Definiranje postupaka za poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa

Radosović, Goran

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:119:629863

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

DIPLOMSKI RAD

DEFINIRANJE POSTUPAKA ZA POBOLJŠANJE SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

DEFINING THE PROCEDURES FOR INCREASING THE ROAD TRAFFIC SAFETY

Mentor: dr.sc. Marko Ševrović

Student: Goran Radosović, bacc.ing.traff.
JMBAG: 0135203072

Zagreb, rujan 2016.

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Analiza podataka sigurnosti prometa u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji ... 4

3. Analiza planova mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa (EU) 10

3.1. iRAP/EuroRAP 10

3.1.1. Izmjera i kartiranje prometnice (*Risk Mapping*) 14

3.1.2. Obrada podataka 14

3.1.3. Izračun ocjene rizika 14

3.1.4. Investicijski planovi 15

3.2. PIARC 15

3.3. EK (RSA/RSIA) 18

3.4. Ostali 21

3.4.1. SENSoR projekt (*South East Neighbourhood Safe Routes*) 21

3.4.2. *Ranking for European Road Safety* (RANKERS) 22

3.4.3. IASP - Identifikacija opasnih mjesta i rangiranje mjera za povećanje cestovne sigurnosti 22

4. Analiza planova održavanja cestovne infrastrukture u RH 24

4.1. Redovito održavanje cesta 27

4.2. Izvanredno održavanje cesta 28

5. Postupak planiranja mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa .. 29

5.1. Utvrđivanje opasnih mjesta na cestovnoj mreži i odabir odgovarajućih mjera sanacije 30

5.2. Razvoj investicijskog plana u sklopu redovnog održavanja cesta 34
6. Razmatranje i prijedlog 37
6.1. Procedura odabira kritičnih točaka 38
6.2. Trenutne metode za određivanje opasnih mjesta 41
6.2.1. Model temeljen na "grubom" riziku 42
6.2.2. Model temeljen na riziku 43
6.3.Kriteriji za identificiranje opasnih mjesta 43
7. Zaključak 45
Literatura 47
Popis slika 49
Popis grafikona 50
Popis tablica 51
Popis dijagrama 52

1. Uvod

Nesreće na cestama vodeći su uzrok smrti i ozljeda u svijetu i postaju uzrok velikih osobnih tragedija, ogromnih socijalnih i ekonomskih troškova u smislu izgubljenih vrijednih života, liječenje teško ozlijeđenih osoba, osiguranja i šteta na javnim i privatnim imovinama. Svake godine više od 1,17 milijuna ljudi umire u prometnim nesrećama širom svijeta. Više od 10 milijuna su teško ozlijeđeni ili ozlijeđeni svake godine. Ukupni izravni i neizravni troškovi prometnih nesreća procjenjuju se na oko 1-3% ukupnog bruto domaćeg proizvoda u većini zemalja u svijetu. Kako bi se povećala postojeća razina sigurnosti promatrane cestovne mreže, potrebno je razviti odgovarajući plan investiranja u provođenje definiranih mjera sanacije na promatranim cestovnim segmentima, pri čemu je potrebno definirati i prioritet provođenja pojedinih mjera. Standardni pristup za rangiranje definiranih mjera sanacije podrazumijeva provođenje analize troškova i koristi kako bi se usporedile ekonomske koristi svake predložene mjere u odnosu na njezine troškove. Mjere sanacije zatim se rangiraju po prioritetima u ovisnosti s omjerom troškova i koristi. Kod postojećih prometnica postupak planiranja provođenja mjera sanacije potrebno je uvrstiti u postupak održavanja prometnica na način da se valorizira potreba za provođenjem mjera koje proizlaze iz održavanje, a te se potrebe usklađuju s potrebama za provođenje mjera koje proizlaze iz planova podizanja razine sigurnosti.

Tema diplomskog rada je Definiranje postupaka za poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa. Svrha rada jest napraviti komparativnu analizu metoda izrade planova investiranja u cestovnu sigurnost te opisati postupke i metode za donošenje odluke kao i analizirati kriterije koji se uzimaju u obzir prilikom odabira pojedinih mjera.

Diplomski rad sastoji se od 7 radnih teza:

1. Uvod
2. Analiza podataka sigurnosti prometa u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji
3. Analiza planova mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa u Europskoj uniji
4. Analiza planova održavanje cestovne infrastrukture u Republici Hrvatskoj
5. Postupak planiranja mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa
6. Razmatranje i prijedlog
7. Zaključak

U drugom poglavlju analizirani su podatci sigurnosti prometa u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji. Podatci analizirani u Europskoj uniji vezani su za glavne uzroke smrtnosti prema različitim kriterijima. Prikazan je broj smrtno stradalih na području cijele Europske unije, kao i postotak smanjenja prometnih nesreća i stradalih u prometu u razdoblju od 2001. do 2011. godine. Analizirano je broj prometnih nesreća i stradalih u prometu u razdoblju od 1999. do 2014. godine. Kreiran je graf prikaza kretanja stvarnog i očekivanog koeficijenta smrtnosti u prometu u razdoblju od 2011. do 2020. godine koji prikazuje kako su rezultati mjera za povećanje sigurnosti u prometu bolji od očekivanog.

U trećem poglavlju analizirani su i komparirani planovi mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa u Europskoj uniji. Opisani programi vezani za povećanje sigurnosti prometa: iRAP/EuroRAP, PIARC, EK(RSA/RSIA) i ostali (SENSOR, RANKERS, IASP).

U četvrtome poglavlju analizirani su planovi održavanja cestovne infrastrukture u Republici Hrvatskoj. Održavanje cestovne infrastrukture mora biti na odgovarajućoj propisano tehničkoj i uporabnoj razini da bi se cestovni promet odvijao nesmetano i sigurno. Osnovni ciljevi održavanja i zaštite cesta su: sprečavanje propadanja cesta, omogućavanje sigurnog odvijanja prometa, smanjenje troškova korisnika dobrim stanjem cesta, dovođenje ceste u projektirano stanje uzimajući u obzir izmijenjene potrebe prometa, zaštita cesta od korisnika i trećih osoba,

te zaštita okoliša od štetnog utjecaja ceste i cestovnog prometa. Poglavlje je podijeljeno u dva dijela : Redovito i izvanredno održavanje cesta.

Peto poglavlje sadrži postupak planiranja mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa. U poglavlju je opisan i analiziran postojeći sustav održavanja te postupak utvrđivanja opasnih mjesta na cestovnoj mreži i odabir odgovarajućih mjera sanacije. U potpoglavlju je opisan razvoj investicijskog plana u sklopu redovitog održavanja cesta, te je predočen proces razvoja investicijskih planova.

U šestom poglavlju predočeno je razmatranje i prijedlog kao sukus ovog diplomskog rada. Opisana je procedura odabira kritičnih točaka, te su opisana tri stupnja postupaka za poboljšanje sigurnosti kritičnih točaka. Nadalje, opisane su trenutne metode za određivanje kritičnih točaka, i to kako slijedi: model temeljen na "grubom" pristupu, te model temeljen ne riziku. Određeni su kriteriji za identificiranje opasnih mjesta

Cilj rada je predstaviti optimalnu metodu planiranja mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa koja će uzeti u obzir širi skup kriterija koji se vrednuju prilikom izrade planova za održavanje prometnica.

2. Analiza podataka sigurnosti prometa u Republici Hrvatskoj i Europskoj uniji

Sigurnost u prometu sastavni je dio života svih stanovnika Europske unije. Korištenje prometnog sustava dio je svakodnevnog života stanovnika Europske unije, no nažalost, tijekom godina time dolazi do povećanja stradalih osoba i velike financijske štete uzrokovane prometnim nesrećama. Iako su ceste dio ljudske svakodnevnice, svake godine gotovo 30.000 osoba smrtno strada na cestama u zemljama članica Europske unije, dok oko 250.000 osoba biva teško ozlijeđeno. Svaka nesreća iza sebe ostavlja i veliki financijski gubitak, po nekim proračunima svake godine prometne nesreće uzrokuju velike stvarne društveno-ekonomske troškove u iznosu od dva posto BDP-a Europske unije [1]. Ipak u odnosu na te podatke, nastavlja se bilježiti pozitivan pad smrtno stradalih na europskim cestama, iako je svejedno broj smrtnih slučajeva u cestovnom prometu 12 puta veći u odnosu na zračni i željeznički promet zajedno.

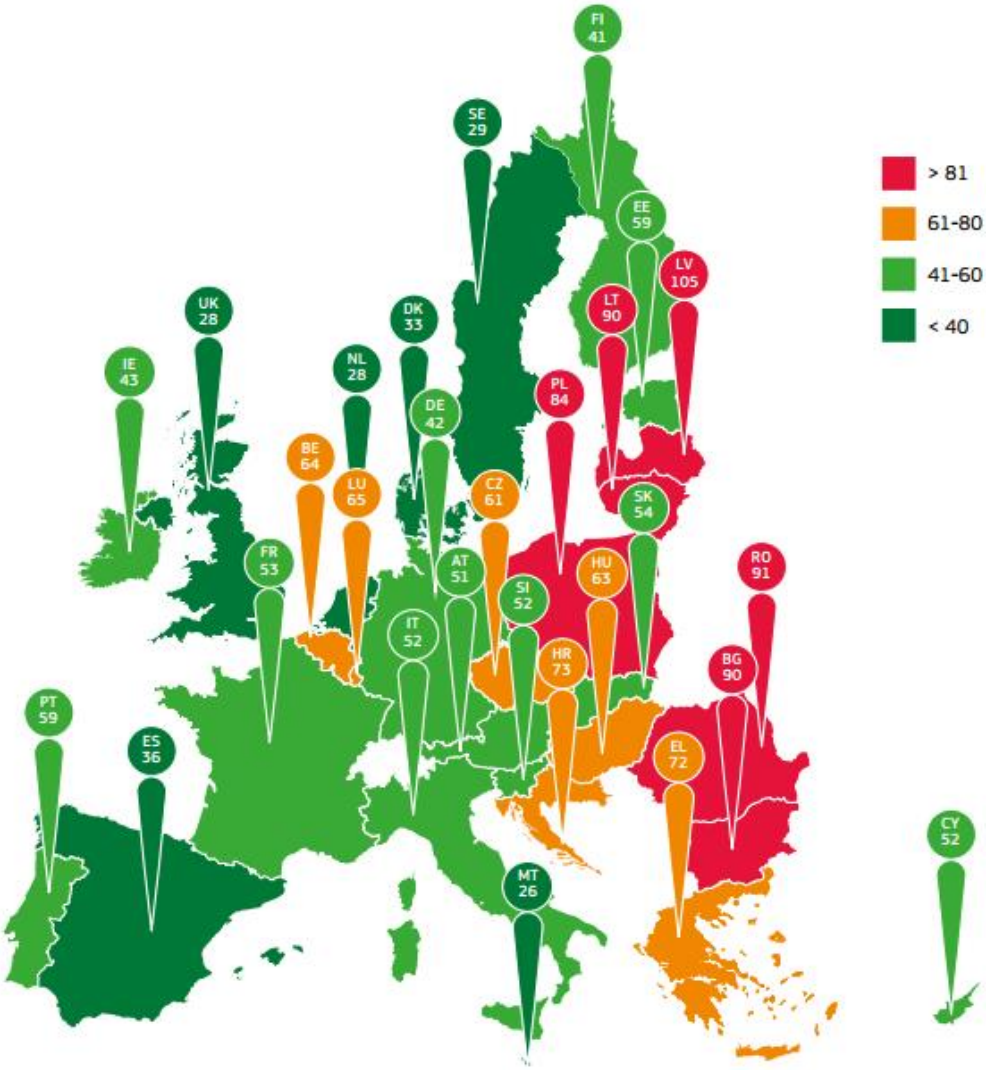
U odnosu na ostale zemlje Europske unije, Republika Hrvatska, prema prihvaćenim kriterijima održive prometne sigurnosti, nalazi se u donjem dijelu ljestvice europskih država, te je zbog toga potrebno uložiti dodatne napore kako bi se povećala sigurnost sudionika u prometu. U Republici Hrvatskoj u posljednjem desetljeću, na godišnjoj razini, prometnim nesrećama prosječno je stradavalo oko 20 tisuća ljudi. Od tog broja 80% bilo je lakše ozlijeđeno, 18% teško ozlijeđeno, te 2% smrtno stradalih osoba. Prema najnižim procjenama stručnjaka za osiguranja i ekonomskih analitičara, Republika Hrvatska danas zbog prometnih nesreća ima izravan gubitak društvenih vrijednosti u iznosu od najmanje dva posto BDP-a, dok su posredni gubici višestruki.

U 2014. godini na europskim cestama zabilježeno je oko 25.700 smrtno stradalih u prometnim nesrećama što je oko 1% manje smrtno stradalih nego je zabilježeno 2013. godine, te 18% manje nego u 2010. godini, čime se nastavlja pozitivan trend pada smrtno stradalih osoba u odnosu na prethodne godine. Iako su do sada postignuti veoma dobri rezultati, potrebno je dodatno poraditi na poboljšanju cestovne sigurnosti kako bi se postignuo cilj zadan od Ujedinjenih naroda u Desetljeću sigurnosti cestovnog prometa 2011.-2020. Krajnji cilj je postići stradavanje manje od pet osoba na svakih 100.000 stanovnika.

Iz godine u godinu razvoj trenda pozitivnog pada broja smrtno stradalih razlikuje se između zemalja članica EU. Primjerice neke zemlje članice, poput Slovačke, Bugarske i Latvije, bilježe rast broja smrtno stradalih između 2010.godine i 2014. godine, dok ostale zemlje poput Hrvatske, Slovenije i Finske bilježe značajan pad smrtno stradalih od oko 15 % u 2014. godini u odnosu na godinu prije.

Ako uzmemo da je stopa smrtno stradalih u prometnim nesrećama najčešće korišteni način usporedbe odnosno definiranja razine cestovne sigurnosti u zemljama članicama EU do

sada je dosegla 51 smrtno stradali na milijun stanovnika. Ovo je najniža stopa smrtno stradalih na svijetu.



Slika 1 Prikaz smrtno stradalih u zemljama članicama EU

Izvor: Road safety in European Union, European Commision, Mobility and Transport DG, BE-1049 Brussels, 2015

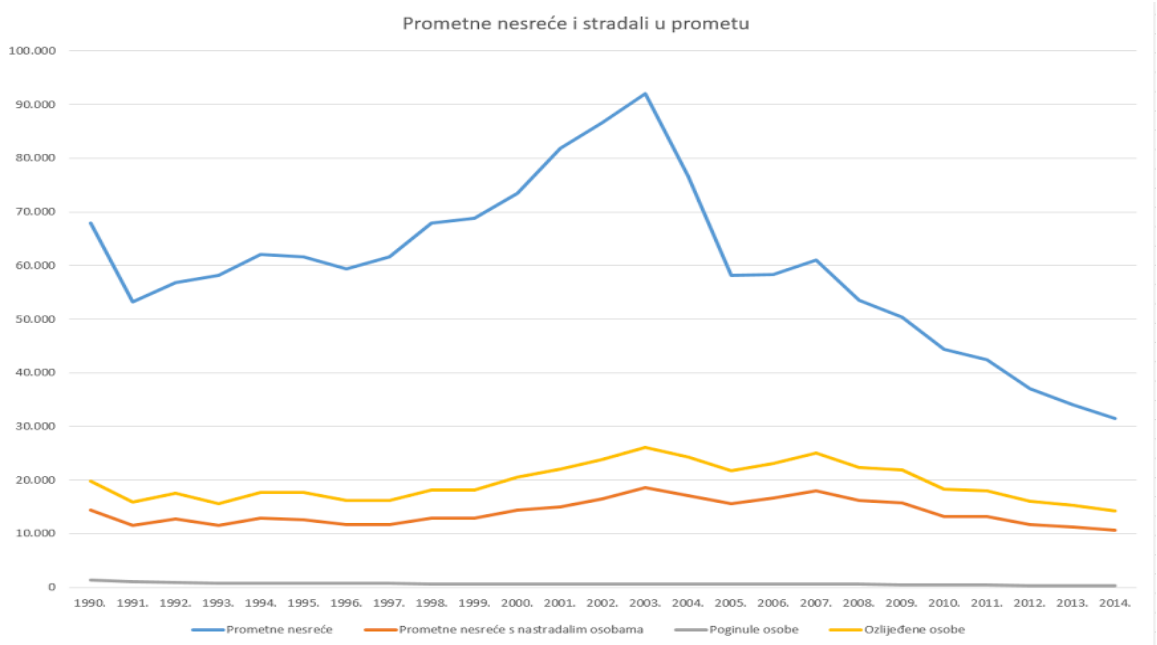
U 2010. godini stopa smrtno stradalih na europskim cestama bila je 63 smrtno stradala na milijun stanovnika. Najniža stopa smrtnosti ostvarena je u Švedskoj, Nizozemskoj, Velikoj Britaniji i Malti. Te zemlje članice EU, u 2014. godini, imale su manje od 30 smrtno stradalih na cestama na milijun stanovnika, dok zemlje članice poput Litve, Bugarske, Rumunjske i Latvije imaju zabilježeno više od 90 smrtno stradalih na milijun stanovnika, s time da Latvija drži prvo neslavno mjesto među najgorim zemljama po smrtno stradalima sa 105 smrtnih slučajeva na milijun stanovnika.



Grafikon 1 EU postotak smanjenja prometnih nesreća i stradalih u prometu od 2001. do 2011. godine

Izvor: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics/

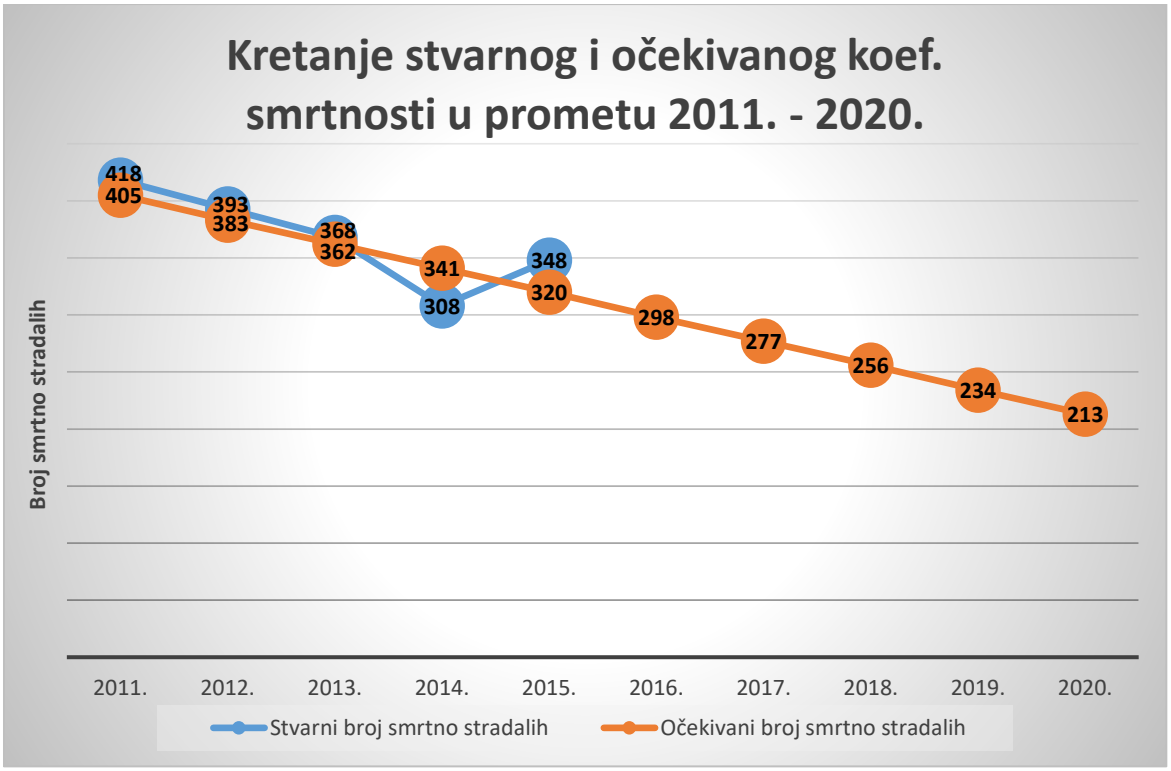
U grafikonu 1. prikazan je postotak smanjenja stradalih u prometu u Europskoj uniji, u razdoblju od 2001. do godine i 2011. godine. Broj smrtno stradalih na cestama smanjio se za 43%, dok je broj teško ozlijeđenih pao za 36% što je vrlo pozitivno, ali gledajući na to da se broj nesreća smanjio samo za 24% vidljivo je iz ovih rezultata da se pažnja usmjeravala samo na posljedice nesreća, a ne na izbjegavanje nesreće. Velika pozornost usmjerena je na sudionika u prometu i kako ga zaštititi od teških posljedica nesreće, a samim time cestovna infrastruktura i drugi segmenti koji su važni za sprječavanje nesreća pali su u drugi plan.



Grafikon 2 Prometne nesreće i stradali u prometu

Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2014., XLI. godina, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb 2016.

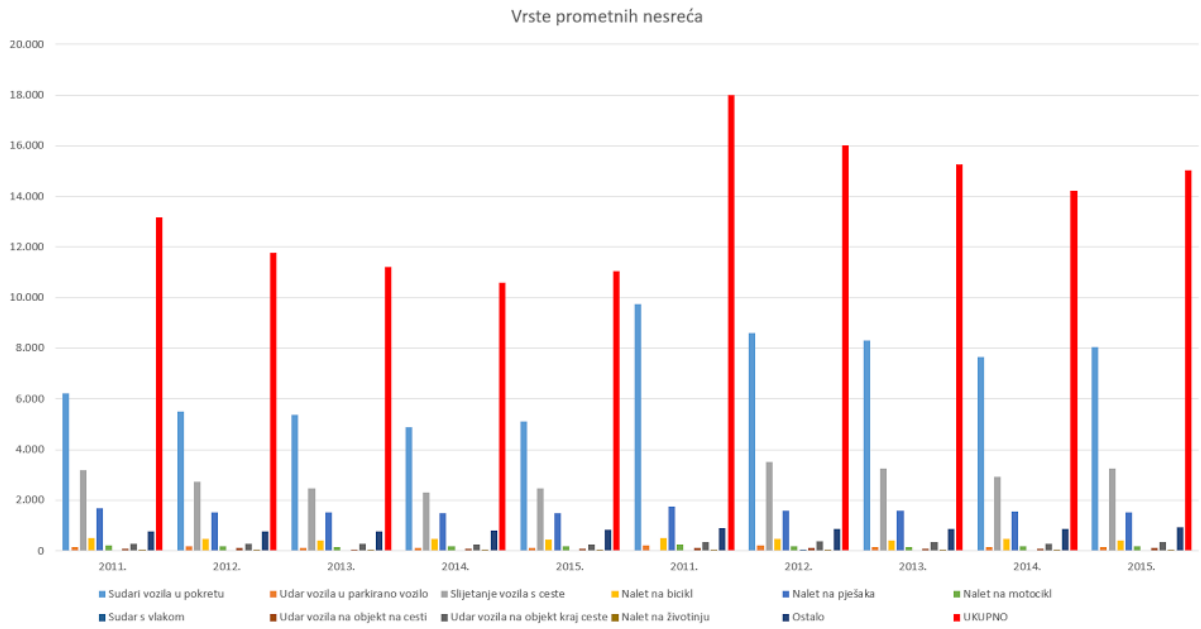
Grafikon 2. prikazuje broj prometnih nesreća, prometne nesreće s nastradalim osobama, te poginule i ozlijeđene osobe u razdoblju od 1990. do 2014. godine. U promatranom razdoblju, uzimajući u obzir 1990. i 2014. godinu, može se zaključiti kako se broj prometnih nesreća smanjio sa 67.952 na 31.432, što je smanjenje od gotovo 50%. U istom razdoblju smanjio se i broj prometnih nesreća s nastradalim osobama sa 14.471 na 10.607, odnosno 30%. Pozitivan trend pada poginulih osoba prikazuje se kroz sve promatrane godine, pa je tako brojka od 1.360 poginulih 1990. pala na 308 poginulih u prometu, što je smanjenje od oko 70%. Broj ozlijeđenih 1990. godine iznosio je 19.791, dok je 2014. ta brojka iznosila 14.222, što također ukazuje na trend smanjenja ozlijeđenih u prometu u periodu od 25 godina. [2]



Grafikon 3 Kretanje stvarnog i očekivanog koeficijenta smrtnosti u prometu u razdoblju od 2011. do 2020. godine

Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2014., XLI. godina, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb 2016

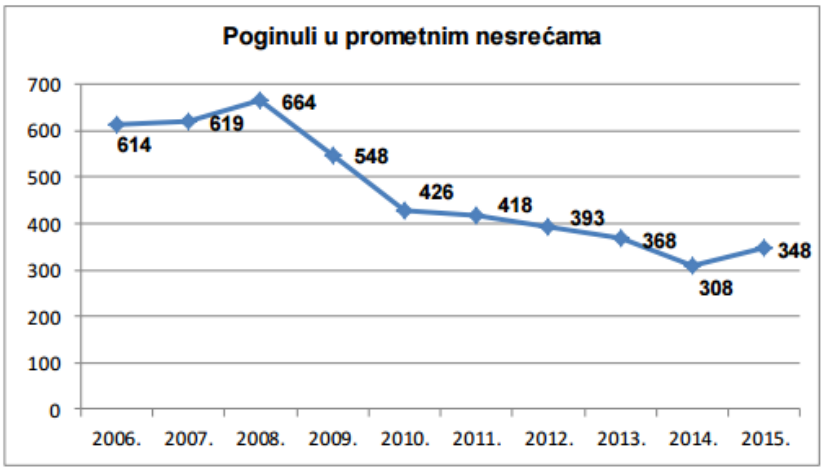
U grafikonu 3. prikazano je kretanje stvarnog i očekivanog koeficijenta smrtnosti u prometu za razdoblje od 2011. do 2020. godine. U razdoblju od 2011. do 2013. godine linija stvarno smrtno stradalih u prometu prati liniju očekivano smrtno stradalih. [2] U periodu od 2014. do 2015. godine stvarno broj smrtno stradalih manji je od očekivanog broja smrtno stradalih što pokazuje pozitivan trend pada broja poginulih u prometu zadan u Desetljeću sigurnosti cestovnog prometa. Graf prikazuje kako su rezultati primjene mjera za povećanje sigurnosti cestovnog prometa bolji od očekivanog. Optimalno bi bilo kada bi se trend smanjenja broja smrtno stradalih smanjivao kao u promatranom vremenu.



Grafikon 4 Vrste prometnih nesreća

Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2014., XLI. godina, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb 2016.

U prethodno grafikonu 4. prikazan je broj nesreća prema vrstama. Iz analize je vidljivo kako se najviše nesreća (gotovo polovica) dogodila kod sudara u pokretu. Zatim slijede slijetanje vozila s ceste, te nalet vozila na pješaka, što zajedno sa sudarom vozila u pokretu čini više od 80 % ukupnog broja prometnih nesreća. [2] Primjenjujući metode za povećanje sigurnosti prometa samo na navedene tri vrste prometih nesreća, uvelike se utječe na svijest ljudi kako bi se došlo do smanjenja broja nesreća. Broj ozljeđenih i poginulih u analiziranom razdoblju proporcionalno pada sa smanjenjem broja prometnih nesreća.



Graf 1 Poginuli u prometnim nesrećama u razdoblju od 2011. do 2015. godine

Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2014., XLI. godina, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb 2016.

Pratimo li kretanje u posljednjih pet godina uočit ćemo kako je pad u 2014. godini iznosio znatno više od prosjeka. Grafički prikazana linija trenda, prikazuje kako je razvidno da 2015. godina ne odstupa drastično od linije trenda smanjenja poginulih osoba. Uzmemo li u obzir razdoblje posljednji deset godina, vidljivo je kako se broj poginulih u prometnim nesrećama smanjio za gotovo 50 %, što možemo zahvaliti poboljšanju sigurnosti vozila, strožoj i učinkovitijoj policiji, boljim cestama, ali i smanjenju broja prodaje motornih vozila.

U Republici Hrvatskoj, od 1994. godine, provodi se Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa, a u tijeku je provedba petog nastavka programa za razdoblje 2011.-2020. koji ima za cilj smanjiti smrtnost od prometnih nesreća za 50% što je u skladu s preporukama i ciljevima Desetljeća akcije za sigurnost cestovnog prometa (2011.-2020.). Iako se u Hrvatskoj posljednjih godina bilježi trend pada smrtnosti od prometnih nesreća, kako u ukupnoj populaciji, tako i u djece, i dalje je potreban sustavan rad na povećanju sigurnosti u prometu. [3]

Mjere kojima bi se do 2020. godine broj poginulih osoba trebao smanjiti na 213 provest će se na sljedećim poljima djelovanja:

- promjena ponašanja sudionika u prometu,
- bolja cestovna infrastruktura,
- sigurnija vozila,
- učinkovita medicinska skrb nakon prometnih nesreća,
- ostala područja djelovanja.

Da bi se stanje sigurnosti u cestovnom prometu podignulo na višu razinu, društvo mora uložiti znatno više napora u poboljšanje prometne infrastrukture i razvitak prometne kulture. Znatan dio tog napora pripada policiji koja svojim aktivnostima treba utjecati na povećanje prometne discipline svih sudionika. Od tri bitna čimbenika za sigurnost prometa (sudionici, vozila i cesta), prometna kultura svih sudionika - a posebno vozača - najbrže može smanjiti tragične posljedice. Ona ne traži toliko financijskih sredstava, koliko savjete ideje te stalan i sustavan rad na njihovom promicanju.

Jedan od bitnih pokazatelja sigurnosti cestovnog prometa jest broj poginulih osoba na sto tisuća stanovnika neke zemlje. Iako u njegovoj primjeni ima neujednačenosti zbog različitog određivanja koje se nastradale osobe ubrajaju u poginule u prometu – da li poginuli na mjestu prometne nesreće ili i preminuli u određenom razdoblju nakon prometne nesreće - broj poginulih osoba na sto tisuća stanovnika pokazao se pouzdanim mjerilom stupnja sigurnosti prometa na cestama. Danas je taj broj smanjen na 8,6 poginulih na sto tisuća stanovnika. Samo u najrazvijenijim europskim zemljama, koje najviše ulažu u sigurnost cestovnog prometa, danas se ta stopa kreće oko četiri poginula na sto tisuća stanovnika. [4] Kad će sigurnost prometa na hrvatskim cestama dosegnuti tu razinu, ovisit će o naporu cjelokupnog društva, ulaganju u povećanje sigurnosti cestovnog prometa te osobito o razvitku prometne kulture svih sudionika u prometu.

3. Analiza planova mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa (EU)

Sigurnost cestovnog prometa odnosi se na postupke, mjere i metode koje se koriste u svrhu smanjenja rizika za sudionike cestovnog prometa. Cestovni promet najčešće je korišten oblik putovanja, ali i primarni uzrok nesreća. Europska komisija aktivna je u promicanju pravila, tehničkih standarda i kampanjama za podizanje svijesti u cilju smanjenja broja smrtnih slučajeva uzrokovanih prometnim nesrećama na cestama. Sigurnost i zaštita primarni su interesi svakog prometnog sustava. Sudionici u prometu očekuju da će biti sigurni u prometnom okruženju kojim se koriste. Jedna od uloga Europske komisije je omogućiti, i na neki način odgovoriti, na očekivanja sudionika u prometu, te osigurati odgovarajuće i zadovoljavajuće standarde u cijeloj Europskoj uniji vezane za sigurnost i zaštitu u svim oblicima prijevoza. [5]

Europska komisija je 2010. godine usvojila ambiciozan program za cestovnu sigurnost kojem je cilj smanjenje smrtno stradalih na cestama u Europi za 50 %, odnosno prepoloviti broj smrtno stradalih na pola u razdoblju od 2010. godine do 2020. godine. [6] Program navodi razne inicijative na europskoj i nacionalnoj razini s fokusom na poboljšanje sigurnosti u vozilima, poboljšanje cestovne infrastrukture s naglaskom na cestovnu sigurnost, te na ponašanje sudionika u prometu.

3.1. iRAP/EuroRAP

Road Assessment Programmes, odnosno RAP, je projekt koji je trenutačno aktivan u više od 70 država diljem svijeta pokrivajući Europu, Aziju, Sjevernu i Južnu Ameriku, Pacifik, Latinsku Ameriku, Karibe i Afriku, a bazira se na prometnoj infrastrukturi kao čimbeniku koji utječe na sigurnost u prometu.

International Road Assessment Programmes, odnosno iRAP, osnovan je kako bi se "uhvatili u koštac" sa razornim socijalnim i ekonomskim gubitkom uzrokovanim cestovnim nesrećama. Ukoliko se ne počne djelovati, predviđa se da bi se u svijetu do 2030. godine, broj smrtnih slučajeva uzrokovanih prometnim nesrećama mogao povećati na oko 2,4 milijuna godišnje. Također, predviđa se, da će se do 2030. godine većina smrtnih slučajeva pojaviti u zemljama s niskim i srednjim dohotkom, koje već imaju velik broj smrtnih slučajeva uzrokovanih prometnim nesrećama. Gotovo polovica poginulih čini najranjivije sudionike u prometu - motocikliste, bicikliste i pješake.

Iako prethodno navedeno predstavlja veliki problem, poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa nije nepremostiv izazov; potrebna istraživanja, tehnologija i stručnost za spašavanje života već postoje. Inženjerstvo povezano sa sigurnosti u cestovnom prometu daje izravan doprinos u smanjenju broja ozlijeđenih i smrtno stradalih uzrokovanih prometnim nesrećama.

Dobro isprojektirana raskrižja, okruženje prometnice i odgovarajući presjeci prometnica mogu značajno smanjiti rizik prometnih nesreća, kao i jačinu sudara ukoliko do njega dođe. Pješački prijelazi, te biciklističke i pješačke staze mogu značajno smanjiti rizik stradanja najugroženije skupine sudionika u prometu (biciklisti i pješaci), ukoliko se izdvoji od motoriziranog prometa. Staze za motocikliste mogu reducirati rizik stradavanja motociklista. [7]

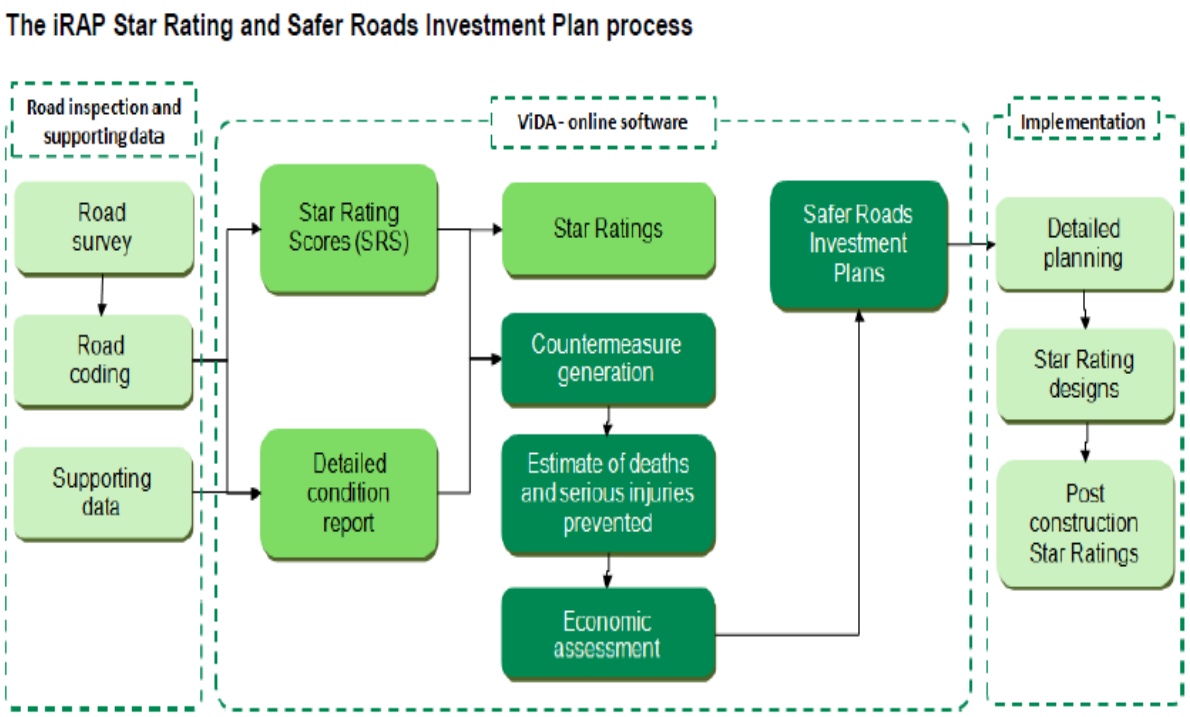
U sklopu iRAP-a razvijena su četiri globalno dosljedna protokola za procjenu i poboljšanje sigurnosti cesta. Razvijeni iRAP protokoli su: izmjera i kartiranje prometnice (Risk Mapping), obrada podataka, izračun ocjena, investicijski planovi. (Slika 2)



Slika 2 Protokoli za poboljšanje sigurnosti cesta

Prilikom izmjere i kartriranja prometnica izrađuju se karte rizika u kojima se koriste detaljni podatke o prometnim nesrećama kako bi se prikazao stvarni broj ozljeđenih i smrtno stradalih na cestovnoj mreži. Praćenje učinka koristi podatke te omogućuje korištenje karte rizika i ocjenjivanja kako bi se pratile performanse sigurnosti cestovnog prometa i uspostavili politički stavovi. Ocjenjivanje (zvjezdicama) pruža jednostavnu i objektivnu mjeru razine sigurnosti za koju je cesta projektirana. Investicijski planovi sigurnijih cesta prikazuju otprilike 90 dokazanih mogućnosti poboljšanja koje generiraju pristupačne i ekonomski jake infrastrukturne mogućnosti za spašavanje života. [8, 9]

Slika 3. prikazuje proces koji se koristi za poduzimanje protokola kod ocjenjivanja i investicijskih planova sigurnijih cesta. Ti protokoli mogu se koristiti kao dio sustavnog, proaktivnog pristupa procjene rizika cestovne infrastrukture i obnove na temelju istraživanja u kojom će se vjerojatno dogoditi ozbiljne nesreće, te kako ih spriječiti.



Slika 3 Proces korišten kod ocjenjivanja i investicijskih planova sigurnijih cesta (iRAP)

Izvor: http://www.irap.net/en/about-irap-3/methodology

Ocjenjivanje uključuje pregled atributa cestovne infrastrukture za koje je poznato da utječu na vjerojatnost nastanka prometne nesreće i njegovu težinu. Dodjeljuju se od jedne do pet zvjezdica ovisno o razini sigurnosti koja je "ugrađena" u cestu. Najsigurnije prometnice (četiri i pet zvjezdica) imaju atribute sigurnosti prometnice koji su prikladni za prevladavajuće prometne brzine. [10] Atributi infrastrukture prometnice na sigurnoj prometnici mogu uključivati odvajanje različitih vidova prometa širokim medijanom ili barijerom, dobrom linijom vodiljom, pravilnim projektiranjem, širokim prometnim trakovima i asfaltiranom bankinom, okolišem oko prometnice očišćenim od nezaštićenih opasnosti poput stupova, te dobra mjera za zaštitu biciklista i pješaka, kao što su pješačke i biciklističke staze, te pješački prijelazi.

Najmanje sigurne prometnice (jedna ili dvije zvjezdice) nemaju atribute sigurnosti prometnice koji su prikladni za prevladavajuće prometne brzine. To su često prometnice s jednim trakom po smjeru, čestim krivinama i raskrižjima, uskim trakovima, nezaštićenom bankinom, lošom horizontalnom i vertikalnom signalizacijom, te nezaštićenim opasnostima u okolišu prometnice (npr. drveća, stupovi itd.). Na takvim prometnicama često su pješaci i biciklisti neadekvatno smješteni na prometnim površinama, te nemaju mogućnost korištenja nogostupa, biciklističkih staza i pješačkih prijelaza.

EuroRAP, punim nazivom *The European Road Assessment Programme,* je međunarodna neprofitna udruga koja je osnovana 1999. godine a registrirana 2002. godine u Bruxellesu u Belgiji. Članovi koji su formirali EuroRAP su nacionalni autoklubovi zemalja članica, udruge vozača, različite organizacije, i institucije koje upravljaju cestovnom prometnom infrastrukturom kako bi zajednički unaprijedili sigurnost prometa na europskim cestama te stručnjaci izabrani zbog posebnih doprinosa u polju sigurnosti prometa. EuroRAP trenutačno okuplja pedesetak članova iz 30 zemalja te čini dio globalne organizacije iRAP koja djeluje na svim kontinentima izuzev Antartika.

EuroRAP-a zastupa i promiče novi pristup podijeljene odgovornosti za smanjivanje broja nesreća s najtežim posljedicama između ceste, vozila i vozača a ne umjesto dosadašnjeg mišljenja o utjecaju i odgovornosti samo vozača za nastanak prometne nesreće te posljedičnog opsega stradavanja. EuroRAP ima inovativni pristup problemu sagledavanja prometnih nesreća koji zastupa ideju da vozač ima pravo na pogrešku, a da je struka ta koja mora svojim znanjem i praksom učiniti sve da se posljedice tih nesreća ublaže.

Ciljevi EuroRAP projekta su:

- smanjenje smrtno stradalih i teško ozlijeđenih osoba na europskim cestama kroz program sustavnog ispitivanja rizika koji identificira glavne sigurnosne nedostatke na cestama koji mogu biti riješeni pomoću primjene praktičnih mjera za poboljšanje ceste,
- glavni dio metode poboljšanja ceste je osigurati procjenu rizika te ceste, zaštitu od posljedica nesreće i uvođenje standarda kod upravljanja cestom
- identificirati i sanirati glavne sigurnosne nedostatke cestovne infrastrukture
- uspostaviti partnerstvo i bolju suradnju između odgovornih za sigurnost u cestovnom prometu, vozačkih udruga, proizvođača automobila i nadležnih tijela odgovornih za ceste.

Cilj EuroRAP-a je pomoći u sprječavanju cestovnih prometnih nesreća, te omogućiti da one nesreće koje se i dogode imaju visoki postotak preživljavanja. Iako je vrlo mala vjerojatnost da će apsolutna sigurnost na cestama biti postignuta, cestovne nesreće sa smrtno stradalima koje se ponavljaju na istim dijelovima dionica ne smiju se tolerirati.

Kako se do nedavno smatralo da je za svaku nesreću kriv ljudski faktor, politika sigurnosti cestovnog prometa bila je usmjerena samo na vozače i kako ispraviti njihove pogreške. Zaštita od ljudske pogreške prihvaćena je sa velikom pažnjom u području željezničkog i zračnog prometa, dok nažalost to nije slučaj u cestovnom prometu.

EuroRAP model za smanjivanje broja smrtno stradalih i teško ozlijeđenih u cestovnom prometu usko je povezan sa Švedskim "*Vision Zero*" i Nizozemskim "*self-explaning road*" modelom. Temelji se na cestama i vozilima koji svojim dizajnom omogućuju da ,kada se dogodi nesreća, cesta i vozilo omogućuju zajedničku suradnju u ublažavanju posljedica nesreće.

EuroRAP omogućuje ista četiri protokola za mjerenje i komunikaciju za sigurnost cestovnog prometa kao i kod iRAP-a koji se mogu primijeniti za svaku zemlju.

3.1.1. Izmjera i kartiranje prometnice (*Risk Mapping*)

EuroRAP karta rizika objektivno prikazuje gdje se na cestovnoj mreži događaju nesreće sa teškim ozljedama ili smrtnim stradavanjem i gdje su područja najvećeg rizika za nesreće. Karte obuhvaćaju kombinirani rizik koji proizlazi iz interakcije korisnika i vozila koji koriste cestovnu mrežu te cestovne infrastrukture i okoliša. Trošak redovitog saniranja i nadogradnje sigurnosnih elemenata dužinom cijele dionice poznatog područja visokog rizika je često manji nego cjelokupni trošak saniranja nakon prometne nesreće.

Budući da se velika većina prometnih nesreća događa izvan centra velikih gradova i mjesta izrade karta rizika usredotočuje se na ruralna područja. Izmjera i kartiranje cesta prvo se izvode na cestama veće razine kao što su autoceste na kojima su podaci uglavnom već dostupni. Prioritet izmjere, snimanja i kartiranja daje se onim cestama sa povećanim brojem nesreća sa teško ozlijeđenim i smrtno stradalim sudionicima cestovne mreže.

3.1.2. Obrada podataka

Prilikom obrade podataka koriste se podatci iz karte rizika kako bi se moglo vidjeti mijenjanje stanje rizika tijekom vremena na cijeloj cesti ili samo na pojedinim dionicama. To je ujedno i način mjerenja uspjeha i rezultata ulaganja u elemente cestovne sigurnosti. Podatcima je moguće prikazati ne samo dizajn, izgled i vrstu ceste, nego i tip korisnika ceste, njihovo ponašanje i najčešće tipove prometnih nesreća na prometnicama. Tijekom posljednjih godina nacionalni programi EuroRAP-a proširili su svoju analizu da uključuje i karakteristike ceste za različite tipove korisnika, misleći se time najviše za motocikle, s obzirom na veći potencijalni rizik od ozljede vozača motocikala prilikom prometne nesreće. Procjena prema podatcima koja uključuje različite tipove korisnika ceste na taj način može služiti kao poticanje rasprave o potrebnim sigurnosnim mjerama koje bi štitile vozače motora na visoko rizičnim prometnicama. Prikupljenim podatcima također se mogu dodavati podatci prikupljeni iz drugih izvora kako bi konačni skup podataka bio kompatibilan za obradu te ocjenjivanje prometnica.

3.1.3. Izračun ocjene rizika

Ocjene rizika temelje se na prikupljenim podacima tijekom inspekcija prometnica i osiguravaju jednostavnu ili objektivnu razinu sigurnosti na cestama za vozače, putnike, motocikliste, pješake i bicikliste. Pet zvjezdica (zelena boja) označava najsigurniju razinu ceste,

dok jedna zvjezdica (crna boja) označava cestu visokog rizika koja je najmanje sigurna. Ocjenjivanje rizika na cestama može se izvršiti i bez pozivanja na podatke o prometnim nesrećama.

Tablica 1 Ocjenjivanje rizika

Star Rating	Star Rating Score				
	Vehicle occupants and motorcyclists	Bicyclists	Pedestrians		
			Total	Along	Crossing
5	0 to < 2.5	0 to < 5	0 to < 5	0 to < 0.2	0 to < 4.8
4	2.5 to < 5	5 to < 10	5 to < 15	0.2 to < 1	4.8 to < 14
3	5 to < 12.5	10 to < 30	15 to < 40	1 to < 7.5	14 to < 32.5
2	12.5 to < 22.5	30 to < 60	40 to < 90	7.5 to < 15	32.5 to < 75
1	22.5 +	60+	90 +	15 +	75 +

Izvor: iRap Methodology Fact Sheet #7, Star Rating bands

Koristeći posebno opremljena vozila, softvere za obradu videa i ljude koji su obučeni za kodiranje, EuroRAP inspekcija se fokusira na više od 50 različitih cestovnih atributa koji su poznati da utječu na vjerojatnost događaja prometne nesreće i posljedica te nesreće. Ti atributi uključuju raskrižja, oznake na kolniku, opasnosti izvan kolnika, pješačke i biciklističke staze. Metodologija ocjenjivanja zvjezdicama može se koristiti na više različitih tipova cesta ili cestovnih mreža te omogućuje usporedbu tipova ceste na istoj osnovi.

3.1.4. Investicijski planovi

Investicijski planovi sigurnijih cesta (SRIP) su prioritetni popisi protumjera koje mogu ekonomično poboljšati ocjenjivanje i smanjiti rizike vezane za infrastrukturu. Planovi se temelje na ekonomskoj analizi niza protumjera, koja se provodi usporedbom troškova provedbe protumjera sa smanjenjem troškova uzrokovanih prometnim nesrećama, koji će proizaći iz njegove provedbe. Investicijski planovi sadrže detaljne informacije za planiranje i inženjering, kao što su evidencije atributa ceste, protumjere prijedloga i gospodarske procjene za 100 metara segmenata cestovne mreže.

3.2. PIARC

Svjetska cestarska organizacija nastala je pod nazivom PIARC, odnosno *Permanent International Association of Road Congresses,* 29. travnja 1909. godine u Francuskoj, sedam

mjeseci nakon Prvog međunarodnog cestarskog kongresa održanog u Parizu. Iako je u to vrijeme u centru pozornosti bilo projektiranje cesta pogodno za motorna vozila, danas je ključno pitanje povezano s ekološki prihvatljivom i održivom mobilnosti za sve sudionike u prometu. Klimatske promjene, koje naizgled uzrokuju sve češće prirodne katastrofe, podsjećaju na potrebu prikupljanja i dijeljenja kolektivnih istraživanja, znanja i iskustva, za što se ova Udruga zalaže.

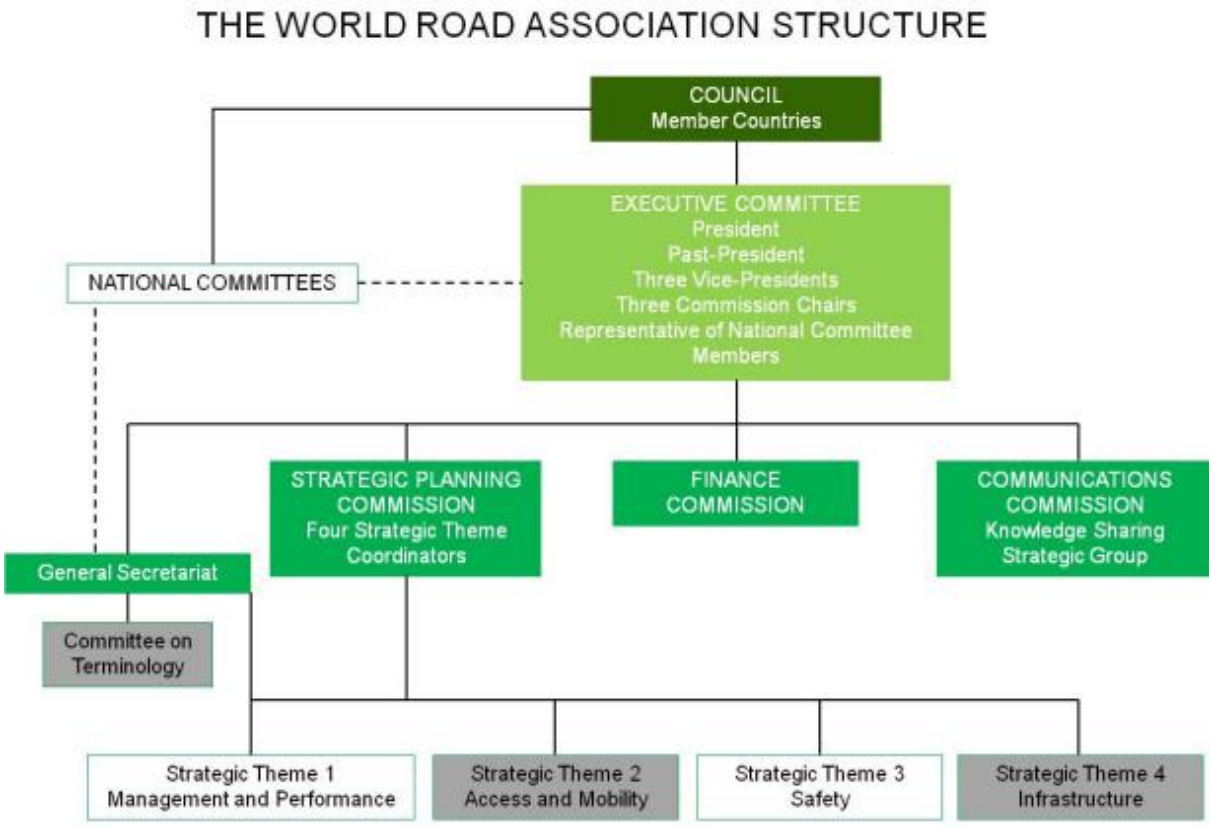
Svjetska cestarska organizacija priznata je od slijedećih klasa članova :

- pojedine nacionalne vlade,
- regionalne vlasti (predstavnici prvog upravnog sloja ispod nacionalne vlade),
- pojedini članovi,
- počasni članovi.

Do 2014. godine Udruzi se priključilo 122 članova pojedinačnih nacionalnih vlada iz cijelog svijeta, a u koje spada i Republika Hrvatska. Dvije trećine članova su države u razvoju, te države u tranziciji. Broji se preko 2.000 drugih članova, od kojih su polovica pojedini članovi.

Upravitelji cesta diljem svijeta u potrazi su za rješavanjem navedenih pitanja na najvišim razinama upravljanja i politike. Svjetska cestarska udruga sudjeluje u nastojanju kroz rad svojih tehničkih odbora sastavljenih od stručnjaka koje imenuju vlade članica država. Aktivnosti provedene na međunarodnoj razini ponavljaju se i dopunjuju akcijama na nacionalnim razinama: uključuje sastanke, seminare, aktivnosti izvan djelovanja na cestarsku zajednicu kroz nacionalne odbore, te promocija djelovanja mladim profesionalcima kako bi osigurali njihovu uključenost u budućnosti. Navedeni principi sažeti su u Strateškom planu 2008.-2011.

U Strateškom planu 2012.-2015. navedeno je kako će Udruga imati namjenska povjerenstva: Povjerenstvo za financije, Povjerenstvo za strateško planiranje, te Povjerenstvo za komunikacije. Zadaci Povjerenstva za komunikacije jesu osigurati da postupci Udruge budu usklađeni i usredotočeni na potrebe svih svojih članova. Njihova misija, također, je unaprijediti, promicati i prenositi rezultate rada tehničkih odbora. Povjerenstvo za komunikacije uključuje radnu skupinu za razmjenu znanja kako bi se postavile odrednice za djelovanje Udruge na taj strateški aspekt, koji se nalazi u središtu djelovanja. Povjerenstvo za strateško planiranje zaduženo je za nadzor provedbe Strateškog plana, kao i pripremu nadolazećih kongresa Udruge, te donošenje novog Strateškog plana.



Slika 4 Struktura Svjetske cestarske udruge

Izvor: World Road Association Strategic Plan 2012-2015, PIARC, 2012.

Tehnički odbori, njih 17, zaduženo je za aktualna pitanja vezana za ceste i prometne sustave. Strukturirani su u četiri strateške teme, a podijeljeni su na: upravljanje i izvedbu, pristupačnost i mobilnost, sigurnost, te infrastrukturu. Svjetska cestarska organizacija, kroz koordinirane akcije nekoliko tehničkih odbora, pridonosi Desetljeću akcije za postizanje razine sigurnosti cestovnog prometa, proglašenom od Ujedinjenih naroda.

Strateški plan predstavlja odlučnost Svjetske cestarske organizacije da ostane vodeći međunarodni forum za raspravu i razmjenu u području prometa, što je postignuto u posljednjih stotinu godina. Udruga se zalaže za to da dopire do međunarodnih organizacija koje se bave cestama i prometom, a čije aktivnosti su komplementarne, kako bi unaprijedili sustav u cjelini.

3.3. EK (RSA/RSIA)

U Bijeloj knjizi od dana 12. rujna 2001 pod naslovom "Europska prometna politika za godinu 2010: Vrijeme donošenja odluka", Europska komisija izrazila je potrebu za izradom ocjene utjecaja na sigurnost u prometu za cestovne infrastrukturne projekte u fazi planiranja i reviziju sigurnosti dionica cesta s visokom koncentracijom prometnih nesreća. U istoj Bijeloj knjizi o europskoj prometnoj politici, komisija je postavila cilj smanjenja broja smrtnih žrtava na cestama za 50% do 2020. godine.

Različite studije o uzrocima nastanka prometnih nesreća u cijelom svijetu pokazuju da su vozači najznačajniji čimbenik uzroka prometnih nesreća, a slijedi čimbenik stanja cesta. To vrijedi i za stanje u urbanim i ruralnim sredinama, za sve vrste žrtava. Način na koji cesta utječe na korisnika ima odlučujuće značenje. Prometne nesreće nastaju kada korisnici nemaju kontrolu nad situacijama u cestovnom prostoru. Iako su tome često uzrok nepažnja ili pogreške, na njihovu sposobnost nadzora u situacijama u prometu mogu, pozitivno ili negativno, utjecati osnovni čimbenici projektiranja, prometni znakovi, horizontalne oznake, a i druge informacije i upozorenja.

Revizija cestovne sigurnosti (RSA- *Road Safety Audit*) neovisna je, detaljna, sustavna, tehnička analiza sigurnosti koja se odnosi na projektirane karakteristike elemenata cestovne infrastrukture, te koja pokriva sve faze od planiranja do početnog upravljanja prometnicom. Revizija cestovne sigurnosti treba biti sastavni dio procesa projektiranja infrastrukturnog projekta u fazi idejnog projekta, glavnog projekta, prije puštanja u promet, i u početnom razdoblju upravljanja prometnicom. Revizija mora ravnopravno uzimati u obzir sve vrste sudionika u prometu. To znači da revizor mora uzimati u obzir pješake, bicikliste, motocikliste, osobe s invaliditetom, djecu, starije sudionike u prometu, kao i vozače svih vrsta motornih vozila te putnika u njima.

Revizija cestovne sigurnosti ne smije biti samo jednostavna provjera upotrebe prometnih propisa ili normi koje vrijede za autoceste ili druge ceste za koje se revizija izvodi ili provjera da li objekt izveden u skladu s projektnom dokumentacijom. Na nastanak prometnih nesreća, naime, nikada ne utječe samo jedan čimbenik. Revizor cestovne sigurnosti mora upotrijebiti svoja znanja s područja prometne sigurnosti na način da si postavi pitanje "Kako će svi korisnici ceste u svakom trenutku i u svim uvjetima nadzirati cestovni prostor?", prepozna sigurnosne probleme i predloži mjere za minimiziranje mogućnosti nastanka prometnih nesreća i njihovih posljedica u budućnosti.

Provedbom revizijskog postupka pokušavaju se utvrditi potencijalni problemi koji bi mogli nastati na području sigurnosti u cestovnom prometu. Za utvrđene probleme predlažu se mjere s ciljem njihovog smanjenja ili potpune eliminacije. Značajno je da se revizija cestovne sigurnosti provodi neovisno o upravitelju ceste, investitoru projekta i projektantskoj tvrtki koja

je izradila projektnu dokumentaciju, te o tvrtki koja ju je recenzirala ili revidirala. Na taj način se osigurava da na tim za izradu revizijskog postupka ne utječe poznavanje projekta.

Glavni cilj revizije cestovne sigurnosti je prometno osigurati ceste za sve sudionike u prometu u najvećoj mogućoj mjeri. To znači da je prometnu sigurnost potrebno uzimati u obzir tijekom cijelog postupka izrade projektne dokumentacije i izvedbe bilo kojeg projekta.

Drugi, specifični ciljevi su:

- minimizirati broj i posljedice prometnih nesreća koje će se unatoč svemu ipak događati na novoizgrađenim ili rekonstruiranim cestama,
- eliminirati mogućnost da projektno rješenje uzrokuje nesreće na nekom drugom dijelu cestovne mreže, za koji predviđena gradnja utječe promjenom prometnih tokova, količine ili strukture prometa,
- omogućiti da svi korisnici novih ili rekonstruiranih cesta znaju kako ih sigurno koristiti.

Revizija cestovne sigurnosti definirana je kao formalno ispitivanje sigurnosne performanse postojeće ili buduće ceste ili raskrižja od strane neovisnog i multidisciplinarnog tima. U sklopu revizije kvalitativno se procjenjuje, te se podnose izvješća o potencijalnim sigurnosnim problemima ceste, te se identificiraju mogućnosti za poboljšanje sigurnosti za sve sudionike u prometu.

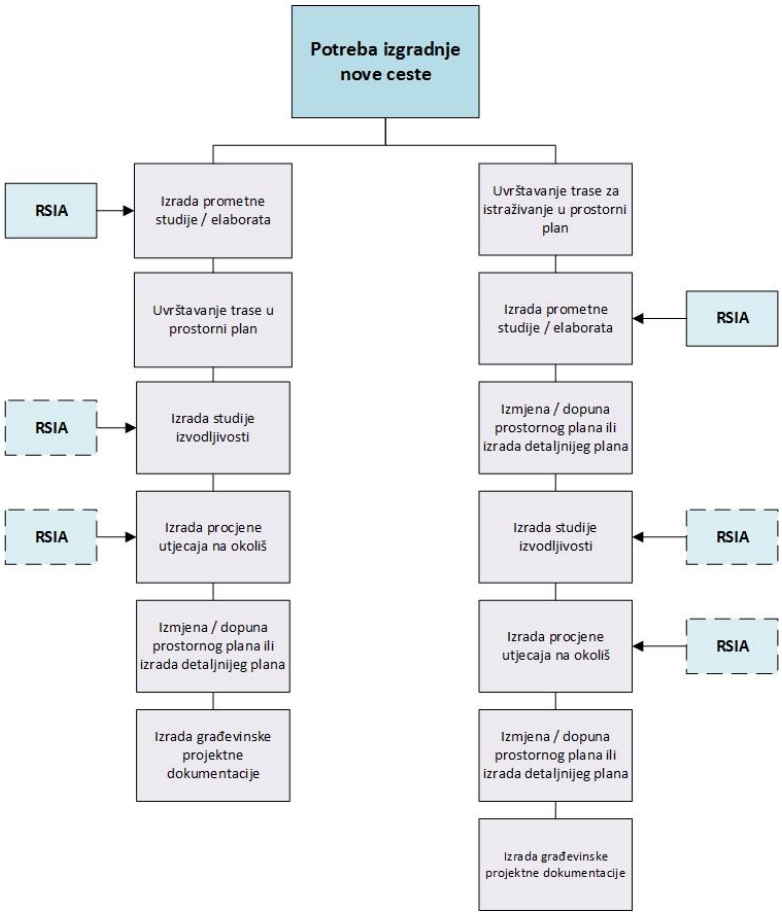
Ideja o Reviziji cestovne sigurnosti započeta je u Velikoj Britaniji početkom 80-ih godina prošlog stoljeća. Postupci Revizije cestovne sigurnosti počeli su se izvoditi kada su stručnjaci s područja prometne sigurnosti ustanovili da često otklanjaju pogreške na relativno novim prometnicama. U duhu načela, da je "bolje spriječiti nego liječiti" odlučili su iskoristiti svoja iskustva iz područja prometne sigurnosti, koja su stekli prilikom otklanjanja uzroka za nastanak prometnih nesreća, i takve elemente uključiti u nove projekte izgradnje i rekonstrukcije cesta. Ministarstvo za promet Velike Britanije, 1991. godine, uvelo je obavezu izrade Revizije za sve autoceste i glavne ceste. Prva smjernica za Reviziju cestovne sigurnosti izrađena je 1996. godine, a sugerirala je izvedbu revizije za sve projekte ukoliko je moguće, u okviru raspoloživih financijskih sredstava. Njihova najnovija smjernica za RSA izrađena u listopadu 2008. godine objavljena je na Institutu za autoceste i transport. Ubrzo su se primjeru Velike Britanije pridružile i druge europske države (Danska, Nizozemska, Njemačka, Švedska, Norveška i Francuska). Postupak RSA je danas uobičajen širom cijeloga svijeta (Australia, Novi Zeland, Kanada, Island, SAD, Južna Afrika, neke države jugoistočne Azije, itd.), gdje imaju dobro razvijene sisteme i postupke. Svjetska banka i Svjetska zdravstvena organizacija aktivno potiču reviziju sigurnosti u prometu kao dio nacionalnih politika za sigurnost u prometu.

Revizije cestovne sigurnosti razlikuju se od konvencionalnih prometnih studija sigurnosti na dva ključna načina: revizija cestovne sigurnosti često su proaktivne istrage, a ne

reaktivna istraživanja lokacija s anamnezom pritužbi ili lošim sigurnosnim karakteristikama, a istražni tim neovisan je od projektanata cesta i održavatelja cestovne infrastrukture.

Smjernica za izradu procjene utjecaja ceste na sigurnost prometa (RSIA - *Road Safety Impact Assessment*) postupka definira sve postupke koje treba provesti te metodologiju koju je potrebno primijeniti, da bi se mogla provesti kvantitativna ocjena utjecaja kojeg nova cesta ili rekonstrukcija postojeće ceste ima na razinu prometne sigurnosti cestovne mreže. Procjena utjecaja ceste na sigurnost prometa sadrži vrednovanje i međusobnu usporedbu razine prometne sigurnosti različitih varijantnih rješenja, te pruža relevantne informacije nužne za izradu *cost-benefit* analize, odnosno studije izvodljivosti.

Prije pristupanja izradi procjene utjecaja ceste na sigurnost prometa preporučuje se provjera potrebe za izvođenjem tog postupka. Za utvrđivanje potrebe izrade potrebno je poštivati sljedeća pravila: izrada ocjene nije potrebna, ako se zbog nove izgradnje nove dionice ne očekuje preraspodjela prometnog opterećenja između pojedinih kategorija cesta veća od 10%, te u slučaju, kada se prometno opterećenje preraspodjeli za više od 10%, izrada procjene je potrebna za projekte na TEN mreži, a na ostaloj mreži samo ako je duljina novogradnje dulja od 5 km.



Slika 5 Procjena utjecaja ceste na sigurnost prometa

Rezultat revizijskog postupka službeno je izvješće koje definira moguće greške i nedostatke sa stajališta prometne sigurnosti i preporuke za eliminaciju tih grešaka ili preporuke za smanjenje utjecaja tih grešaka i nedostataka na prometnu sigurnost. Izvještaj o provedenom revizijskom postupku mora sadržavati sljedeće elemente: uvodna obrazloženja, ustanovljene nedostatke i preporuke, izjavu revizora, te priloge.

Za učinkovito provođenje RSA postupka, velik broj važnih podataka moguće je dobiti proučavanjem uzoraka prometnih nesreća na različitim vrstama cesta. Zadnjih desetljeća je u svijetu provedeno niz znanstvenih istraživanja iz područja sigurnosti cestovnog prometa. Rezultati tih istraživanja bili su objavljeni i upotrebljavani kao osnova za bolje standarde projektiranja te kao smjernica za poboljšanje sigurnosti u prometu. Znanstvena istraživanja mogu ujedno biti i izvor informacija o mogućim rješenjima koja negativno utječu na prometnu sigurnost, i o mogućim dobrim rješenjima, iako takva rješenja još nisu uvedena u važeće propise, standarde i tehničke specifikacije.

3.4. Ostali

U navedem potpoglavlju navedene su mjere, odnosno programi, provedeni u Europskoj uniji vezano za povećanje cestovne sigurnosti. Programi navode razne inicijative na nacionalnoj i europskoj razini s fokusom na poboljšanje sigurnosti u vozilima, poboljšanje cestovne infrastrukture, te sudionike u prometu.

3.4.1. SENSoR projekt (*South East Neighbourhood Safe Routes*)

Projekt SENSoR pokrenut je u rujnu 2012.g. te gradi jedinstvenu suradnju između auto klubova, zakonodavnih vlasti i institucija. Sufinanciran strane Transnacionalnog programa Jugoistočne Europe (SEE) i Europske komisije, ovaj dvogodišnji projekt okupio je 14 zemalja: Grčku, Slovačku, Mađarsku, Sloveniju, Moldaviju, Srbiju, Makedoniju, Bosnu i Hercegovinu, Hrvatsku, Albaniju, Crnu Goru, Bugarsku, Rumunjsku i Ukrajinu.

Osnovni cilj navedenog projekta izgraditi je sigurniju mrežu cesta u regiji jugoistočne Europe na skoro 16.000 km cesta kroz izradu mape rizika koje pokazuju gdje je rizik nastanka nesreće velik, snimanje inspekciju karakteristika cesta s ciljem utvrđivanja razloga nastanka rizika i plana investiranja u sigurnije ceste, te utvrđivanja gdje i kako najbolje investirati i tako smanjiti broj stradalih u nesrećama.

Ispitivanje cestovne mreže i obrada dobivenih podataka dovode do inženjerskih protumjera i rješenja koje bi trebale biti implementirane od strane zakonodavnih vlasti u cilju poboljšanja stanja sigurnosti cestovnog prometa na ispitanim cestama ili dionicama ceste. Investicijski plan predstavlja sve protumjere koje mogu omogućiti veći sigurnosni kapacitet i povećaju korist u odnosu na trošak planiranih investicija.

3.4.2. *Ranking for European Road Safety* (RANKERS)

Projekt RANKERS je Europska inicijativa za istraživanje u području sigurnosti cestovnog inženjerstva. Opći cilj projekta je razviti znanstveno istraživačke smjernice o sigurnosti cestovne infrastrukture koje bi omogućile donosiocima odluka optimalno donošenje odluka u promicanju sigurnijih cesta i smanjenju opasnih dionica ceste. Predložena sigurnosna analiza pokušava uvrstiti sve vrste postojećih prometnica (autocesta, ruralna područja i urbane ceste), integrirati ljudsko ponašanje i tehnologiju vozila radi sprječavanja odnosno ublažavanja prometnih nesreća. Nedostaci ceste i njene postojeće infrastrukture analizirani su pomoću cestovne inspekcije, video snimanja, cestovnih elemenata i analiza drugih komplementarnih podataka. Cestovna infrastruktura je analizirana prema šest različitih segmenata:

- položaj ceste: širina ceste i ruba, radijus zakrivljenosti ceste, vidljivost i uzdužna duljina prijelazne krivulje,
- cestovni pristupi: broj čvorišta i pristupa prisutna u dijelu cestovne infrastrukture,
- pretjecanje: povezanost između vertikalne i horizontalne signalizacije za pretjecanje i pogodna vidljivost,
- pomoćne ceste: geometrija ceste, pristupačnost preprekama i mogućnost pristupa radi sigurnosti,
- stanje kolnika: ocjena stanja kolnika i prijelazne krivulje i zavoja,
- plan ceste: odnos između zakrivljenosti uzastopnih sekcija i percepcije koju vozač dobije, uključujući znakove i poruke koje su vidljive vozaču.

Dobiveni podatak je indeks sigurnost cestovnog prometa koji se može koristiti za procjenu i nadzor sigurnosti na cestama. Indeks se temelji na objektivnim, mjerljivih parametara koji pomažu tijekom ocjenjivanja rada sigurnosti na cestama ili dionicama ceste. Nadalje rangiranje mjera se razvija na temelju njihove koristi i troškova učinkovitosti koji omogućuje krajnjem korisniku da odabere najprikladnije rješenje za provedbu. Inovacija projekta počiva na kombiniranoj analizi ljudskog faktora i ponašanja vozila. Analiza nije ograničena samo na nesreće i ublažavanju posljedica prometne nesreće, ona također uključuje i prethodne događaje koji su doveli do nesreća.

3.4.3. IASP - Identifikacija opasnih mjesta i rangiranje mjera za povećanje cestovne sigurnosti

Projekt IASP (Identification of Hazard Location and Ranking of Measures to Improve Safety) je razvijen od strane Sveučilišta u Catania, Italija, te je odobren i sufinanciran od strane Europske komisije. U okviru projekta IASP metodološki pristup je razvijen za procjenu

sigurnosti ruralnih cesta s dvije trake gdje je količina prometa znatno manja. Ovaj pristup koristi analitičke postupke, koji se odnose na usklađivanje konzistentnosti modela, i sigurnosni pregled cesta.

U okviru ovog projekta je izračunat indeks sigurnosti SI. On mjeri relativnu sigurnost dionice ceste IASP (2003.). Indeks sadrži tri komponente rizika: izloženost sudionika u prometu opasnostima, broj vozila koji bi bili uključeni u nesreću i posljedice koje bi se dogodile nakon nesreće. Matematički formula je sljedeća:

SI = faktor izloženosti x učestalost nesreće x ozbiljnost nesreće.

Faktor ozbiljnosti nesreća se sastoji od dva elementa: brzinu i opasnost na cesti kao na primjer stabla, nasipi, odroni, komunalije i slično. U to se uključuju mjereni podatci o sigurnosti cestovnih elemenata koji imaju svoju težinu (nasipi imaju relativnu težinu 3, mostovi 5, jarci 1,itd.). Inspekcijski nadzora sigurnosti cestovnog prometa i procjene sigurnosti cesta uključene su u faktor učestalosti nesreća.

4. Analiza planova održavanja cestovne infrastrukture u RH

Prvi dugoročni razvojni dokument prometnog sustava Republike Hrvatske u kojem su jasno utvrđeni ciljevi prometnog razvitka donesen je 1999. godine pod nazivom Strategija prometnog razvitka Republike Hrvatske. Od donošenja Strategije prometnog razvitka Vlada Republike Hrvatske usvojila je tri četverogodišnja Programa građenja i održavanja javnih cesta. U vrijeme kada je Republika Hrvatska bila pristupna članica za Europsku uniju, uloženi su veliki napori i značajna financijska sredstva u rješavanje prometnih problema, te izgradnju i održavanje cestovne infrastrukture kako bi istu približila razini koja odgovara standardima Europske unije.

Strategijom utvrđeni ciljevi razvitka javnih cesta većinom su realizirani, osim u području redovitog održavanja cesta, koje nije na dovoljno visokoj razini zbog čega je današnje stanje javnih cesta na granici prihvatljivog. Razlog tome je prevelika izgradnja novih cesta i dionica, što je uzrokovalo smanjenje sredstava za održavanje, te bi u predstojećem razdoblju trebalo imati prioritet.

Na razini dostignutog stupnja razvoja osnovne cestovne mreže, posebno autocesta, nameće se potreba prioritetnog sagledavanja i očuvanja nacionalnog bogatstva sadržanog u dosad izgrađenoj mreži cesta. To prvenstveno znači osiguranje primjerenog standarda održavanja koji će zadovoljiti zahtjeve postojećeg cestovnog prometa u pogledu sigurnosti, brzine, udobnosti, zaštite okoliša i očuvanju cestovne infrastrukture. Znanost i struka moraju prednjačiti u izradi prijedloga, te trebaju donositeljima odluka pružiti stručnu i realnu podlogu za donošenje racionalnih dugoročnih i kratkoročnih operativnih odluka. Republika Hrvatska danas raspolaže dovoljnim iskustvom i stručnim potencijalom da može odgovoriti svim navedenim zahtjevima.

Od uprava za ceste, odgovornih za gospodarenje izuzetno vrijednom cestovnom infrastrukturom, očekuje se da ulažu sredstva u održavanje cesta na način kojim se postiže maksimalna korist za korisnike cesta i zajednicu. Suvremeni sustavi gospodarenja cestama trebaju pomagati upravama u postizanju te zadaće uz zadovoljavajući stupanj efikasnosti i efektivnosti. Radi unaprjeđenja sustava gospodarenja i održavanja cesta potrebno je analizirati mogućnosti primjene matematičkih modela za optimizaciju postojećih procesa održavanja. Optimizacijom procesa može se postići povećana efektivnost u provođenju radova tijekom redovnog i izvanrednog održavanja, kao i ostvariti značajno smanjenje ukupnih troškova. [11]

Provedba održavanja javnih cesta u Republici Hrvatskoj je u nadležnosti Hrvatskih Autocesta i korisnika koncesije (održavanje autocesta), Hrvatskih Cesta (održavanje državnih cesta) i županijskih uprava za ceste (održavanje županijskih i lokalnih cesta). Za provedbu godišnjeg plana održavanja izrađuje se operativni program radova održavanja cesta. Za održavanje cesta u zimskom razdoblju izrađuje se poseban plan rada zimske službe.

Neadekvatno, nekvalitetno i neredovito održavanje postojeće cestovne mreže direktno uzrokuje povećanje rizika od nastanka prometnih nesreća. Velika oštećenja na kolničkom zatoru, oštećena ili krivo postavljena vertikalna prometna signalizacija, loša kvaliteta oznaka na kolniku, loša osvijetljenost ceste i ostale vrste oštećenja i nedostataka na elementima cestovne infrastrukture i opreme ceste značajno utječu na razinu sigurnosti u prometu. S obzirom na usvojeni Zakon o cestama, koji je definirao određene promjene, pa tako i u održavanju cesta treba novelirati pravilnike kojima se, između ostalog, utvrđuje popis poslova redovitog i izvanrednog održavanja, opseg pojedinih radova i rokova izvođenja tih radova, pravila i tehnički uvjeti za izvođenje radova u ljetnom i zimskom razdoblju, te pravila za ophodnju javnih cesta. [12] Upravo ti pravilnici su temelj kojim se određuje specifičnost poslova održavanja i kojima se definira kakve moraju biti tvrtke koje se bave izvedbom radova održavanja, prvenstveno redovitog, što se tiče kadrovske, tehničke i tehnološke opremljenosti i mogućnosti da po potrebi interveniraju u najkraćem mogućem roku.

Zbog općenito loše financijske situacije, sredstva koja su se predviđala i realizirala u protekle tri godine, za održavanje cesta nisu dostatna za standard koji bi trebao biti na našim cestama. Potrebno je naći način da se povećaju jer kvalitetno održavanje cesta produljuje vrijeme u kojem one mogu zadovoljiti zahtjeve suvremenog cestovnog prometa, što je jedan od važnih ciljeva. Posljednjih godina radi se na analizi novih modela ugovaranja redovitog održavanja cesta, na čemu treba nastaviti intenzivnije raditi.

Za nesmetano i sigurno odvijanje prometa, ceste trebaju biti na propisanoj tehničkoj i uporabnoj razini. [13] Osnovni ciljevi održavanja i zaštite cesta uključuju sprečavanje propadanja cesta, omogućavanje sigurnog odvijanja prometa, smanjenje troškova korisnika dobrim stanjem cesta, dovođenje cesta u projektirano stanje uzimajući u obzir izmijenjene potrebe prometa, zaštita cesta od korisnika i trećih osoba te zaštita okoliša od štetnog utjecaja cesta i cestovnog prometa. Planiranje održavanja cesta obavlja se na osnovi godišnjeg plana održavanja, koji sadrži:

- Prikaz zatečenog stanja na početku planskog razdoblja;
- Održavanje stupnjeva prednosti (prioriteta) u održavanju;
- Planiranje ulaganja s obzirom na zatečeno stanje, prednosti i standard održavanja;
- Prikaz (prognozu) stanja na osnovi zatečenoga stanja i planirana ulaganja.

Održavanje cestovne infrastrukture mora biti na odgovarajućoj propisano tehničkoj i uporabnoj razini da bi se cestovni promet odvijao nesmetano i sigurno. Osnovni ciljevi održavanja i zaštite cesta su: sprečavanje propadanja cesta, omogućavanje sigurnog odvijanja prometa, smanjenje troškova korisnika dobrim stanjem cesta, dovođenje ceste u projektirano stanje uzimajući u obzir izmijenjene potrebe prometa, zaštita cesta od korisnika i trećih osoba, te zaštita okoliša od štetnog utjecaja ceste i cestovnog prometa. Zadovoljavajuća razina na kojoj

mora biti održavanje cestovne infrastrukture postiže se kontinuiranim provođenjem mjera i postupaka održavanja cestovne infrastrukture kao trajnog procesa.

Infrastrukturu cestovnog prometa čine sve vrste i kategorije cesta i putova uključujući i mostove, vijadukte, tunele i sl., i uređaji stalno fiksirani za određeno mjesto koji služe proizvodnji prometnih usluga te cjelokupna signalizacija i uređaji koji služe reguliranju i sigurnosti cestovnog prometa, kao i kamionski i autobusni kolodvori. Zgrade s fiksiranim uređajima koji služe održavanju i servisiranju suprastrukture i infrastrukture u cestovnom prometu treba također ubrojiti u infrastrukturu cestovnog prometa. [14,15]

U radove na kolniku mogu se ubrojiti: ručno krpanje svih udarnih rupa, ručno izravnavanje neravnina cestovnog zastora, popravak pojedinačnih pukotina i mrežastih pukotina na asfaltnim zastorima, zalijevanje razdjelnih reski i pukotina na betonskom zastoru, čišćenje kolnika od blata, prašine i smeća, krpanje betonskih pasica i namještanje pomaknutih rubnjaka, posipavanje asfaltnog zastora razmekšanog pri visokim temperaturama, kamenom sitneži, te odstranjivanje posipanog materijala nakon zime.

Nadziranje prohodnosti i uporabnosti cesta obavlja ophodarska služba. Ophodarska služba obavlja se na autocestama, cestama s PGDP većim od 4.000 vozila/dan te ostalim cestama prema odluci nadležne uprave za ceste. Radi utvrđivanja stanja cesta i objekata obavljaju se: redovni, sezonski, godišnji, glavni i izvanredni pregledi javnih cesta i objekata. Redovni pregled obavlja se na svim cestama na kojima nije organizirana ophodarska služba. Sezonski pregled obavlja se radi ustanovljenja stanja cesta i objekata i utvrđivanja njihovog oštećenja. Stanje cesta se utvrđuje neposrednim pregledom i korištenjem odgovarajuće mjerne opreme. Sezonski pregled obavlja se u pravilu nakon zimskog razdoblja, a prema potrebi i u jesen. Godišnji pregled objekata obavlja se najmanje jedanput u dvije godine. Vizualno se pregledavaju svi dijelovi objekta, u pravilu bez razaranja. Glavni pregled obavlja se najmanje jedanput u šest godina. U godini u kojoj se obavlja glavni pregled, godišnji pregled se izostavlja. Glavne preglede obavljaju stručne osobe iz uprave za ceste, te stručne osobe zaposlene u specijaliziranim stručnim organizacijama ili ustanovama. Glavni pregled je detaljan pregled svih dijelova objekta, uz potrebne izmjere i ispitivanja. [5]

Na kolniku se ne smije zadržavati prašina, blato i sl. Posebno je opasno lišće u jesen jer izaziva klizanje vozila. Poprečni profil mora biti pravilan da bi se osigurala dobra odvodnja. Zimi kolnik mora biti očišćen od snijega i leda.

Opasna mjesta na cestama Republike Hrvatske saniraju se kroz provođenje Nacionalnog programa već duži niz godina. Unatrag desetak godina, sredstvima Nacionalnog programa izrađena je projektna dokumentacija za sanaciju 64 opasna mjesta na državnim, županijskim i lokalnim cestama na području cijele Hrvatske, a u tijeku je izrada projekata za sanaciju četiri opasna mjesta na autocestama, te je u fazi provođenja kompletna sanacija još šest opasnih mjesta na županijskim i lokalnim cestama. [16] Treba napomenuti da se na svim saniranim

opasnim mjestima broj prometnih nesreća i stradavanja osjetno smanjio ili se nesreće više uopće ne događaju.

Tri su kriterija po kojima određeno mjesto na cesti ulazi u kategoriju opasnog:

- da se u 3 godine na tom mjestu dogodilo najmanje 12 prometnih nesreća s poginulim ili ozlijeđenim osobama,
- 15 prometnih nesreća bez obzira na posljedice,
- 3 ili više istovrsnih prometnih nesreća s ozlijeđenim ili poginulim osobama.

Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazuju da je za redovito održavanje cestovne mreže u Republici Hrvatskoj potrebno izdvojiti 1.280 milijuna kuna godišnje, dok je za izvanredno održavanje potrebno izdvojiti dodatnih 1.330 milijuna kuna godišnje. Dakle za cjelokupno održavanje mreže javnih cesta u Republici Hrvatskoj potrebno je godišnje izdvojiti oko 2.600 milijuna kuna. Budući da su trenutno raspoloživa sredstva namijenjena za održavanje cestovne mreže ograničena, potrebno je razviti optimalni investicijski plan sa kojim će se utvrditi odgovarajuće mjere sanacije na pojedinim segmentima cestovne mreže te definirati prioriteti njihovog provođenja. [17, 18] Osim toga potrebno je nastojati da se zadrži trend sve većeg ulaganja u održavanje postojeće cestovne mreže kako bi se cjelokupna razina sigurnosti u cestovnom prometu podigla na zadovoljavajuću razinu. U pogledu novog pristupa i suvremenijeg načina održavanja, gospodarenja i upravljanja cestama potrebno je unaprjeđivati cijeli sustav: od baze podataka do zakona i regulative, ustroja cestovnih uprava i načina financiranja. Temeljni preduvjet i polazište je u instaliranju jedinstvenoga referentnog sustava označavanja cesta, suvremene baze cestovnih podataka te sustava praćenja stanja cesta i građevina. [19, 20]

Osnovni ciljevi održavanja cestovne infrastrukture su sprječavanje propadanja cesta, omogućivanje sigurnog odvijanja prometa, smanjenje troškova korisnika dobrim stanjem cesta, dovođenje ceste u projektirano stanje, zaštita okoliša od štetnog utjecaja ceste i cestovnog prometa zaštita ceste od korisnika i trećih osoba. Održavanje cesta dijelimo u dvije vrste, redovito i izvanredno održavanje.

4.1. Redovito održavanje cesta

Redovito održavanje cesta obavlja se tijekom cijele godine a predstavlja skup mjera i aktivnosti na cestama uključujući sve objekte i instalacije sa svrhom održavanja prohodnosti, tehničke ispravnosti i sigurnosti prometa na njima. Standard održavanja cesta određuje normative utroška materijala, radnih sati vozila, strojeva i radne snage za radove redovitog održavanja. Primjenom standarda u punom iznosu osigurava

Pod redovitim održavanjem cesta podrazumijevaju se, neki od sljedećih poslova: nadzor i pregled cesta i objekata, redovito održavanje prometnih površina, redovito održavanje bankina, redovito održavanje pokosa, redovito održavanje sustava odvodnje, redovito

održavanje prometne signalizacije i opreme, redovito održavanje cestovnih naprava i uređaja, osiguranje preglednosti, redovito održavanje cestovnih objekata, zimska služba itd.

Redovito održavanje prometnih površina koje čine sastavni dio ceste, podrazumijeva čišćenje i popravljanje lokalnih oštećenja ceste kao primjerice: krpanje udarnih rupa i mrežastih pukotina, odnosno presvlačenje asfaltom ako je to racionalnije, zalijevanje pojedinačnih pukotina, spojnica i reški, ohrapavljenje zaglađenih asfaltnih površina ili posipanje s pijeskom te druge slične popravke. (Pravilnik o održavanju cesta 2013.)

Pod radovima redovitog održavanja cestovnih objekata podrazumijeva se čišćenje: prometnih površina i prometne opreme na objektu, prostora neposredno oko objekta, ležišta, dilatacija, čunjeva i drugih dostupnih dijelova, naprava za odvodnju, naplavina, nanosa i drugog materijala koji može ugroziti objekt ili promet. [21]

Pod radovima redovitog održavanja cestovnih objekata podrazumijevaju se popravci: oštećenih prometnih površina (krpanje udanih jama, zalijevanje pukotina, glodanje neravnina), pojedinačnih manjih oštećenja dijelova konstrukcije cestovnog objekta (krpanje vijenca, čunjeva, popunjavanje fuga, popravak zaštitnog betonskog sloja iznad armature i sl.), antikorozivne zaštite, hidro izolacije i odvodnje, podlokanih stupova, upornjaka i krila. [22]

Upravitelj ceste, u svrhu redovitog održavanja cesta dužan je po potrebi provoditi ispitivanje određenih dijelova cesta u svrhu provjere, odnosno dokazivanja ispunjavanja temeljnih zahtjeva ili trajnosti te ceste. U pravilu, redovito održavanje cesta izvođač radova održavanja cesta je u obvezi obavljati u vrijeme kada je intenzitet prometa na cestama manji i po mogućnosti bez ometanja prometa na javnoj cesti.

4.2. Izvanredno održavanje cesta

U izvanredno održavanje pripadaju radovi većeg opsega, koji se dugoročnije planiraju te radovi koji su nastali kao posljedica nepredviđenih događaja (odrona, klizišta i sl.) (Legac, 2006:141)

Izvanredni pregledi obavljaju se odmah nakon nastanka događaja kao što su prirodne katastrofe, teže prometne nesreće, požara, eksplozije, klizanja terena te drugih izvanrednih događaja koji imaju negativni utjecaj na ceste, pri određivanju sposobnosti ceste za preuzimanje prekomjernih ili izvanrednih opterećenja, prije isteka garancijskog roka po izgradnji ili rekonstrukciji, te na zahtjev inspekcije za ceste Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture.

Upravitelj ceste određuje sadržaj i opseg izvanrednog pregleda ceste i imenuje Povjerenstvo za obavljanje pregleda ceste . Povjerenstvo sastavlja izvješće o izvanrednom pregledu ceste u kojem daje prijedlog potrebnih mjera. Izvješće je u roku od sedam dana po njegovom sastavljanju Povjerenstvo u obavezi dostaviti inspekciji cesta i Ministarstvu pomorstva, prometa i infrastrukture,

5. Postupak planiranja mjera za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa

Cestovne prometne nesreće uzrokuju ogromne gubitke u gospodarstvu u smislu troškova nastalih hospitalizacijom i liječenjem, te oštećenjem vozila, imovine i sl. Postoji hitna potreba za smanjenjem broja i težine prometnih nesreća provedbom korektivnih mjera na opasnim mjestima u cestovnoj mreži. U pravilu nije moguće provesti sve korektivne mjere koje su zbog ograničenog proračuna na raspolaganju za poboljšanje sigurnosti na cestama. Dakle, potrebno je rangirati opasna mjesta, kako bi se, ovisno o raspoloživim sredstvima proračuna, ista mogla sanirati. Međutim, pregled literature ukazuje da su za većinu metodologija potrebni podaci o prometnim nesrećama za tu svrhu. Sveobuhvatni podaci o prometnim nesrećama rijetko su dostupni. [23] Ukoliko i postoje podaci o prometnim nesrećama, teško ih je analizirati zbog nedostatne (loše) kvalitete. Nadalje, neke lokacije imaju visoku učestalost nezgoda, dok je broj ozlijeđenih manji. Postoji mnogo lokacija sa, primjerice, uskim i skliskim kolnicima, ometajućim okolišem prometnice, koje imaju visok potencijal za događaj nesreća, ali još nemaju povijest visokog broja nesreća. Stoga je potrebno odrediti metodologiju za određivanje razine sigurnosti cestovnog prometa bez upotrebe podataka o nesrećama.

Održavanje cesta specijalizirana je djelatnost od šireg društvenog interesa. Važnost treba dati svim segmentima koji sačinjavaju održavanje cesta, a tu se prvenstveno misli na planiranje održavanja i mjera zaštite cesta i prometa na njima, izvedbu radova redovitog i izvanrednog održavanja, te stručni nadzor i kontrolu kakvoće ugrađenih materijala i izvedenih radova održavanja. [24] Neadekvatno, nekvalitetno i neredovito održavanje postojeće cestovne mreže direktno uzrokuje povećanje rizika od nastanka prometnih nesreća. Potrebno je razviti odgovarajući plan investiranja u provođenje mjera sanacije kako bi se osigurao kvalitetan i ekonomski učinkovit sustav održavanja cesta, te ga integrirati u postojeći model redovitog održavanja cestovne mreže čime će se osigurati detekcija kritičnih elemenata cestovne mreže, te optimalna raspodjela raspoloživih novčanih sredstava u provođenje odgovarajućih mjera sanacije radi postizanja maksimalnog smanjenja broja prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama te pratećih eksternih troškova.

Potrebno je izdvojiti velika financijska sredstva u održavanje cestovne mreže radi provođenja odgovarajućih mjera sanacije kako bi se svi segmenti postojeće cestovne mreže dugoročno održali na prihvatljivoj razini sigurnosti. [25] Budući da su raspoloživa financijska sredstva namijenjena za održavanje cestovne mreže ograničena, potrebno je identificirati kritične komponente održavanja i intenzitet njihovog negativnog utjecaja na sigurnost u cestovnom prometu kako bi se što preciznije utvrdile adekvatne mjere sanacije i prioritet njihovog provođenja. rizik od nastanka prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama značajno bi se smanjio redovitom, kvalitetnom i organiziranom provedbom utvrđenih mjera sanacije. [5]

Investicijski plan treba sadržavati detaljan popis svih potencijalno opasnih mjesta na promatranoj cestovnoj mreži sa odgovarajućim mjerama potrebnim za njihovu sanaciju te troškovima njihove provedbe. Troškove provedbe definiranih mjera sanacije potrebno je usporediti sa dimenzijom novčanih koristi koje će se ostvariti u slučaju njihove provedbe. Prioriteti u provođenju pojedinih mjera sanacije utvrđuju se na temelju izračunatih veličina omjera troškova i koristi. Veći omjer troškova i koristi ukazuje na veći potencijal smanjenja broja prometnih nesreća i pratećih eksternih troškova, što znači da će se ulaganjem raspoloživih novčanih sredstava u provođenje mjera sanacije na mjestima cestovne mreže sa utvrđenim visokim vrijednostima omjera koristi i troškova ostvariti maksimalni povrat uloženih sredstava na kraju promatranog prognoznog razdoblja definiranog planom. Sa druge strane, mjesta sa manjim vrijednostima omjera koristi i troškova imaju manji potencijal za povećanje relevantnih sigurnosnih parametara te je time ulaganje u provedbu mjera sanacije na tim mjestima relativno manje isplativo u odnosu na mjesta sa višim utvrđenim vrijednostima omjera koristi i troškova. [5]

Prioriteti u provođenju mjera sanacije mogu se utvrditi na temelju većeg broja modela odabira. Neki od modela navedeni su u poglavlju koje slijedi. Većina istraživanja temelje se na primjeni klasičnih determinističkih modela procjene razine rizika koji utvrđuju kritične elemente cestovne mreže, tzv. "crne točke", na temelju podataka o učestalosti i gustoći prometnih nesreća na promatranim cestovnim segmentima. (Rodrigues et al, 2015:101). Veća preciznost procijenjenog broja prometnih nesreća unutar definiranog prognoznog razdoblja može se postići primjenom složenijih stohastičkih modela procjenjivanja rizika koji se temelje na primjeni različitih funkcija gustoće vjerojatnosti kako bi se pobliže opisao slučajni karakter nastanka prometnih nesreća. (Quddus, 2008:1732; Garber, Wu, 2001) Pojedini istraživači ističu prednosti primjene modela rangiranja temeljenih na hijerarhijskom strukturiranju kritičnih čimbenika sigurnosti te utvrđivanju relativne važnosti (težine) njihovog utjecaja na cjelokupnu razinu sigurnosti na promatranim segmentima cestovne mreže. (Agarwal et al, 2013a:292) Prednost ovakvih modela prvenstveno se očituje u činjenici da oni ne zahtijevaju podatke o broju prometnih nesreća koji često nisu dostupni u praksi. Relativna važnost utjecaja pojedinih kritičnih čimbenika sigurnosti (broj prometnih nesreća, uvjeti u prometnom toku, relevantne karakteristike cestovne infrastrukture) na rezultirajuću razinu rizika može se preciznije utvrditi i primjenom AHP metode višekriterijskog odlučivanja. (Agarwal et al, 2013b:1030)

5.1. Utvrđivanje opasnih mjesta na cestovnoj mreži i odabir odgovarajućih mjera sanacije

Nadležne državne institucije i organizacije koje se bave upravljanjem, građenjem i održavanjem cestovne mreže trebaju, još u fazi planiranja provođenja intervencija na cestovnoj mreži, donijeti odluku o načinu i prioritetima ulaganja raspoloživih novčanih sredstava u sanaciju opasnih mjesta na postojećoj cestovnoj mreži, budući da su dostupna financijska sredstva često nedostatna za provođenje kvalitetnog održavanja svih segmenata cestovne

mreže. [26] Pri tome je prvenstveno potrebno osigurati sanaciju onih segmenata cestovne mreže na kojima je utvrđena velika učestalost prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama. Proces donošenja odluke o ulaganju raspoloživih sredstava, u slučajevima kada nema značajne razlike između učestalosti događanja prometnih nesreća na promatranim dionicama, postaje složeniji budući da se radi donošenja ispravne odluke treba razmotriti veći broj različitih varijabli kojima se opisuje postojeće stanje cestovne infrastrukture, prevladavajući uvjeti u prometnom toku, utjecaj okolnog područja itd.

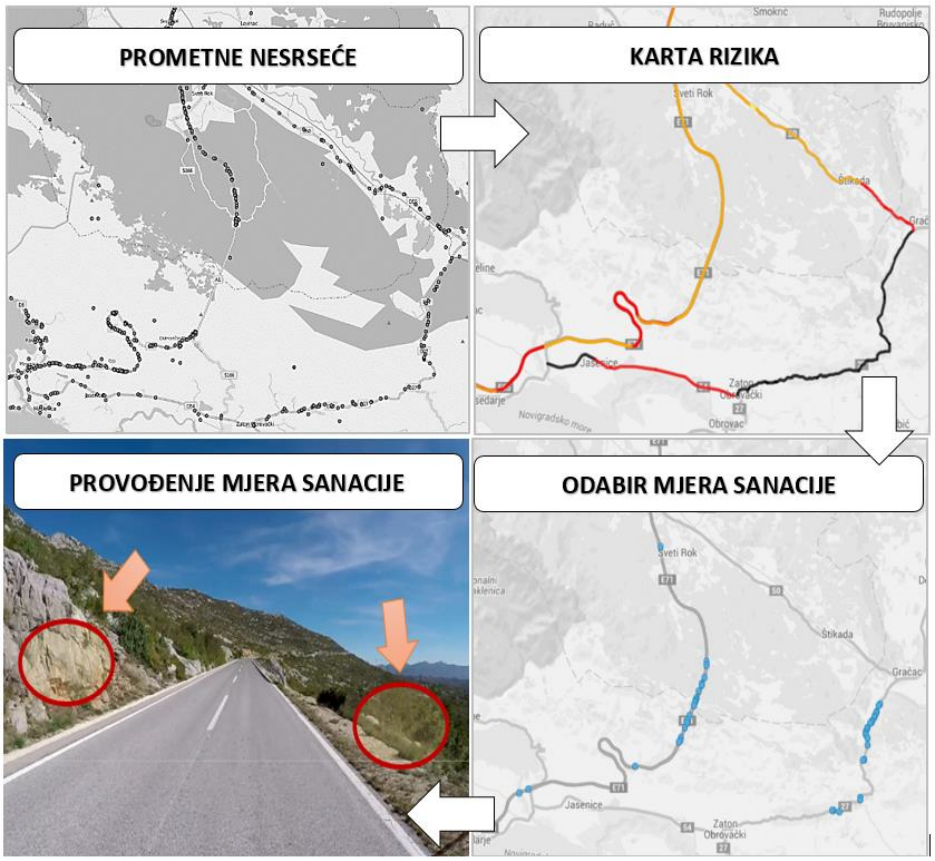
Provođenje mjera sanacije na segmentu cestovne mreže postaje nužno u slučaju kada relevantni čimbenici sigurnosti više ne udovoljavaju definirane minimalne standarde kojima se osigurava prihvatljiva razina rizika od nastanka prometnih nesreća. U takvim slučajevima potrebno je osigurati provođenje odgovarajućih mjera sanacije radi podizanja postojećeg stanja sigurnosti na prihvatljivu razinu, međutim to često nije moguće budući da su raspoloživa financijska sredstva za održavanje cestovne mreže ograničena. Iz navedenog razloga, prije donošenja odluke o ulaganju raspoloživih novčanih sredstava potrebno je identificirati kritične segmente promatrane cestovne mreže (crne i crvene dionice - na kojima je detektirana maksimalna razina rizika od nastanka prometnih nesreća), kako je prikazano na slici (Slika 6). [5]

Razina sigurnosti na cestama u opasnim uvjetima razlaže se na: sigurnost u opasnim uvjetima na ravnim dionicama, sigurnost u opasnim uvjetima u zoni krivina i sigurnost u opasnim uvjetima u zoni raskrižja. Analitički hijerarhijski proces (AHP) koristi se za određivanje težine različitih identificiranih faktora sigurnosti. Indeks razine sigurnosti razvijen je korištenjem težine sigurnosnih čimbenika i ocjenama stanja faktora sigurnosti. Indeks razine sigurnosti razvijen je zasebno za ocjenu sigurnosti na ravnim dionicama, u zonama zavoja, te u zonama raskrižja.

Analitički hijerarhijski proces (AHP) koristi se za određivanje težine različitih identificiranih faktora sigurnosti. Indeks razine sigurnosti određen je korištenjem težine sigurnosnih čimbenika i ocjenama stanja faktora sigurnosti. Indeks razine sigurnosti razvijen je zasebno za ocjenu sigurnosti na ravnim dionicama, u zonama zavoja, te u zonama raskrižja. Veća vrijednost indeksa na određenoj lokaciji ukazuje na opasnije mjesto u cestovnoj mreži.

Analizom mjesta nastanka prometnih nesreća moguće je utvrditi gustoću i frekvenciju prometnih nesreća na promatranim segmentima cestovne mreže, te identificirati mjesta njihovog maksimalnog gomilanja. Utvrđivanje kritičnih segmenata cestovne mreže se zatim provodi na temelju modela odabira koji iz skupa svih elemenata promatrane cestovne mreže PM = (s1, s2, s3,…, sn) odabire podskup kritičnih elemenata mreže PMk = (sk1, sk2, sk3,…, skn) na kojima su utvrđene najniže razine sigurnosti (Slika 6). Elementi mreže na kojima je utvrđena potreba za provedbom mjera sanacije se zatim rangiraju ovisno o utvrđenim razinama rizika tako da se osigura provedba mjera sanacije prvenstveno na najopasnijim dijelovima cestovne mreže nakon čega se u sekundarnoj fazi provodi sanacija ostalih manje opasnih mjesta.

Na taj način osigurava se optimalna raspodjela raspoloživih novčanih sredstava za održavanje te maksimalno smanjenje rizika od nastanka prometnih nesreća i pratećih eksternih troškova na promatranoj cestovnoj mreži.



Slika 6 Prikaz postupka utvrđivanja opasnih mjesta na cestovnoj mreži i odabira odgovarajućih mjera sanacije.

Geoprostorna analiza baze podataka o prometnim nesrećama može se najučinkovitije provesti primjenom Geografskih Informacijskih Sustava koji omogućuju pohranu, upravljanje i analizu prikupljenih podataka te izradu tabelarnih i kartografskih prikaza velike količine georeferenciranih podataka. (Liang et al, 2005:3574; Erdogan et al, 2008:174; Kumaresan et al, 2009)

Prvi korak analize sastoji se od prikupljanja, grupiranja i pohrane relevantnih podataka u alfanumeričku bazu podataka. Prije provođenja geoprostorne analize podataka potrebno je prvo provesti konverziju navedenih podataka u odgovarajući format prikladan za uvoz u GIS sustav. Baza podataka o prometnim nesrećama pri tome treba biti organizirana na takav način da se osigura brzo i učinkovito postavljanje upita i filtriranje traženih podataka. Podaci koji su osobito važni za provedbu geoprostorne analize su:

A. lokacija prometne nesreće (općina, naziv ulice, kućni broj i stacionaža ceste);

B. datum i vrijeme nastanka prometne nesreće;

C. vrsta prometne nesreće (frontalni sudar, slijetanje vozila s ceste, sudar na raskrižju, nalet na pješaka ili biciklista);

D. broj ozlijeđenih osoba i težina ozljeda (lako i teško ozlijeđene osobe);

E. karakteristike cestovne infrastrukture (karakteristike raskrižja, stanje kolnika, broj prometnih traka, smjer kretanja vozila, prometni uvjeti, stanje horizontalne i vertikalne prometne signalizacije, uvjeti vidljivosti, vremenski uvjeti itd.).

Nakon utvrđivanja razina rizika na individualnim segmentima cestovne mreže temeljem geoprostorne analize relevantnih ulaznih parametara, odabiru se odgovarajuće mjere za saniranje detektiranih opasnih mjesta. Prometno-tehničke mjere (mjere sanacije se mogu pri tome mogu klasificirati u slijedećih šest osnovnih skupina):

a) Mjere sanacije na geometrijskim karakteristikama cestovne infrastrukture,

b) Mjere sanacije na kolničkoj površini,

c) Mjere sanacije vezane uz horizontalnu prometnu signalizaciju,

d) Mjere sanacije vezane uz vertikalnu prometnu signalizaciju,

e) Mjere sanacije na opremi ceste,

f) Mjere sanacije vezane uz upravljanje prometom i postavljanje svjetlosne signalizacije.

Proces odabira odgovarajućih mjera sanacije na promatranim segmentima cestovne mreže se pri tome sastoji od slijedećih šest osnovnih koraka:

I. Ispitivanje vrijednosti aktivatora za definirane skupine mjera sanacije. Sve skupine mjera sanacije koje za koje se utvrdi negativna vrijednost aktivatora u ovome koraku, automatski se isključuju iz daljnjeg postupka odabira;

II. Proračun smanjenja broja smrtno stradalih i teško ozlijeđenih osoba koje će se ostvariti u slučaju provedbe pojedinačnih definiranih mjera sanacije (u slučajevima kada se na jednom cestovnom segmentu u istom vremenskom periodu provodi isključivo samo jedna od predloženih mjera sanacije);

III. Ispitivanje isplativosti za svaku definiranu mjeru sanacije na temelju *cost-benefit* analize, pri čemu utvrđene vrijednosti omjera koristi i troškova (BCR omjera) trebaju biti veće od zadane granične vrijednosti. U ovome koraku sve mjere sanacije koje ne prelaze postavljenu BCR graničnu vrijednost eliminiraju se iz daljnjeg postupka odabira;

IV. Provjera da li svaka od promatranih mjera sanacije zadovoljava postavljene uvjete minimalne duljine, minimalnog razmaka i definirana pravila hijerarhije. Sve mjere sanacije koje ne zadovoljavaju navedene uvjete isključuju se iz daljnjeg postupka odabira;

V. Utvrđivanje utjecaja odabranih mjera sanacije na smanjenje broja prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama na promatranim cestovnim segmentima u slučaju njihove provedbe. Navedeni utjecaj utvrđuje se za svaki promatrani tip prometne nesreće;

VI. Prilagodba utvrđenog smanjenja broja prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama za svaku odabranu mjeru sanacije, pri čemu se uzima u obzir utjecaj istovremene primjene većeg broja mjera sanacije na istim segmentima promatrane cestovne mreže.

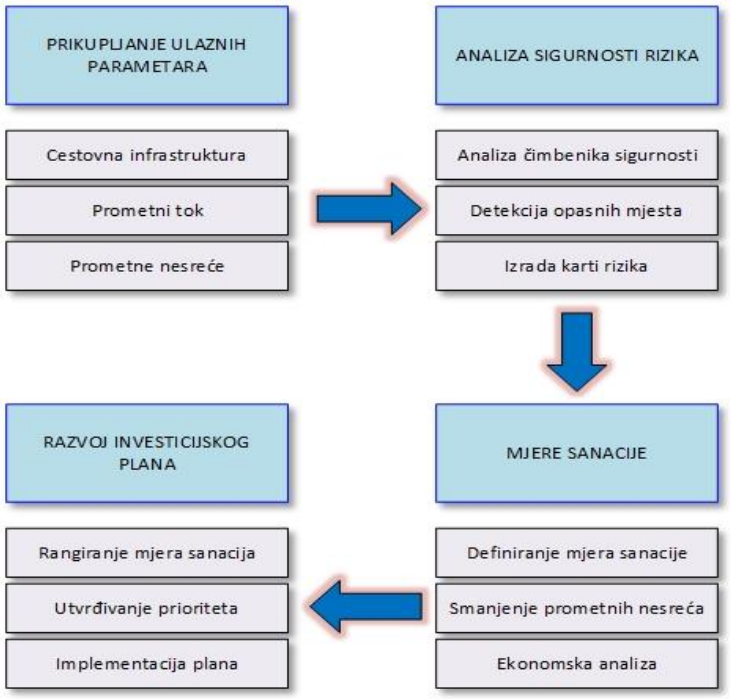
Nakon dovršetka procesa odabira mjera sanacije, provodi se konačna *cost-benefit* analiza svih odabranih mjera sanacije na temelju koje se uspostavlja optimalni investicijski plan za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa. Za svaku promatranu mjeru sanacije može se definirati skup aktivatora (postavljenih uvjeta) koji trebaju biti zadovoljeni kako bi se mjera sanacije uzela u obzir u daljnjem postupku analize po individualnim segmentima promatrane cestovne mreže. [27] Aktivatori se često nalaze u funkcijskom odnosu sa utvrđenim razinama rizika na promatranim segmentima cestovne mreže, vrijednostima relevantnih atributnih skupina sa kojima se opisuje postojeće stanje cestovne infrastrukture (npr. širina prometnog traka, kvaliteta horizontalne signalizacije itd.), te veličini protoka vozila na promatranoj dionici ceste (vrijednost PGDP-a).

5.2. Razvoj investicijskog plana u sklopu redovnog održavanja cesta

Investicijski plan za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa uključuje rangiranu listu mjera sanacije čijom se provedbom mogu efektivno povećati utvrđene razine sigurnosti na promatranim segmentima cestovne mreže odnosno smanjiti rizici vezani uz nepovoljne karakteristike postojeće cestovne infrastrukture. Navedeni plan se temelji na *cost-benefit* analizi niza različitih mjera sanacije, koja uključuje komparaciju troškova ulaganja u provedbu mjera sanacije sa potencijalnim smanjenjem troškova prometnih nesreća koje bi se ostvarile u slučaju njihove provedbe. Investicijski plan sadrži opsežne podatke relevantne za prostorno planiranje i provođenje daljnjih prometno inženjerskih aktivnosti poput baza podataka sa vrijednostima atributa kojima se opisuju relevantne značajke promatrane cestovne mreže, prijedloga adekvatnih mjera sanacije za uklanjanje utvrđenih potencijalno opasnih mjesta na cestovnoj mreži i ekonomskih procjena sa izračunatim omjerima troškova i koristi za svaki cestovni segment na promatranoj cestovnoj mreži. [5]

Razvoj optimalnih investicijskih planova za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa provodi se na temelju četiri koraka prikazanih na slici 7. Investicijskim planom

ocjenjuju se ekonomske koristi i troškovi koje nastaju nakon implementacije predloženih mjera sanacije za povećanje sigurnosti na infrastrukturnim elementima promatrane cestovne mreže. Za provođenje postupka ocjene ekonomske isplativosti pojedinih mjera sanacije, navedena metodologija proračuna zahtijeva dva glavna ulazna parametra: veličinu troškova izgradnje (nadogradnje) elemenata cestovne mreže te životni vijek trajanja za sve definirane mjere sanacije.



Slika 7 Proces razvoja investicijskih planova

Troškovi provođenja definiranih mjera sanacije su kategorizirani ovisno o vrsti područja kroz koje cesta prolazi (urbano ili ruralno područje) i veličini troškova nadogradnje relevantnih elemenata cestovne infrastrukture (niski, srednji i visoki troškovi nadogradnje). Navedena analiza najčešće se odnosi na prognozno razdoblje od 20 godina tako da se mjere sanacije sa vijekom trajanja od 20 godina trebaju provesti jedanput, dok se mjere sanacije sa vijekom trajanja od 10 godina trebaju provesti prvi put na početku promatranog prognoznog razdoblja a drugi put u 10. godini prognoznog razdoblja.

Navedeni model pruža visoki stupanj fleksibilnosti prilikom odabira optimalnih mjera sanacije. Model omogućava deaktivaciju (ignoriranje) označenih skupina mjera sanacije tako da se sve obilježene skupine eliminiraju iz daljnjeg postupka analize. Osim toga model omogućava i prilagodbu aktivatora te pravila hijerarhije, minimalne udaljenosti i minimalnog razmaka. Također je omogućeno i podešavanje granične vrijednost omjera koristi i troškova. U

situacijama u kojima postoje čvrsti znanstveni dokazi moguće je definirati dodatne skupine aktivatora kako bi se preciznije opisali prevladavajući uvjeti na lokalnom području.

Na temelju izračunatih troškova uzrokovanih nastankom prometnih nesreća i vrijednosti potencijalnog smanjenja broja prometnih nesreća, može se utvrditi kvantitativna vrijednost koristi od provođenja odgovarajućih mjera sanacije na dionicama promatrane cestovne mreže. Utvrđivanjem omjera troškova potrebnih za provođenje mjera sanacije te koristi generiranih smanjenjem broja prometnih nesreća moguće je izračunati omjere troškova i koristi za svaku dionicu promatrane cestovne mreže. [28] Utvrđeni omjeri troškova i koristi mogu se iskoristiti za izradu optimalnog plana investiranja u podizanje razine sigurnosti promatrane cestovne mreže, odnosno za prioritizaciju ulaganja u provođenje potrebnih mjera sanacije na pojedinim dionicama cestovne mreže kako bi se ostvarili procijenjeni potencijali redukcije broja prometnih nesreća.

Rangiranjem utvrđenih opasnih mjesta na temelju utvrđenih vrijednosti omjera koristi i troškova moguće je utvrditi konačnu tablicu i kartu prioriteta za provođenje definiranih mjera sanacije na pojedinim segmentima promatrane cestovne mreže.

Na takav se način osigurava da se raspoloživa novčana sredstava prvenstveno iskoriste za sanaciju kritičnih elemenata cestovne mreže, dok se preostala opasna mjesta saniraju u sekundarnoj fazi procesa održavanja. [29] Ovakav pristup osigurava postizanje optimalnog iskorištenja trenutno raspoloživih novčanih sredstva sa maksimizacijom relevantnih sigurnosnih parametara cestovne mreže i minimizacijom troškova generiranih nastankom prometnih nesreća i ostalih incidentnih situacija u cestovnom prometnom sustavu.

6. Razmatranje i prijedlog

U idealnom slučaju, odabrani popis opasnih mjesta sadrži doista opasne one koje su najprikladnije za sigurnosne intervencije. Međutim, jedan od glavnih problema je razlikovati mjesta koja doista zahtijevaju sigurnosni intervenciju (prave kritične točke), te mjesta koja su relativno sigurna, gdje intervencije imaju relativno mali utjecaj na sigurnost. Pogrešan izbor mjesta za intervenciju može dovesti do značajnih gubitaka financijskih sredstava, kao i propuštenih prilika za smanjenje broja nesreća i spašavanje života. S proračunskim ograničenjima i ograničenim resursima, postoji potreba za boljim tehnikama probira prometne mreže ili identifikacije postupaka odabira kritičnih točaka.

U ovom diplomskom radu, prometna nesreća definirana je kao događaj koji uključuje motorna vozila koja uzrokuju oštećenja vozila, infrastrukture i/ili osoba. Prometna nesreća se također definira kao rezultat nasilnog udara motornog vozila u pokretu s nekim predmetom, sudara između dva vozila ili vozila i osoba. Sigurnost u prometu u svakoj prometnoj mreži jedan je od glavnih prioriteta za mnoge vladine agencije, privatne organizacije i društvo u cjelini. To je posljedica uglavnom ogromnih novčanih i nenovčanih troškove uzrokovanih prometnim nesrećama (Elvik, 2000). Novčani troškovi odnose se na troškove za izgubljenu produktivnost uzrokovanu invaliditetom i smrću, medicinske tretmane, troškove za popravak ili zamjenu oštećenih vozila, hitne i administrativne troškove usluga i izdataka za programe sigurnosti i opreme kako bi se smanjila šteta od prometnih nesreća. Nenovčani troškovi mogu uključivati bol, tugu i patnju zbog ozljeda i smrti uzrokovanih prometnim nesrećama.

Od svih oblika prijevoza, cestovni prometni sustav je najsloženiji i najopasniji. Prema istraživanju kojim upravlja Svjetska zdravstvena organizacija i Svjetska banka, 1,2 milijuna ljudi pogine u automobilskim nesrećama svake godine, a čak 50 milijuna ljudi bude ozlijeđeno (Svjetska zdravstvena organizacija, 2004). Bez poduzetih odgovarajućih aktivnosti u budućnosti, ozljede zadobivene u cestovnom prometu mogle bi s devetoga mjesta iz 1990. godine, prijeći na treće, neslavno, mjesto najvećeg doprinosa globalnom teretu uzrokovanim bolesti i ozljedama u 2020. godini.

Prepoznajući potrebu za smanjenjem troškova uzrokovanih prometnim nesrećama, pokrajinske i federalne vladine agencije mnogih razvijenih zemalja razvile su veliki broj programa za poboljšanja sigurnosti u prometu tijekom posljednjih desetljeća (npr. Direction 2006 (www.direction2006.corn/), Road Safety Vision 2010 (www.tc.gc.ca/roadsafety/), Federal Highway Administration, US (http://safety.fhwa.dot.gov/)).

Takvi programi obično se sastoje od provedbe različitih vrsta sigurnosnih aktivnosti u promicanju prometnih radnji kako bi se spriječile nesreće, kao što su:

- modificiranje geometrije i ekoloških karakteristika lokacija s visokim rizikom od nastanka nezgoda,
- izgradnje novih prometnica s višim standardima sigurnosti,
- smanjenje uporabe motornih vozila i ograničenja brzine,
- promoviranje provedbe zakona u prometu, npr. ciljane skupine sudionika u prometu kao što su pijani vozači ili vozači nekog drugog visokog rizika, itd.

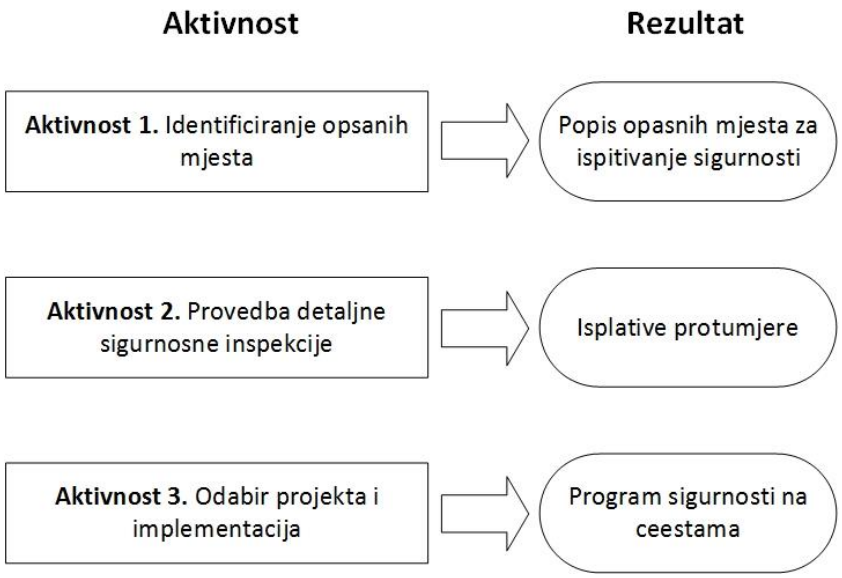
Nadalje, poduzimaju se i druge radnje kako bi se smanjila količina oštećenja ili težina uzrokovanih nesreća, osobito za putnike u vozilu. Povećanje zaštite putnika u vozilu može se postići mjerama kao što su učinkovitiji dizajn vozila za apsorbiranje energije, zračnim jastucima, poboljšanje stabilnosti vozila, korištenje sigurnosnog itd.

Ponašanje vozača identificirano je kao glavni uzročnik povezan s uzrocima nesreće. Također, od strane istraživača u prometu priznato da je ljudska pogreška i ponašanje vozača mogu utjecati na gotovo sve elemente prometnog okruženja, kao što su prometni uvjeti, geometrija ceste i vozila, te uvjeti okoline (npr. G., Hauer, 1997). Kao rezultat, identifikacija i unapređenje opasnih mjesta široko je prihvaćeno kao ekonomična strategija za zadovoljenje visokih sigurnosnih standarda, prikladno operativnim zahtjevima vozila i vozača. U ovom radu obrađene su neke strategije sigurnosti prometa koji se sastoje od ciljanja kritičnih mjera kroz provedbu mjera za poboljšanje. [5]

6.1. Procedura odabira kritičnih točaka

Za identifikaciju kritičnih točaka, u ovom radu razmatran je pristup modeliranja rizika na temelju baza, gdje je ukupni rizik definiran kao kombinacija učestalosti prometnih nesreća i veličine njihovih posljedica (Nassar, 1996; Sacconianno i autori, 2004). Modeliranje na temelju rizika znači da je sigurnosna mjera definirana u modelu vjerojatnosti korištena za identifikaciju kritičnih točaka. Također se pretpostavlja, da je rizik od nastanka prometnih nesreća na određenim lokacijama najbolje prikazan po učestalosti nesreća, ozbiljnosti nesreće ili kombinaciji navedenog, ovisno o pojedinoj primjeni.

Proces poboljšanja kritičnih točaka obično se sastoji od tri međusobno povezane aktivnosti kao što je vidljivo na slici (Slika 8).



Slika 8 Tri stupnja postupaka za poboljšanje sigurnosti kritičnih točaka

Izvor: Saccomanno et al, 2003; Hauer et al, 2003

Tri stupnja postupaka za poboljšanje sigurnosti kritičnih točaka Navedeni proces u tri stupnja prema istraživanjima prikazan je vrlo učinkovit, prema tvrdnjama Schlüter i autori (1997), Sayed i Abdelwahab (1997), Hauer i autori (2004), Saccomanno i autori (2004), Miaou i Song (2005) i drugi. Ovaj proces provodi se u brojnim inicijativama vladinih agencija za poboljšanje sigurnosti u Europi, Kanadi i Sjedinjenim Američkim Državama.

Kako bi se identificirale potencijalne protumjere, u aktivnosti detaljne sigurnosne inspekcije (DSI), potrebno je proučiti i razumjeti lokacije za specifične uvjete i uzročne čimbenike Ova aktivnost obično zahtijeva dijagnozu izvješća prometnih nesreća za potrebe identificiranja vrsta nesreća i potencijalnih uzroka, kao i terenski rad radi detaljne sigurnosne inspekcije. Treća aktivnost sastoji se od vrednovanja alternativnih protumjera i provedbi programa sigurnosnih intervencija na regionalnoj i nacionalnoj razini, koji uključuje optimalan izbor projekata u okviru proračuna i drugih ograničenja. [5]

Identifikacija kritičnih točaka je aktivnost koja ima za cilj izabrati iz velike skupine lokacija relativno malu grupu (ili podgrupe) koja bi se podvrgnula detaljnijim inspekcijama. Takva aktivnost može biti ekonomična ukoliko se oslanja samo na statističku analizu pohranjenih podataka, kao što su podatci o prometnim nesrećama i elementima ceste. Podatci o elementima ceste obično se sastoje od prometnog toka (npr prosječni godišnji dnevni promet - PGDP), karakteristike geometrije ceste (broj prometnih trakova, zakrivljenost kolnika, vrsta ceste, itd.), uređaji za kontrolu prometa, ograničenje brzine itd. Podaci o prometnim nesrećama sadrže informacije o svakoj prijavljenoj nesreći, kao što su: ozbiljnost ishoda (npr. smrtni

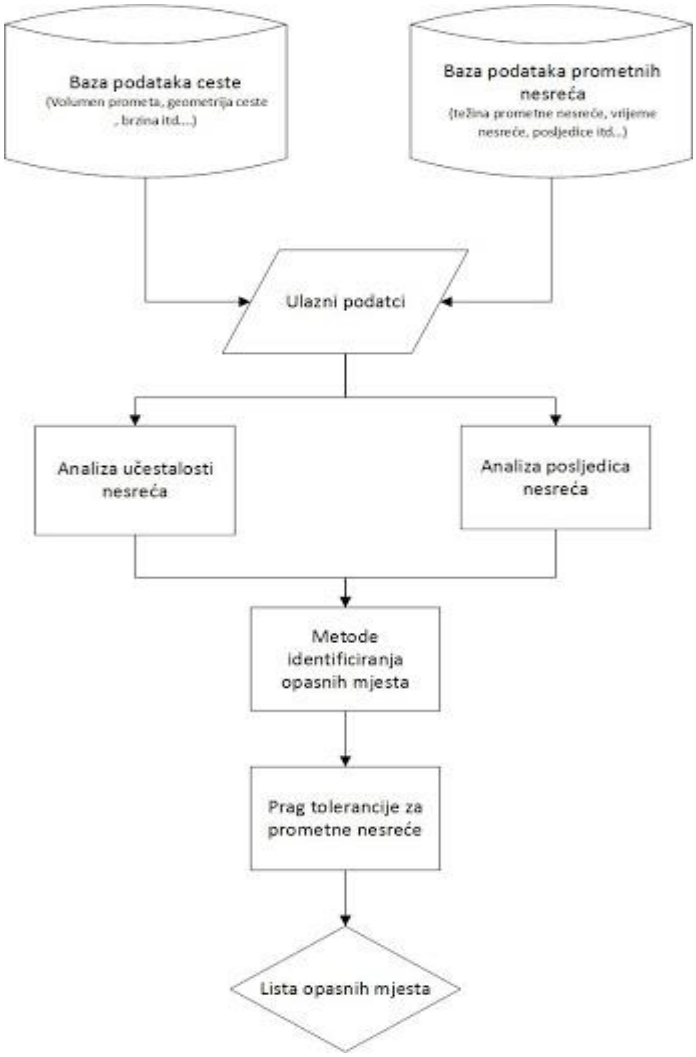
slučajevi, ozljede, oštećenja vozila i imovine, i slično), karakteristike vozila, vrijeme nastanka, mogući uzroci nesreće, itd.

Nakon što se podaci o prometnim nesrećama i elementima ceste objedine, postupak određivanja kritičnih točaka obično se sastoji od tri povezane komponente: analiza rizika (analiza učestalosti i težine prometnih nesreća, ovisno o primjeni), kriterij rangiranja i početna definicija. Komponenta za modeliranje rizika sastoji se od statističke analize ulaznih podataka (podaci prometnim nesrećama i elementima ceste) s ciljem izrade matematičkih izraza koji se mogu koristiti za procjenu rizika na svakoj lokaciji.

Ovisno o pojedinoj primjeni i dostupnim informacijama, nesreće se mogu klasificirati u konačan skup kategorija prema težini prometne nesreće (npr. smrtni ishod, nastanak ozljeda ili oštećenje imovine), vremensko razdoblje nastanka nesreće (npr. dan ili noć), doba godine (npr. nesreće u zimskim (snježnim) uvjetima) ili uzroci nezgoda (npr čimbenika povezanih ili nepovezanih s cestom poput nesreća alkoholom ili drugim opijatima, itd.).

Druga komponenta postupka određivanja kritičnih točaka sastoji se od definiranja mjera sigurnosti ili rangiranja kriterija, dobivena iz analize učestalosti i/ili težine nastanka prometnih nesreća. Ovisno o primjeni, rangiranje kriterija može uključivati učestalost ili težinu nastanka prometne nesreće ili kombinaciju navedenog. Nakon što su lokacije rangirane, na temelju određenih mjera sigurnosti, popis kritičnih točaka određuje se prema unaprijed specificiranom i/ili proračunskim ograničenjima.

Kritične točke zatim se definiraju kao lokacije koje pokazuju veću učestalost prometnih nesreća i/ili veće posljedice nego uspostavljene norme, ili predstavljaju lokacije prekobrojnog događaja određene vrste nesreća. Granična specifikacija ima važnu ulogu u određivanju kritičnih lokacija kojeg treba uzeti u obzir prilikom intervencije iz područja sigurnosti. Neodgovarajuće granične definicije mogu dovesti do pogrešne klasifikacije lokacija, što dovodi do suboptimalne alokacije raspoloživih resursa. Na primjer, odabirom popisa s velikim brojem neopasnih lokacija može dovesti do nepotrebnog trošenja resursa, dok isključivanje velik broja zaista opasnih lokacija može dovesti do neučinkovitog korištenja raspoloživih resursa, tj. može se dogoditi da prave kritične točke budu isključene iz inspekcije i implementacije protumjera.



Dijagram 1 Proces određivanja kritičnih točaka

6.2. Trenutne metode za određivanje opasnih mjesta

Kao što je ranije opisano, rangiranje i odabir opasnih mjesta prvi je korak prema uspostavi isplativog programa poboljšanja sigurnosti. Za ovu aktivnost, lokacije su obično razvrstane na temelju jednog ili više kriterija rangiranja, nakon čega se kritične lokacije određuju se prema unaprijed danim specifikacijama ili proračunskim ograničenjima. Nekoliko metoda predloženo je za navedenu aktivnost, a može biti klasificirano u dvije skupine: metoda na temelju "grubog" rizika i modelu rizika. S obzirom na ograničenja prve skupine, došlo je do povećanja interesa u primjeni metode bazirane na modelu rizika. Navedena metoda ima potencijal za prevladavanje neke od glavnih nedostataka pristupa temeljenog na "grubom"

riziku. U potpoglavljima koja slijede opisane su temeljene razlike u metodama za određivanje opasnih mjesta. [6]

6.2.1. Model temeljen na ''grubom'' riziku

Općenito govoreći, model koji se temelji na "grubom" riziku, naziva se još i naivnom metodom, sastoji se od identificiranja opasnih mjesta na temelju kriterija dobivenih iz promatranih lokacija prometnih nesreća u određenom vremenskom razdoblju, promatranog broja nesreća ili troškova uzrokovanih prometnim nesrećama pri razmatranju posljedica (Hauer, 1997; Miaou i Song, 2003). Na primjer, kada se analizira dionica ceste, promatrani kao identifikacijski kriteriji, za određivanje kritičnih točaka, koriste se: broj prometnih nesreća ili troškovi učestalosti nesreća po vozilu po prijeđenom kilometru. Slično tome, kada se radi o zonama raskrižja, kao kriteriji provjere često se uzima promatrani broj nesreća ili troškovi učestalosti nesreća po ulasku vozila. Nažalost, kriteriji "grubog" rizika imaju nekoliko nedostataka široko raspravljenih u raznim literaturama, kao što su:

- procjene "grubog" rizika mogu biti nedostatne, s velikim statističkim pogreškama,
- ne uzimaju u obzir mogućnost nelinearni odnosa između broja nesreća i mjera ekspozicije prometa,
- ignoriranje učinaka specifičnih obilježja lokacije (npr. geometrijska i prometna svojstva) na prometnu sigurnost lokacije.

Kao što je prepoznato od prometnih stručnjaka i polja sigurnosti (Hauer, 1997), pojava nesreća složen je fenomen kao rezultat interakcije mnogih faktora: ponašanje vozača, prometni uvjeti, geometrije ceste i vozila, te uvjeti okoline. Stoga, nesreća je slučajni događaji, kojem je nemoguće predvidjeti precizno vrijeme i lokaciju. Ovi događaji obično predstavljaju slučajne varijacije između lokacija, te tijekom vremena unutar specifične položaja. Jednostavni kriteriji poput "grubog" rizika nisu u mogućnosti slučajnosti povezane s pojavom nesreća u analizi.

Regresijom do srednje vrijednosti (RTM), naziva se statistička pojava navodeći da će nakon ekstremni događaj vjerojatno uslijediti manje ekstremni događaji. Vezano za prometnu sigurnost, ovaj koncept se odnosi na činjenicu da ako je određena lokacija odabrana za provedbu poboljšanja sigurnosti ima neobično velik broj nesreća u određenom razdoblju, onda je vjerojatno da će broj nesreća u narednom razdoblju biti manji, čak i ako nisu upotrjebljena sredstva za poboljšanje cestovne sigurnosti. RTM metoda prepoznata je i izvan područja sigurnosti prometa, i drugim poljima (npr. Persaud 1988, blag i Altman 1994). Uz RTM, upotreba procjene "grubog" rizika može dovesti do pogrešne klasifikacije lokacija. Na primjer, lokacije za koje predstavljaju neke ekstremne procjene nesreća mogu biti mjestima koja u stvarnosti će pokazati smanjenje nesreća i bez intervencije. [6]

6.2.2. Model temeljen na riziku

Prepoznajući nedostatke pristupa "grubog"rizika, stručnjaci iz polja sigurnosti u prometu pokazali su kontinuiranu interes u primjeni pristupa modela rizika u teoriji vjerojatnosti. Ovaj pristup sastoji se od sustavne analize ulaznih podataka u svrhu razvoja učestalost nesreća i posljedica modela ta temelju kojih su izgrađeni dio rangiranja. Na primjer, cilj učestalosti nesreća je razviti statističke modele koji objašnjavaju kako vidljive tako i nevidljive razlike u prosječnim brojem nesreća na pojedinim opasnim mjestima. Ove varijacije mogu se pripisati specifičnim atributima na lokacijama i neobjašnjivim događajima(na primjer, Heydecker i Wu, 2001, Schleter et al, 1997). Iako su objavljeni radovi na temu identifikacije opasnih mjesta u kojima je uglavnom fokusirano na razvoj modela učestalosti nesreća, nekoliko probranih studija razvili su ozbiljne modele prateći dvodimenzionalni pristup rizika. Ovaj pristupom se pretpostavlja da se pojava nesreća najbolje opisuje umnoškom učestalosti broja nesreća i ozbiljnosti nesreća odnosno posljedica nesreće. Jedan od načina da se ozbiljnost nesreće uvrsti u analizu sastoji se od kalibriranja statističkog modela koji se odnose na ozbiljnost prometne nesreće s čimbenicima kao lokacija prometne nesreće, geometriji ceste, ograničenju brzine, površine i vremenskim uvjetima, itd. (Nassar i ostali, 1996; Saccomanno et al, 2004; Shankar i sur, 2003). U ovoj fazi, cilj je identificirati čimbenike koji u velikoj mjeri utječu na veliku smrtnost ili teške ozljede koji su posljedica nesreće. [6]

6.3.Kriteriji za identificiranje opasnih mjesta

Nakon što su statistički modeli razvijeni od ulaznih podataka, raznih metoda ili kriterija predloženi su u literaturi kako bi se identificirala opasna mjesta (Hauer i Persaud 1987, Schlüter et al, 1997; Persaud et al, 1999; Heydeker i Wu, 2001; Miaou i Song, 2005), uključujući:

1) očekivanje učestalosti nesreća,
2) vjerojatnost povećanja nesreća,
3) potencijalno smanjenje nesreća,
4) buduće očekivanje od rangiranja.
5)

Procjena različitih nesreća može se dobiti kod razvrstavanja po broju nesreća, broju različitih težina nesreća ili drugim kvalifikacijama nesreća.

Nakon što su kriteriji za selekciju određeni, lista opasnih mjesta se može odrediti na temelju dva intuitivna strateška dokumenta u literaturi (Higle i Witkowski, 1988; Schlüter, 1997; Sayed, 1997; Hauer et al, 2004):

1) Odabir popisa lokacija temeljem prijelaza praga važnosti
2) Odabir popisa u skladu s proračunskim ograničenjima.

U strategiji baziranoj na proračunu, opasna mjesta se odabiru sekvencijalno sa popisa dok se svi resursi iz proračuna ne potroše. Jedan od glavnih ograničenja strategije bazirane na proračunu je to da bi moglo rezultirati velikim nepotrebnim brojem opasnih mjesta. Primjerice

, strategija može uključiti mjesta koja nisu od velike važnosti za intervenciju. Odnosno, strategija bi tako mogla proizvesti popis opasnih mjesta koja ignoriraju opasna mjesta sa velikim rizikom od prometnih nesreća. [6]

U strategiji baziranoj na pragu važnosti želimo utvrditi popis opasnih mjesta koja prelaze određene vrijednosti praga, primjerice , sve lokacije imaju visoki postotak (na primjer više od 80%) koji premašuje kritične vrijednosti i standardne norme. Ova strategija osigurava izbor popis lokacija koje se smatraju opasnim u nekoj kritičnoj razini, s neodređenim brojem lokacija koje će biti izabrane. To je najprikladnije strategije kada primjenom lokalnih politika sigurnosti koji propisuju razinu tolerancije rizika nesreća

7. Zaključak

U ovome radu prikazani su osnovni koraci razvoja planova za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa u sklopu redovnog održavanja cesta. Primjenom odgovarajućih investicijskih planova u sustavu održavanja cesta mogu se ostvariti velike uštede prilikom izvođenja radova tijekom redovnog i izvanrednog održavanja cesta te značajno smanjiti rizici od nastanka prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama.

Potrebno je izdvojiti velika financijska sredstva u održavanje cestovne mreže radi provođenja odgovarajućih mjera sanacije kako bi se svi segmenti postojeće cestovne mreže dugoročno održali na prihvatljivoj razini sigurnosti. Budući da su raspoloživa financijska sredstva namijenjena za održavanje cestovne mreže ograničena, potrebno je identificirati kritične komponente održavanja i intenzitet njihovog negativnog utjecaja na sigurnost u cestovnom prometu kako bi se što preciznije utvrdile adekvatne mjere sanacije i prioritet njihovog provođenja. rizik od nastanka prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama značajno bi se smanjio redovitom, kvalitetnom i organiziranom provedbom utvrđenih mjera sanacije.

Investicijski planovi trebaju sadržavati detaljan popis svih potencijalno opasnih mjesta na promatranoj cestovnoj mreži sa odgovarajućim mjerama potrebnim za njihovu sanaciju te troškovima njihove provedbe. Na temelju investicijskog plana utvrđuju se tehnički ispravne i ekonomski opravdane strategije održavanja i rehabilitiranja cestovne mreže pri čemu se definiraju vremenski periodi u kojima je potrebno realizirati pojedine aktivnosti održavanja i rehabilitiranja individualnih segmenata cestovne mreže sa procijenjenim troškovima njihove provedbe. Opisanim načinom kvantificiraju se ključni sigurnosni i ekonomski parametri na temelju kojih organizacije nadležne za upravljanje, građenje i održavanje cestovne mreže kvalitetnije i učinkovitije provode aktivnosti planiranja vremena provedbe i procjene troškova specificiranih radova održavanja na segmentima promatrane cestovne mreže.

Nakon saniranja utvrđenih opasnih mjesta provedbom mjera navedenih u investicijskom planu, nužno je pratiti učinkovitost rješenja na smanjenje prometnih nesreća. Evaluaciju sanacije moguće je provesti praćenjem trenutnog broja prometnih nezgoda i njihovim uspoređivanjem s onima u prethodnom vremenu. Nakon sanacije i popravka cestovnih dionica s velikim brojem prometnih nesreća, trebaju se radi prevencije obavljati i odgovarajuće sigurnosne provjere.

Rangiranjem utvrđenih opasnih mjesta na temelju utvrđenih vrijednosti omjera koristi i troškova moguće je utvrditi konačnu tablicu i kartu prioriteta za provođenje definiranih mjera sanacije na pojedinim segmentima promatrane cestovne mreže.

Na takav se način osigurava da se raspoloživa novčana sredstava prvenstveno iskoriste za sanaciju kritičnih elemenata cestovne mreže, dok se preostala opasna mjesta saniraju u sekundarnoj fazi procesa održavanja. Ovakav pristup osigurava postizanje optimalnog iskorištenja trenutno raspoloživih novčanih sredstva sa maksimizacijom relevantnih sigurnosnih parametara cestovne mreže i minimizacijom troškova generiranih nastankom prometnih nesreća i ostalih incidentnih situacija u cestovnom prometnom sustavu.

Literatura

1) SENSoR project results: Star Rating Roads for Safety, Results for Consultation with Stakeholders, Faculty of Transport and traffic sciences, Transport planning department, Zagreb, 2014.
2) Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2014., XLI. godina, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb 2015.
3) Pećnik H., Lisicin G., Ševrović, M. EuroRAP - Mapiranje rizika na glavnim cestovnim pravcima RH., Zbornik radova 5. Hrvatskog kongresa o cestama. Cavtat: Hrvatsko društvo za ceste Via vita, pp. 57, 11/2011.
4) Dadić I., Ševrović M. et al., Analiza sigurnosti prometa na autocestama A8 i A9 prema RPS metodologiji Eurorapa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012
5) Radosović G., Ševrović M., Brčić D., Jovanović B., Planovi za podizanje razine sigurnosti cestovnog prometa u sklopu redovnog održavanja cesta, 11. Međunarodna konferencija "Bezbednost saobraćaja u lokalnoj zajednici", Vrnjačka Banja, Republika Srbija, travanj 2016.
6) Miranda-Moreno, L. F., Statistical Models and Methods for Identifying Hazardous Locations for Safety Improvements, doktorski rad,University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 2006
7) Agarwal, P. K., Jain, V., Bhawsar, U., Development of A Hierarchical Structure to Identify Critical Maintenance Components Affecting Road Safety. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2013a, 104, 292-301.
8) Agarwal, P. K., Patil, P. K., & Mehar, R., A methodology for ranking road safety hazardous locations using analytical hierarchy process. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2013b, 104, 1030-1037.
9) Erdogan, S., Yilmaz, I., Baybura, T., Gullu, M., Geographical Information Systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar, 2008, Accid. Anal. Prev. 40, 174–181.
10) Garber, N. J., & Wu, L., Stochastic models relating crash probabilities with geometric and corresponding traffic characteristics data (No. UVACTS-5-15-74,). Center for Transportation Studies at the University of Virginia, 2001.
11) Kumaresan, V., Vasudevan, V., Nambisan S., Development of a GIS-based Traffic Safety Analysis System, Annual ESRI International User Conference, San Diego, CA, USA, 2009, July 13–17.
12) Legac, I., Cestovne prometnice I. Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
13) Liang, Y.L., Ma'some, D.M., Hua, L.T., Traffic accident application using Geographic Information System, J. Eastern Asia Soc. Transport., 2005, Stud. 6, 3574–3589.

14) Quddus, M. A., Time series count data models: an empirical application to traffic accidents. Accident Analysis & Prevention, 2008, 40(5), 1732-1741.
15) Rodrigues, D. S., Ribeiro, P. J. G., da Silva Nogueira, I. C., Safety classification using GIS in decision-making process to define priority road interventions. Journal of Transport Geography, 2015, 43, 101-110.
16) Road Safety Manual, World Road Association (PIARC), 2004.
17) J. Bradford, Star Rating Roads for Safety: The iRAP Methodology, 2009.
18) J. Marden, C. Moore, EuroRAP Performance Tracking Manual, Road Safety Foundation, Brussels, 2013.
19) J. Bradford, Accessing Results Using ViDA: A Tour for Reader Account Holders, Road Safety Foundation, Brussels, 2014.
20) McMahon, Dahdah: The True Costs of Road Crashes, iRAP, 2010.
21) SENSoR project results: Star Rating Roads for Safety, Results for Consultation with Stakeholders, Faculty of Transport and traffic sciences, Transport planning department, Zagreb, 2014.
22) http://www.mup.hr/UserDocsImages/statistika/2015/bilten%20za%202014.pdf
23) http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-10-343_en.htm
24) http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0015/43314/E92789.pdf
25) http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/vademecum_2015.pdf
26) http://www.roadsafetymayo.ie/CausesofAccidents/
27) http://ec.europa.eu/transport/road_safety/enforcement/doc/full_impact_assessment_en.pdf
28) http://archive.etsc.eu/documents/08.13%20-%20Seat%20belt%20reminders.pdf
29) http://www.underyourinfluence.org/seat-belts-save

Popis slika

Slika 1 Prikaz smrtno stradalih u zemljama članicama EU 5

Slika 2 Protokoli za poboljšanje sigurnosti cesta 11

Slika 3 Proces korišten kod ocjenjivanja i investicijskih planova sigurnijih cesta (iRAP)..... 12

Slika 4 Struktura Svjetske cestarske udruge 17

Slika 5 Procjena utjecaja ceste na sigurnost prometa..... 20

Slika 6 Prikaz postupka utvrđivanja opasnih mjesta na cestovnoj mreži i odabira odgovarajućih mjera sanacije. 32

Slika 7 Proces razvoja investicijskih planova 35

Slika 8 Tri stupnja postupaka za poboljšanje sigurnosti kritičnih točaka 39

Popis grafikona

Grafikon 1 EU postotak smanjenja prometnih nesreća i stradalih u prometu od 2001. do 2011. godine 6

Grafikon 2 Prometne nesreće i stradali u prometu 6

Grafikon 3 Kretanje stvarnog i očekivanog koeficijenta smrtnosti u prometu u razdoblju od 2011. do 2020. godine 7

Grafikon 4 Vrste prometnih nesreća 8

Popis tablica

Tablica 1 Ocjenjivanje rizika 15

Popis dijagrama

Dijagram 1 Proces određivanja kritičnih točaka 41