok će srednje nisku razinu rizika imati 2% dionice. Preostalih 11% dionice ostat će u kategoriji srednje visokog rizika. Razine rizika značajno će se smanjiti i u kategoriji motociklista, gdje će se visoka razina rizika smanjiti na 0%, a srednje visoku razinu rizika imat će 43% dionice. Nakon provedbe svih mjera sanacije oko 57% dionice državne ceste D30 bit će ocijenjeno s minimalno prihvatljivim rizikom, a provedbom mjera sanacije postigla bi se povećanja razine sigurnosti i za ostale kategorije cestovnih korisnika (pješaci i biciklisti). Uklanjanjem opasnih objekata na određenim lokacijama spriječila bi se mogućnost naleta vozila na opasne objekte smještene uz cestu te bi se doprinijelo smanjenju broja prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama.

POPIS LITERATURE

1. Ševrović, Marko: Izvješće o razinama rizika na dionici državne ceste D34 i planiranoj obilaznici naselja petrijevci utvrđenim prema EuroRAP/iRAP SRS metodologiji (Zagreb, siječanj 2018.)
2. Ševrović, Marko: Analiza sigurnosti prometa na dionicama državne ceste D3 prema RPS metodologiji EuroRAP-a (Zagreb, ožujak 2013.)
3. Ševrović, Marko: Izvješće o razinama rizika na dionicama državne ceste D8 utvrđenim prema EuroRAP/iRAP RPS metodologiji (Zagreb, lipanj 2015.)
4. Ševrović, Marko: Izvješće o razinama rizika na dionicama autoceste A1 i dionicama državnih cesta D54, D27 i D50 utvrđenim prema EuroRAP/iRAP RPS metodologiji (Zagreb, studeni 2015.)
5. Ševrović, Marko: Izvješće o razinama rizika na dionicama državnih cesta D30 i D36 te dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-senjske, Zadarske i Šibensko-kninske županije utvrđenim prema EuroRAP/iRAP SRS metodologiji (Zagreb, prosinac 2016.)
6. Ševrović, Marko: Izvješće o razinama rizika na dionicama autoceste A3 utvrđenim prema EuroRAP/iRAP SRS metodologiji (Zagreb, rujan 2017.)
7. iRAP Star Rating and Investment Plan Coding Manual (August 2014.)
8. <https://admin.ftts-irap.org/gis> (pristupljeno: kolovoz 2018.)
9. <http://www.roadsafetraffic.com/portfolio/crash-cushions/> (pristupljeno: kolovoz 2018.)
10. http://www.sure.equipement.gouv.fr/IMG/pdf/NSM_V_FD_final_cle55ec71-1.pdf (pristupljeno: rujan 2018.)
11. https://www.bmvit.gv.at/verkehr/strasse/publikationen/sicherheit/vsf/downloads/38_rsi_handbuchEN.pdf - (pristupljeno: rujan 2018.)
12. Lynam, D. (2012.). Development of Risk Models for the Road Assessment Programme. RAP504.12 and TRL Report CPR1293, Published by iRAP and TRL and available at: <http://www.trl.co.uk> and at <http://www.irap.org>
13. Turner, B. Steinmetz, L., Lim, A. and Walsh, K. (2012). Effectiveness of Road Safety Engineering Treatments. APR422-12. Austroads Project No: ST1571.
14. Elvik R and Vaa T (2004) The Handbook of Road Safety Measures Elsevier 2004.
15. Turner B, Affum J, Tziotis M, and Jurewicz C (2009) Review of iRAP risk parameters 001496 Draft Contract Report, October.
16. Turner, B., Imberger, K., Roper, P., Pyta, V. and McLean, J. (2010). Road Safety Engineering Risk Assessment Part 6: Crash Reduction Factors. Austroads AP-T151/10. ISBN 978-1-921709-11-1.

17. Harwood D W, Council F M, Hauer E, Hughes W E, and Vogt A (2000) Prediction of the expected safety performance of rural two-lane highways, Report No. FWHA-RD-99-207, Federal Highway Administration, Washington
18. <http://www.cmfclearinghouse.org/> (pristupljeno: rujan 2018.)
19. Turner, S, Binder, S & Roozenburg, A (2009a). Cycle safety: Reducing the crash risk. New Zealand Transport Agency Report RR389. Wellington, New Zealand.

POPIS KRATICA

EuroNCAPu - (engl. European New Car Assesment Programme)

HAK - Hrvatski autoklub

FPZ - Fakultet Prometnih Znanosti

iRAP - (engl. International Road Assessment Programme)

SRIP - (engl. Safer Roads Investment Plans)

SRS - (engl. Star Rating Scoring)

RRM - (engl. Road Risk Mapping)

RPS - (engl. Road Protection Scoring)

AADT/PGDP - (engl. Annual average daily traffic / Prosječni godišnji dnevni promet)

SPS - (engl. Standard positioning service)

BCR - (engl. Benefit-cost ratio)

NSM - (engl. Network Safety Management)

RSI - (engl. Road Safety Inspection)

RVS - (engl. Guidelines and Regulations for Roads)

SPS - (engl. Standard Positioning Service)

CMF - (engl. Crash Modification Factors)

POPIS ILUSTRACIJA

Popis slika

| | |
|---|----|
| Slika 1. Broj poginulih osoba u prometnim nesrećama na 100.000 stanovnika, vozača i vozila od 2007. do 2016. godine..... | 2 |
| Slika 2. Prikaz snimljenih dionica državne ceste D3 | 3 |
| Slika 3. Prikaz neadekvatnog završnog elementa zaštitne odbojne ograde na cesti D3 | 6 |
| Slika 4. Prikaz primjera adekvatnog završnog elementa zaštitne odbojne ograde | 6 |
| Slika 5. Kartografski prikaz dionica Jadranske Magistrale..... | 9 |
| Slika 6. Kartografski prikaz RPS ocjena (vozači i putnici u osobnom automobilu) na državnoj cesti D8..... | 10 |
| Slika 7. Kartografski prikaz analiziranih dionica autoceste A1 | 11 |
| Slika 8. Kartografski prikaz RPS ocjena za vozače i putnike u osobnom automobilu | 12 |
| Slika 9. Prikaz dionica županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-Senjske županije..... | 13 |
| Slika 10. Prikaz dionica županijskih i lokalnih cesta na području Zadarske županije | 13 |
| Slika 11. Prikaz dionica županijskih i lokalnih cesta na području Šibensko-kninske županije.. | 14 |
| Slika 12. Prikaz SRS ocjena na dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-senjske županije za vozače i putnike u osobnom automobilu | 16 |
| Slika 13. Prikaz SRS ocjena na dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Zadarske županije za vozače i putnike u osobnom automobilu | 16 |
| Slika 14. Prikaz SRS ocjena na dionicama županijskih i lokalnih cesta na području Šibensko-kninske županije za vozače i putnike u osobnom automobilu..... | 17 |
| Slika 15. Prikaz analiziranih dionica autoceste A3 (NP Zagreb Istok - Lipovac) | 18 |
| Slika 16. Prikaz SRS ocjena na dionicama autoceste A3 za vozače i putnike u osobnom automobilu | 19 |
| Slika 17. Sučelje FPZ web alata za kodiranje | 25 |
| Slika 18. Prikaz RSI postupka provođenja inspekcije sigurnosti ceste | 32 |
| Slika 19. Primjer atributa litice u skupini atributa bočne zapreke | 40 |
| Slika 20. Primjer atributa vertikalne izbočene stijene uz cestu | 40 |
| Slika 21. Atribut prisutnosti servisne sabirne ceste | 53 |
| Slika 22. Kartografski prikaz analiziranih dionica državnih cesta D30 i D36 | 59 |
| Slika 23. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36 za vozače i putnike u osobnom automobilu prije provedenih mjera sanacija | 71 |
| Slika 24. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36 motocikliste prije provedenih mjera sanacija | 72 |
| Slika 25. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36 za pješake prije provedenih mjera sanacija..... | 72 |

| | |
|--|----|
| Slika 26. Prikaz SRS ocjena na dionicama državnih cesta D30 i D36 za bicikliste prije provedenih mjera sanacija..... | 73 |
| Slika 27. Prikaz opasnog mjesta s dubokim odvodnim kanalom i betonskim prijelazom..... | 74 |
| Slika 28. Prikaz opasnog početka zaštitne metalne odbojne ograde..... | 74 |
| Slika 29. Prikaz nezaštićenog stupa javne rasvjete | 75 |
| Slika 30. Kartografski prikaz SRS ocjena nakon provođenja mjera sanacije na dionici ceste D30 | 77 |

Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Godišnje društvene koristi od sanacije opasnih mjesta na državnoj cesti D3 | 8 |
| Tablica 2. Rezultati EuroRAP RPS metodologije za državnu cestu D8..... | 9 |
| Tablica 3. Rezultati EuroRAP RPS metodologije za autocestu A1 | 11 |
| Tablica 4. Rezultati EuroRAP SRS metodologije za dionice županijskih i lokalnih cesta na području Ličko-Senjske županije | 14 |
| Tablica 5. Rezultati EuroRAP SRS metodologije za dionice županijskih i lokalnih cesta na području Zadarske županije | 15 |
| Tablica 6. Rezultati EuroRAP metodologije za dionice županijskih i lokalnih cesta na području Šibensko-kninske županije | 15 |
| Tablica 7. Rezultati EuroRAP SRS metodologije za dionice autoceste A3 (NP Zagreb Istok – Lipovac) | 18 |
| Tablica 8. Popis pregledanih dionica cestovne mreže s datumima provođenja video inspekcije i nazivima projekata za kodiranje georeferenciranih videozapisa | 58 |
| Tablica 9. Rezultati statističke analize kodiranih atributnih skupina na promatranim dionicama državnih cesta D30 i D36 (Istočna obilaznica Velike Gorice – Velika Gorica – Sisak). | 60 |
| Tablica 10. Vrijednosti operativne brzine prometnog toka na području Republike Hrvatske, ovisno o ograničenju brzine na promatranim dionicama cesta..... | 70 |
| Tablica 11. Kumulativni rezultati analize rizika za promatrane dionice državnih cesta D30 i D36 | 71 |
| Tablica 12. Prikaz najisplativijih mjera sanacija opasnih mjesta na dionici ceste D30 | 76 |
| Tablica 13. Prikaz SRS ocjena nakon provođenja mjera sanacije na dionici ceste D30 | 77 |

Popis grafikona

Grafikon 1. Broj utvrđenih opasnih mjesta na dionicama državne ceste D3..... 7

Grafikon 2. Troškovi sanacije pojedinih tipova opasnih mjesta na državnoj cesti D3 7