Analiza prometne opreme i elementi zaštite na državnoj cesti D1

Ilijaš, Josip Ferdinand

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:811527

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Josip Ferdinand Ilijaš

ANALIZA PROMETNE OPREME I ELEMENTI ZAŠTITE NA DRŽAVNOJ CESTI D1

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 3. travnja 2018.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Cestovne prometnice I**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 4660

Pristupnik: **Josip Ferdinand Ilijaš (0135240416)**
Studij: Promet
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: **Analiza prometne opreme i elementi zaštite na državnoj cesti D1**

Opis zadatka:

U radu je potrebno navesti osnovne značajke državne ceste D1, te dati pregledni prikaz mjerodavne regulative vezano uz prometnu opremu i zaštitu ceste. Potom treba terenskim istraživanjem provjeriti način postavljanja i stanje prometne opreme, te elemenata zaštite na dionici D1 od graničnog prijelaza (GP) Macelj do odvojka za Zaprešić. Zaključno treba provesti analizu prometne opreme i elemenata zaštite na razmatranoj dionici, te dati kritički osvrt na istraženu problematiku.

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Dubravka Hozjan

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA PROMETNE OPREME I ELEMENTI ZAŠTITE NA DRŽAVNOJ CESTI D1

ANALYSIS OF TRAFFIC EQUIPMENT AND PROTECTION ELEMENTS ON STATE ROAD D1

Mentor: izv.prof.dr.sc. Dubravka Hozjan

Student: Josip Ferdinand Ilijaš
JMBAG: 0135240416

Zagreb, rujan 2018.

SAŽETAK:

Prometna oprema i elementi zaštite vrlo su bitni čimbenici sigurnosti cestovnog prometa. Njihovom analizom utvrđuje se stanje prometnice sa sigurnosnog aspekta i na taj način mogu se uvidjeti nedostaci te pokušati poboljšati stanje prometnice u pogledu sigurnosti prometa.

Upravo to je i predmet rada, analiza prometne opreme i elemenata zaštite na dionici državne ceste D1 od graničnog prijelaza Macelj do odvojka za Zaprešić kod poznatog trgovačkog centra „West Gate“. Prikazana je detaljna analiza dionice, prometne opreme i elemenata zaštite kao i zakonska regulativa. Na posljetku je kao zaključak dan kritički osvrt na provedenu analizu.

KLJUČNE RJEČI:

promet, prometna oprema, elementi zaštite, državna cesta

SUMMARY:

Traffic equipment and protection elements are very important factors for road traffic safety. Their analysis determines the condition of the road from the safety aspect allowing thus the drawbacks to be detected and an attempt to be made to improve the condition of the road in terms of safety.

This is precisely the subject of this work; the analysis of traffic equipment and protection elements on the section of the state road D1 from Macelj border crossing to the Zaprešić branch at the well-known shopping mall „West Gate“. The detailed analysis of the road section, traffic equipment and protection elements as well as legal regulations are presented in the work. Finally the conclusion provides a critical review of the preformed analysis.

KEY WORDS:

traffic, traffic equipment, protection elements, state road

Sadržaj

1. UVOD 1
2. ZNAČAJKE DRŽAVNE CESTE D1 3
   2.1. Značaj i karakteristike D1 5
   2.2. Sigurnost i struktura prometa 7
3. PREGLED MJERODAVNE REGULATIVE 13
4. PROMETNA OPREMA NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ 15
   4.1. Prometni znakovi 15
      4.1.1. Znakovi opasnosti 20
      4.1.2. Znakovi izričitih naredbi 20
      4.1.3. Znakovi obavijesti 21
      4.1.4. Dopunske ploče i ostali prometni znakovi 22
   4.2. Zaštitne odbojne ograde 23
   4.3. Ostala prometna oprema 27
5. ELEMENTI ZAŠTITE NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ 30
6. ANALIZA PROMETNE OPREME I ZAŠTITE NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ 33
   6.1. Analiza prometnih znakova 33
      6.1.1. Znakovi opasnosti 35
      6.1.2. Znakovi izričitih naredbi 38
      6.1.3. Znakovi obavijesti 39
      6.1.4. Dopunske ploče i ostali prometni znakovi 40
   6.2. Analiza zaštitnih odbojnih ograda 41
   6.3. Analiza ostale prometne opreme 44
   6.4. Analiza elemenata zaštite 50
7. ZAKLJUČAK 51

POPIS LITERATURE 52

POPIS KRATICA 54

POPIS SLIKA 55

POPIS TABLICA 57

POPIS GRAFIKONA 58

1. UVOD

Posljednjih nekoliko desetljeća razvojem tehnologije, ali i porastom broja stanovnika došlo je do ubrzanog razvoja prometa. Od svih oblika prometa najviše se razvio i proširio cestovni promet. To je jedini oblik prijevoza koji omogućuje prijevoz „od vrata do vrata“. S obzirom na činjenicu da sudionici u prometu nisu samo osobe koje se fizički kreću po prometnoj infrastrukturi već i osobe uz prometnice, prilikom projektiranja i razvoja prometnica mora se paziti na sigurnost svakog sudionika. U tome uvelike pomaže prometna oprema i elementi zaštite ceste koji uz sve ostale čimbenike povećavaju sigurnost prometa.

Završnim radom na temu „Analiza prometne opreme i elementi zaštite na dionici državne ceste D1“ provedena je navedena analiza od GP (graničnog prijelaza) Macelj do odvojka za Zaprešić. Pri provođenju analize upotrijebljena je metodologija terenskog istraživanja i ispitivanja cijele dionice. Podaci o prometnim znakovima dobiveni su iz Statistike prometnih znakova Zavoda za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti u Zagrebu. Temeljem dobivene statistike, provedenog terenskog istraživanja i ostalih izvora napravljena je analiza koja je detaljno opisana u 6. poglavlju.

Državna cesta D1 od velikog je značaja za Republiku Hrvatsku dok analizirani dio predstavlja veliki značaj za Krapinsko-zagorsku i Zagrebačku županiju. Radom su predstavljeni određeni problemi i nedostaci u prometnoj opremi i elementima zaštite u cilju poboljšanja njihovog stanja, a samim time i ostvarivanja veće sigurnosti cestovnog prometa.

Struktura rada podijeljena je u sedam cjelina i to:

1. UVOD
2. ZNAČAJKE DRŽAVNE CESTE D1
3. PREGLED MJERODAVNE REGULATIVE
4. PROMETNA OPREMA NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ
5. ELEMENTI ZAŠTITE NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ
6. ANALIZA PROMETNE OPREME I ZAŠTITE NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ
7. ZAKLJUČAK

U drugom poglavlju predstavljene su općenite informacije o analiziranoj dionici, podaci o broju vozila, strukturi prometa, broju prometnih nesreća i slično.

U trećem poglavlju navedeni su i kratko komentirani osnovni zakoni i pravilnici koji se odnose na prometnu opremu i zaštitu cesta.

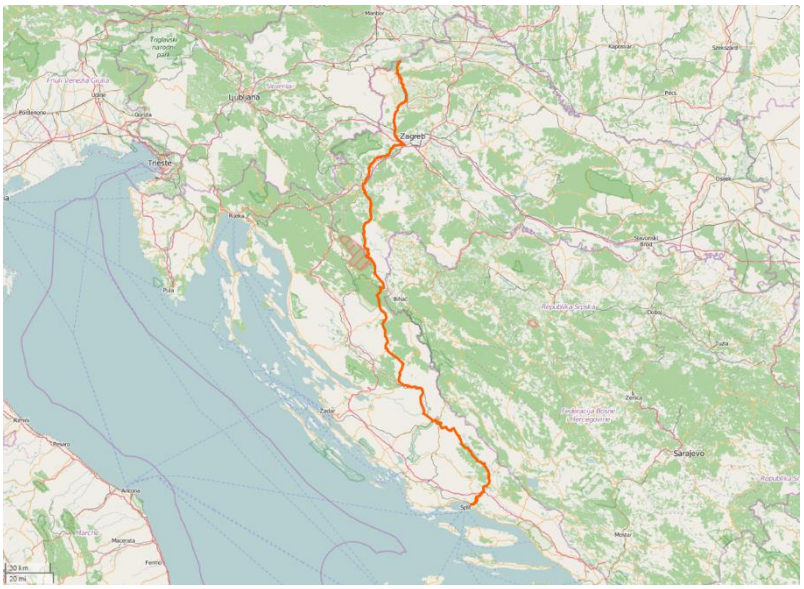
Osnovne značajke prometne opreme koja se primjenjuje na državnim cestama obrađene su u četvrtom poglavlju.

U petom poglavlju prikazani su svi elementi zaštite ceste poput snjegobrana, vjetrobrana i bukobrana – zaštita od buke. Ti elementi često se zanemaruju, a važan su element u pogledu sigurnosti cestovnog prometa.

Detaljna analiza prometnih znakova, sve ostale opreme i elemenata zaštite koji se nalaze na trasi dionice državne ceste D1 od GP Macelj do odvojka za Zaprešić prikazana je u šestom poglavlju.

2. ZNAČAJKE DRŽAVNE CESTE D1

Trasa državne ceste D1 započinje na graničnom prijelazu (GP) Macelj, a završava u gradu Splitu. Pri tome prolazi kroz brojna mjesta i gradove, a neki od njih su: Krapina, Zagreb, Karlovac, Gračac, Knin, Brnaze i drugi. Duljina trase D1 je 421,2 km te je po duljini druga najduža državna cesta u Republici Hrvatskoj. Na prvom mjestu nalazi se poznata „Jadranska magistrala" odnosno državna cesta D8. Duljina trase D8 je 643,8 km i proteže se od GP Pasjak preko Šapjane, Rijeke, Zadra, Splita, GP Klek, GP Zaton Doli, Dubrovnika sve do GP Karasovići. Ukupna duljina svih državnih cesta u Republici Hrvatskoj je 7097,7 km (podatak iz 2016. godine).[1] Trasa D1 prolazi različitim terenima, prvo brdovitim, na području Zagreba i Karlovca nizinskim, potom na području Like i Gorskog kotara brdovitim, a pred kraj trase jednim djelom planinskim terenom. Teren kojim se trasa ceste kreće bitan je pri određivanju projektne brzine (V_p) i najvećih dozvoljenih uzdužnih nagiba (s_{max}). Dionica državne ceste D1 koja je analizirana nalazi se većim djelom u brdovitom terenu pa je zbog toga projektna brzina 80 km/h, a najveći dopušteni uzdužni nagib je 6%.[2] Način kojim su dobiveni ovi podaci biti će prikazan u poglavlju *Pregled mjerodavne regulative*. Na slici 1. prikazana je cijela trasa D1, a na slici 2. analizirana dionica državne ceste D1 od GP Macelj do odvojka za Zaprešić.

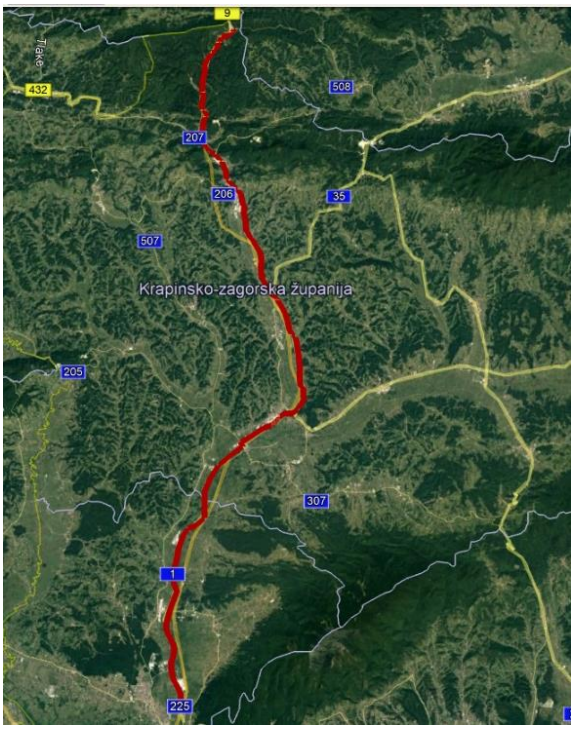


Slika 1. Trasa državne ceste D1

Izvor: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dr%C5%BEavna_cesta_D1-OSM_standrard_01.png

[1] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_10_96_2071.html

[2] Legac, I.: *Cestovne prometnice 1 – javne ceste*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., p.15



Slika 2. Analizirana dionica državne ceste D1

Državne ceste su od velikog značaja za državu iz razloga što povezuju cjelokupan prostor države i integriraju ga u europsku cestovnu mrežu.[3] Time se ostvaruje cestovna povezanost teritorija određene zemlje s cestovnom mrežom ostalih zemalja. Ovime se ostvaruje integracija cestovne mreže na određenom području.

Dionica državne ceste D1 koja je analizirana radom poznata je i pod nazivom „Zagorska magistrala“. Naziv je dobila jer je svojom izgradnjom sredinom 20. stoljeća povezala glavni grad Hrvatske s Hrvatskim zagorjem, a kasnije i sa Slovenijom. Ovaj naziv koristi se također i za željezničku prugu puštenu u promet 1886. godine koja povezuje Zagreb i Kotoribu, a indirektno i Budimpeštu s Rijekom.[4] Zagorska magistrala izgrađena je krajem 50-ih godina prošlog stoljeća kao moderna prometnica. Povezala je Zagreb sa Zabokom, kasnije je napravljen odvojak do Kumrovca. Nastavak do Krapine izgrađen je u drugoj polovici 60-ih godina, a obilazak Krapine do Đurmanca i Macelja početkom 70-ih. Konačan spoj sa Slovenijom i Mariborom završen je oko 1978. godine. Zanimljiva je činjenica da je prometnica bila izgrađena sa širokim prometnim trakovima i raskrižjima izvan razine (odnosno u dvije razine) čime je napravljena zapravo poluautocesta (stari termin za današnju brzu cestu) što je bilo vrlo suvremeno.[5] Kasnijim razvojem i dogradnjom okolnih sadržaja uz prometnicu dodana su raskrižja u razini i raskrižja s kružnim tokom prometa.

[3] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p.68.
[4] http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=66680
[5] http://pogledaj.to/drugestvari/kako-smo-gradili-autoput/

2.1. Značaj i karakteristike D1

Ova dionica od iznimnog je značaja i za Krapinsko-zagorsku županiju s gradom Krapinom kao glavnim gradom županije, ali i za grad Zagreb. Kako je to jedina državna cesta koja povezuje granicu sa Slovenijom, Krapinu i Zabok te ostala tranzitna mjesta s glavnim gradom Hrvatske od iznimnog je značenja sa stajališta gospodarstva i ekonomije. Brojne gospodarske zone i tvrtke koje se nalaze uz trasu prometnice, ali i intenzivan tranzitni promet, potpomaže gospodarstvu i isplativosti ove prometnice. Također valja spomenuti i osobni putnički promet kojim ljudi svakodnevno putuju na posao iz smjera Zagorja prema Zagrebu ili obrnuto. Jedini alternativni prometni pravac uz navedeni je autocesta A2 Zagreb – Macelj, no kako se za korištenje autoceste plaća naknada u obliku cestarine mnogi radije biraju Zagorsku magistralu.

Neke od tvrtki koje se nalaze uz promatranu dionicu jesu: Unijapapir Zagreb d.o.o., Zaprešićanka d.o.o., ROFIX d.o.o., LAGERMAX AED CROATIA, BAUER d.o.o., Kamenolom Gorjak d.o.o. i brojni drugi. Od poduzetničkih zona najistaknutija je Krapina Nova. Poduzetnička zona Krapina Nova-Zapad prostire se na 43 hektara (ha) površine te se nalazi zapadno od željezničke pruge ispod stambenog naselja Bobovje i Pristava Krapinska do autoceste A2 Zagreb – Macelj. Prometna povezanost ove poduzetničke zone ostvarena je nadvožnjakom preko željezničke pruge s D1 kod naselja Polje Krapinsko i na oko 1 km udaljenosti je od čvora Krapina na autocesti A2. S centrom Krapine povezana je ulicom Frana Galovića i cestom naselja Bobovje. Sastoji se od trinaest parcela od kojih su sve prodane poduzetnicima i trenutno je većina u izgradnji dok na pet parcela djeluje pet gospodarskih subjekata.[6] [7]

Dionica državne ceste D1 na analiziranom dijelu od GP Macelj do kružnog toka za Nove Dvore je dvosmjerna dvotračna cesta, a na dijelu od kružnog toka za Nove Dvore do odvojka za Zaprešić u duljini od oko 2,5 km ima dva kolnika odvojena središnjim razdjelnim pojasom s po dva prometna traka, a svaki je kolnik namijenjen za jedan smjer kretanja. Od GP Macelj do Polja Krapinskog širina prometnog traka je 3,60 metara. Na idućem dijelu dionice od Polja Krapinskog do križanja s ulicom Matije Gubca kod Zaboka širina prometnog traka je 3,20 metara. Od kružnog toka u Mokricama do kružnog toka prema Novim Dvorima kod Zaprešića širina prometnog traka je 3,70 metara. I na dijelu od kružnog toka prema Novim Dvorima do kraja analizirane dionice D1 širina prometnog traka je 3,50 metara, a širina razdjelnog pojasa između dvije kolničke trake je 1,90 metara. Izmjerene širine prometnih trakova odstupaju od standardnih širina koje se određuju prema projektnoj brzini (V_p). Na slici 3. prikazane su dionice s dva (slika 3.a) i sa četiri (slika 3.b) prometna traka na analiziranoj cesti.

[6] http://www.krapina.hr/gospodarstvo/gospodarstvo-u-krapini
[7] http://www.aik-invest.hr/zone/poslovna-zona-krapina-nova-zapad/




a) dva prometna traka u naselju Luka b) četiri prometna traka u blizini centra West Gate

Slika 3. Prikaz kolnika i prometnih trakova na analiziranoj dionici

Prema *Odluci o donošenju Programa građenja i održavanja javnih cesta za razdoblje od 2017. do 2020. godine (NN 47/17)* u periodu od 2013. do 2016. godine u državne ceste uloženo je oko 6,54 milijarde kuna. U izgradnju je planirano ulaganje od 5,8 mlrd. kuna, a ostvareno je ulaganje od 2,6 mlrd. U područje poboljšanja i obnove planirano je ulaganje od skoro 3 mlrd. kuna, a ostvareno je svega 2,2 mlrd. U redovito održavanje trebalo se izdvojiti 1,7 mlrd. kuna, a ostvareno je ulaganje od 1,6 mlrd. kuna.[8] Sredinom 2012. godine započela je rekonstrukcija državne ceste D1 od Mokrica (čvor Zabok) do odvojka za Zaprešić u duljini od 16,5 km. Obnova je trajala dvadeset mjeseci i vrijednost obnove je 51 milijun kuna. Rekonstrukcijom je povećana sigurnost i kvaliteta prometovanja na ovoj dionici. Obnovom je zamijenjen asfalt, kolnik je proširen, dodane su zaštitne ograde na većem dijelu dionice, uređena su raskrižja, signalizacija i drugi značajni elementi. Uređenjem zagorska magistrala nije postala nešto brža jer je ograničenje brzine u područjima raskrižja postavljeno na 60 km/h, a u područjima gdje postoji opasnost od naleta na divljač ograničenje brzine je 70 km/h. Na taj se način osigurala brza i jeftinija povezanost Hrvatskog zagorja sa Zagrebom što je vrlo bitno za gospodarsku i društvenu razvijenost. [9] Još jedna značajna rekonstrukcija je rekonstrukcija obilaznice grada Zaboka u duljini od oko 5 km do ponovnog spajanja s D1.

[8] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_05_47_1096.html
[9] http://vijesti.hrt.hr/223932/otvorena-nova-stara-zagorska-magistrala

2.2. Sigurnost i struktura prometa

Brojenje prometa osnovica je za planiranje prometa. Rezultatima brojenja dobiva se uvid o prometnom opterećenju pojedine prometnice – statičko brojenje, ali i o smjeru pružanja prometa (izvor – cilj) – dinamičko brojenje. Statičko brojenje provodi se ručno ili uz pomoć automatskog uređaja za brojenje. Prednost ovakvog brojenja je da se ne ometa prometni tok. Dinamičko brojenje podrazumijeva komunikaciju s vozačima ili zaustavljanje vozila radi dijeljenja znački, naljepnica i sl. Pri tome se usporava i ometa prometni tok. Najpogodnije je statičko automatsko brojanje prometa pomoću indukcijskih petlji, odnosno detektora vozila. Na taj način se ne ometa promet, ne mora se biti prisutan prilikom provođenja samog brojenja, nema vremenskih ograničenja i dobiva se točan podatak o prometnom opterećenju na pojedinoj dionici ceste. Detektori za vozila mogu brojati osovine ili sama vozila. Najčešće su u uporabi detektori koji broje vozila i to induktivni s petljom. Ovakav detektor radi na elektromagnetskom principu, a sastoji se od: detektorske induktivne petlje i detektorskog pojačala. Petlja se ugrađuje u gornji sloj asfalta pojedinog prometnog traka na dubini od oko 10 centimetara. [10]

Državnom cestom D1 u najvećoj mjeri dakako prometuju osobna vozila, no zabilježen je i veliki broj tegljača i kamiona. U Republici Hrvatskoj izdaje se godišnja publikacija brojenja prometa. Naručitelj publikacije jesu Hrvatske ceste d.o.o., a izdavač je tvrtka Prometis d.o.o. Prvo izdanje bilo je tiskano 1972. godine na 58 stacionarnih automatskih brojila. Godine 1998. sustav se modernizirao tako da prepoznaje tip vozila (osobno, kombi, kamion, tegljač i sl.). [11]

Na promatranoj dionici državne ceste D1 vodi se neprekidno automatsko brojenje prometa. Provodi se na pet lokacija pomoću induktivne petlje u kolniku. Lokacije brojenja su: Macelj, Đurmanec, Čveki, Veliko Trgovišće i Pojatno. Na analiziranoj prometnici se posljednjih godina uviđa porast i prosječnog godišnjeg dnevnog prometa (PGDP), ali i prosječnog ljetnog dnevnog prometa (PLDP). PGDP je odnos ukupnog broja vozila koja prođu promatranim poprečnim presjekom ceste u godini dana i broja dana u godini – 365. PLDP je odnos ukupnog broja vozila koja prođu promatranim poprečnim presjekom ceste u određenom razdoblju i broja dana promatranog razdoblja. U Republici Hrvatskoj od velike važnosti je upravo PLDP zbog turističke sezone i većeg broja vozila upravo u tim mjesecima. Na lokacijama na kojima se provodi brojenje dakako prevladavaju osobna vozila, ali dosta veliki udio čine i teretna vozila i tegljači. U sljedećim tablicama (tablica 1. – 5.) detaljno je prikazan broj vozila prema njihovoj strukturi na pojedinom brojačkom mjestu (prikazani podaci su iz 2017. godine). Skupine vozila koje su prikazane u tablicama su: A1 – motocikl, A2 – osobna vozila s ili bez prikolice, A3 – kombi-vozila s ili bez prikolice, B1 – manja teretna vozila, B2 – srednja teretna vozila, B3 – teška teretna vozila, B4 – teška teretna vozila s prikolicom, B5 – tegljači i C1 – autobusi. Brojačko mjesto Pojatno bilježi najveći broj teretnih vozila (9% od ukupnog PGDP-a) pri čemu tegljači čine oko 32%. Na brojačkom mjestu Pojatno pojavljuje se najveći broj vozila zbog pritoka iz okolnih gradova i sela.

---

[10] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p.75., 284.
[11] https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1455960/mod_resource/content/1/3%20%20predavanje%20CpI_2917_2018.pdf, autorizirana predavanja iz kolegija Cestovne prometnice 1

Tablica 1. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Macelj

	A1	*A2*	*A3*	*B1*	*B2*	*B3*	*B4*	*B5*	*C1*	**UKUPNO**
PGDP	13	1419	157	51	33	34	42	349	16	***2114***
PLDP	27	1663	186	53	35	37	43	399	16	***2459***

Izvor podataka: http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=46

Tablica 2. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Đurmanec

	A1	*A2*	*A3*	*B1*	*B2*	*B3*	*B4*	*B5*	*C1*	**UKUPNO**
PGDP	18	3486	252	86	55	70	72	337	8	***4384***
PLDP	35	3669	280	92	58	66	74	333	8	***4615***

Izvor podataka: http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=46

Tablica 3. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Čveki

	A1	*A2*	*A3*	*B1*	*B2*	*B3*	*B4*	*B5*	*C1*	**UKUPNO**
PGDP	119	4436	246	90	91	53	45	159	12	***5251***
PLDP	164	4682	266	103	101	58	56	199	8	***5637***

Izvor podataka: http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=46

Tablica 4. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Veliko Trgovišće

	A1	*A2*	*A3*	*B1*	*B2*	*B3*	*B4*	*B5*	*C1*	**UKUPNO**
PGDP	51	9411	749	296	196	122	92	456	39	***11412***
PLDP	87	9781	789	321	201	125	98	451	40	***11893***

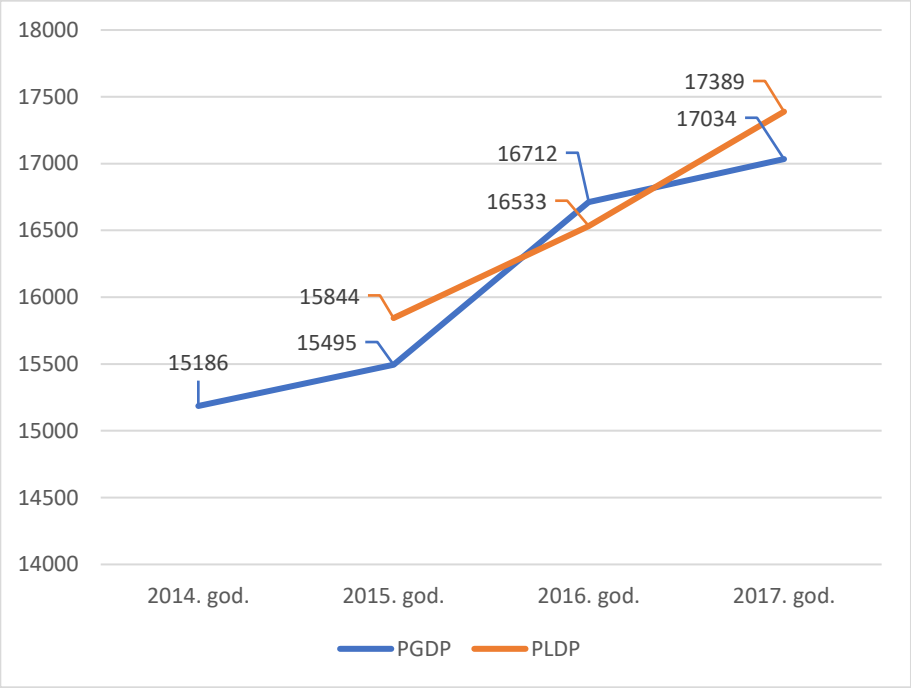
Izvor podataka: http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=46

Tablica 5. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Pojatno

	A1	*A2*	*A3*	*B1*	*B2*	*B3*	*B4*	*B5*	*C1*	**UKUPNO**
PGDP	79	14368	964	421	303	152	186	508	53	***17034***
PLDP	144	14610	1002	447	299	155	176	504	52	***17389***

Izvor podataka: http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=46

U razdoblju od 2014. godine do 2017. godine na dionici se uočava konstantan rast PGDP-a i PLDP-a što je vidljivo u grafičkom prikazu 1. Kao primjer opterećenja prometnice prikazan je rast prometa na brojačkom mjestu Pojatno zbog toga što na toj lokaciji dolazi do najvećeg protoka vozila i jer se radi o najnovijem brojaču na ovoj dionici, u uporabi od 2014. godine. Razlog povećanja protoka je zasigurno zadnja rekonstrukcija dionice oko Zaboka, ali i od Mokrica do odvojka za Zaprešić. Za 2014. godinu nema podataka o PLDP-u.



Grafikon 1. Prikaz PGDP-a i PLDP-a u razdoblju od 2014. – 2017. na brojačkom mjestu Pojatno

Izvor podataka: http://www.hrvatske-ceste.hr/default.aspx?id=46

„Prometna nesreća je događaj na cesti, izazvan kršenjem prometnih propisa, u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula, ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće, ili je izazvana materijalna šteta (…).“ [12] Državna cesta D1 kao i brojne druge državne, županijske i lokalne ceste, vrlo su opasne za vožnju, odnosno predstavljaju veliki rizik za vožnju. Zagorska magistrala bila je poznata pod nazivom „cesta smrti“ zbog iznimno velikog broja prometnih nesreća i poginulih osoba.

Analiza sigurnosti provedena je u sklopu projekta „EuroRAP“ u kojem je sudjelovao i Fakultet prometnih znanosti ispitujući kvalitetu i sigurnost prometne opreme i ceste u cijelosti. Projekt je na području Hrvatske započeo 2007. godine suradnjom Hrvatskog autokluba (HAK) koji je nositelj EuroRAP licencije i Fakulteta prometnih znanosti (FPZ). Kasnije je postao dio Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa kojeg je Vlada donijela 2011. godine u cilju poboljšanja kvalitete cestovne mreže i smanjenja broja smrtno

[12] Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN108/17, članak 2., stavak 86.

stradalih na prometnicama.[13] EuroRAP (The European Road Assessment Programme) je međunarodna neprofitna organizacija osnovana 1999. godine u Belgiji i posvećena je spašavanju ljudskih života u pogledu cestovne sigurnosti. Program ima za cilj smanjenje smrtnosti i ozbiljnih ozljeda kroz program sustavne procjene rizika kojim se identificiraju glavni nedostaci koji se mogu riješiti unapređenjem prometnice. Organizacija surađuje sa svima koji izravno utječu na sigurnost cestovnog prometa kao što su: društvo, proizvođači automobila, ministarstva i tijela državne vlasti koje imaju ovlasti u području cestovnog prometa. Time se nastoji potaknuti da procjena rizika bude u središtu strateških odluka koje su vezane za poboljšanje rute, zaštitu od sudara te donošenju standarada o upravljanju prometom. Članovi koji aktivno sudjeluju u radu EuroRAP-a su auto i *touring* klubovi, nacionalna i regionalna tijela koja upravljaju cestovnim prometom te razni ostali istraživači. Sufinancirana je sredstvima iz zaklade FIA (fra. Federation Internationale de l'Automobile – Međunarodna automobilistička federacija), Međunarodnog programa procjene putova (iRAP – International Road Assessment Programme) i Europske udruge proizvođača vozila (ACEA – European vehicle manufacturers' association). [14] Što se tiče protokola mapiranja rizika prometnice on je propisan s težnjom da u svim zemljama bude jednako određivanje i ocjena rizika. Na nacionalnoj razini bitan je zbog identifikacije opasnih mjesta i potrebe za njihovim saniranjem i unapređenjem. Na međunarodnoj razini omogućuje usporedbu cestovne sigurnosti među zemljama članicama programa. Mapiranje rizika služi za izradu karte rizika cestovne mreže s naznačenim razinama rizika i ocjenama kvalitete sigurnosti cestovnog prometa. Zvjezdice sigurnosti temelje se na provedenom terenskom istraživanju te pružaju jednostavnu i objektivnu mjeru cestovne sigurnosti za vozila, motocikliste, bicikliste i pješake. Pet zvjezdica označenih zelenom bojom predstavljaju najveću sigurnost, a jedna zvjezdica crne boje označava najmanju sigurnost, odnosno najveću opasnost od prometne nesreće. Koristeći posebno opremljena vozila, softvere i trenirane ispitivače i kodere, EuroRAP inspektori se fokusiraju na preko 50 značajki koje su najvjerojatnije da će izazvati prometnu nesreću; npr. način uređenja raskrižja, kvaliteta oznaka na kolniku, vidljivost prometnih znakova, kvaliteta i postojanost pješačkih i biciklističkih staza i sl. Inspekcija same prometnice sastoji se od dvije faze. Prva faza je vožnja određenim trasama posebnim vozilima koja fotografiraju prometnicu i njezinu okolinu. Druga faza je analiza slika i kodiranje potrebnih značajki na prijeđenoj trasi ceste. Nakon provedenog kodiranja cijele trase ceste s bitnim značajkama i informacijama o broju prometnih trakova, znakovima, biciklističkim i pješačim stazama i sl., prema protokolu se uspostavlja ocjena prometnice na svakih 100 metara duljine. Što se tiče vozila kojim se vrši ispitivanje, Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti posjeduje vlastito vozilo koje je opremljeno uređajima za provođenje ovakvog ispitivanja. Vozilo je prikazano na slici 4. Opremljeno je video rekorderom koji može snimati do brzine 110 km/h i georeferentnim uređajem s točnošću od 0,04 metra pri brzini od 5 km/h i 1,2 metra pri brzini od 130 km/h. [15] [16]

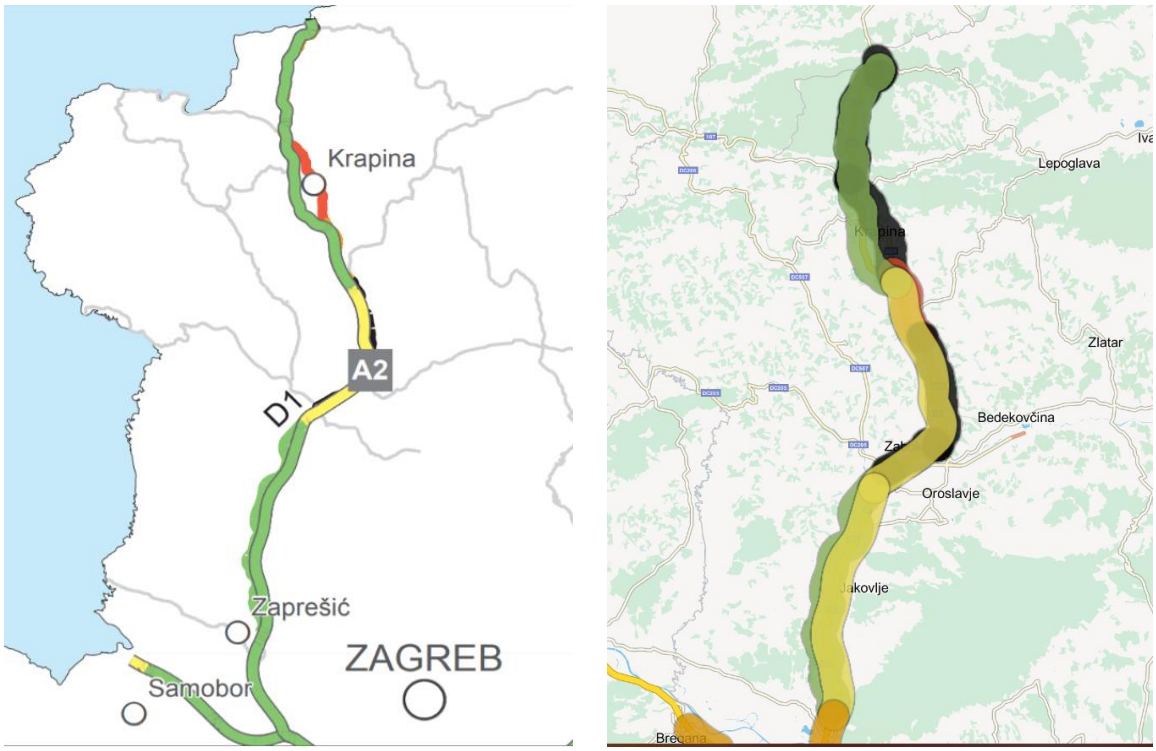
[13] https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/
[14] http://www.eurorap.org/about-us/
[15] http://www.eurorap.org/protocols/
[16] http://www.eurorap.org/wp-content/uploads/SENSoR-Star-Rating-Report_CRO_v0.60_sdl_20141212.pdf



Slika 4. Vozilo za ispitivanje rizika prometnica
Izvor: https://www.hak.hr/vijest/176/eurorap-mapa-rizika-za-3400-kilometara-nasih-cesta

Rekonstrukcijama određenih dionica državnih cesta u Republici Hrvatskoj stanje sigurnosti znatno se poboljšalo. Mapiranjem rizika obuhvaćaju se podaci o prometnoj infrastrukturi, prometnim nesrećama i intenzitetu prometa. Prvo mapiranje provedeno je u razdoblju od 2007. do 2009. godine. Rizik od događanja prometne nesreće podijeljen je u pet kategorija: visoki, srednje visoki, srednji, niski srednji/*srednje niski* i niski. Rezultati provedene analize doveli su do zaključka da su autoceste u dosta dobrom stanju i sigurne su za odvijanje prometa dok državne ceste s druge strane predstavljaju veliki rizik. Druga karta rizika napravljena je u razdoblju od 2010. do 2012. godine i predstavlja znatna poboljšanja u pogledu sigurnosti cestovnog prometa i smanjenje rizika od prometne nesreće na dionicama državnih cesta koje su rekonstruirane. Samo za usporedbu u prvom mapiranju oko 40% svih državnih cesta imalo je visoki rizik od prometne nesreće, a u drugom svega 11%.[17] [18] Na slici 5. vidljivo je znatno pogoršanje u ocjeni sigurnosti na državnoj cesti D1 koja je predmet rada posebice na području oko Krapine (u prvom mapiranju srednje visoki, a u drugom visoki rizik) te na području Svetog Križa Začretje (u prvom mapiranju srednji, a u drugom srednje visoki rizik). Rizik od prometne nesreće za period od 2007. do 2009. godine prikazan je na slici 5.a, a za period od 2010. do 2012. godine prikazan je na slici 5.b. Zelena boja na slikama označava najsigurniju dionicu. Žuta boja niski srednji/*srednje niski* rizik od nesreće, narančasta boja srednji, crvena boja srednje visoki i crna boja predstavlja visoki rizik od događanja prometne nesreće. Na dijelovima koji nisu rekonstruirani rizik od prometne nesreće se povećao i to znatno.

[17] https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/eurorap-karta-rizika-2007-2009/
[18] https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/karta-rizika-2010-2012



a) 2007-2009 b) 2010-2012

Slika 5. Karta rizika za analiziranu dionicu državne ceste D1

Izvori: https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/eurorap-karta-rizika-2007-2009/, https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/karta-rizika-2010-2012

S obzirom da nisu dostupni podaci o broju poginulih i broju prometnih nesreća na pojedinoj državnoj cesti u određenoj županiji, prikazati će se generalni podaci o broju prometnih nesreća i poginulih osoba na području krapinsko-zagorske županije. Na području ove županije u 2017. godini zabilježeno je 726 prometnih nesreća od čega je njih 477 s materijalnom štetom, 240 s ozlijeđenima i 9 s poginulim osobama. Od ukupnog broja prometnih nesreća u njima je poginulo 9 osoba, lakše ozlijeđeno je njih 303, a 68 osoba je teže ozlijeđeno. U usporedbi s 2016. godinom predstavlja pad ukupnog broja prometnih nesreća, ali rast broja poginulih i ozlijeđenih. U 2016. godini bilo je šest poginulih osoba, 66 teže i 287 lakše ozlijeđenih. Iako treba uzeti u obzir i podatak da se broj prometnih nesreća i broj poginulih smanjio na državnim cestama u periodu do 2016. godine. U godini 2011. poginule su 143 osobe, godinu poslije 118, 2013. godine 120 osoba, zatim se dogodio značajan pad na 93 poginule osobe 2014. godine, 2015. godine ponovo je došlo do povećanja broja poginulih na 104 osobe i 102 osobe godinu kasnije.[19] Upravo je porast broja poginulih osoba ono što treba zabrinuti prometne stručnjake i osobe koje se bave unapređenjem sigurnosti cestovnog prometa.

[19]https://www.mup.hr/public/documents/Statistika/Bilten%20o%20sigurnosti%20cestovnog%20prometa%20za%202016.%20godinu.pdf

3. PREGLED MJERODAVNE REGULATIVE

Brojni zakoni, propisi i pravilnici reguliraju promet, prometnu opremu i elemente zaštite i samu izgradnju ceste. Neki od tih zakona su: Zakon o cestama NN 84/11; Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN 67/08; Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05; Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa NN 110/01 i drugi.

U prethodnom poglavlju spomenuto je određivanje projektne brzine i najvećih dopuštenih uzdužnih nagiba što je bitan podatak za određivanje ograničene brzine i postavljanje odgovarajućeg prometnog znaka ograničenja. Temeljem *Pravilnika o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)* određuju se brojni čimbenici koji su bitni u projektiranju i izgradnji prometnica. Bitan podatak za postavljanje prometne opreme je projektna brzina, a ona se dobiva očitavanjem tablice 1.3.1. ovog Pravilnika. Za početak mora se poznavati broj vozila koji prolaze određenom prometnicom odnosno njezin PGDP te će se na taj način odrediti razred ceste. Nakon određenog razreda određuje se ograničenje prometnice s projektnog stajališta te se uzima za: nizinski teren – bez ograničenja, brežuljkasti teren – umjerena ograničenja, brdski teren – znatna ograničenja i planinski teren – velika ograničenja. Prema veličini motornog prometa dionica D1 spada u drugu kategoriju.[20] S tim podacima se očitava podatak o projektnoj brzini i najvećem dopuštenom uzdužnom nagibu iz tablice *Pravilnika o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)* prikazanoj na slici 6.

Tabl. 1.3.1. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete

PROMETNO -TEHNIČKO RAZVRSTAVANJE		PROJEKTNA BRZINA V_p (km/h) / NAGIB s_{max} (%)							
KAT.	Razina usluge	120 a.	100 b.	90 c.	80 d.	70 e.	60 f.	50 g.	40 h.
AC	C/D	≥120/4°	100/5*	90/5.5**	80/6***				
1. kat.	D		100/5.5°	90/5.5*	80/6**	70/7***			
2. kat.	D		100/5.5°	90/5.5*	80/6*	70/7**	60/8***		
3. kat.	E				80/7°	70/7*	60/8**	50/9***	
4. kat.	E					70/8°	60/9*	50/10**	40/11***
5. kat.	E						60/10°	50/11*	40/12** 40(30)/12***

OZNAKE:
° BEZ OGRANIČENJA BO
* UMJERENA OGRANIČENJA UO
** ZNATNA OGRANIČENJA ZO
*** VELIKA OGRANIČENJA VO

Vrijednost u zagradi primjenjuje se iznimno

Slika 6. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete
Izvor: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2001_12_110_1829.html

[20] Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, 1.3.

Za provođenje analize ovoga rada bitne su dvije mjerodavne regulative i to posebice Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05) te Zakon o cestama (NN 84/11).

Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama uređuje vrstu, dimenzije, značenje, oblik, boju i postavljanje prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama. U prometne znakove, signalizaciju i opremu cesta spadaju: prometni znakovi (znakovi opasnosti, izričitih naredbi, obavijesti; obavijesti za vođenje prometa; dopunske ploče i promjenjivi prometni znakovi), prometna svijetla i svjetlosne oznake, oznake na kolniku i drugim površinama, prometna oprema ceste (oprema za označavanje ruba kolnika; oprema za označavanje vrha prometnog otoka; oprema, znakovi i oznake za označavanje radova, prepreka i oštećenja kolnika; svjetlosne oznake za označavanje radova, drugih prepreka i oštećenja kolnika; oprema za vođenje i usmjerivanje prometa u području radova na cesti, prepreka i oštećenja kolnika; branici i polubranici; prometna zrcala; zaštitne odbojne ograde; ograda protiv zasljepljivanja; zaštitne žičane ograde; pješačke ograde; ublaživači udara; oznake za ručno upravljanje prometom), signalizacija i oprema za smirivanje prometa te turistička i ostala signalizacija koja je propisana posebnim pravilnikom. [21]

Zakon o cestama uređuje pravni status javnih cesta i nerazvrstanih cesta, način korištenja javnih cesta i nerazvrstanih cesta, planiranje građenja i održavanja javnih cesta, upravljanje javnim cestama, mjere za zaštitu javnih cesta i nerazvrstanih cesta i prometa na njima, koncesije, financije te nadzor. Ovaj zakon u skladu je s brojnim direktivama Europske unije. Javna cesta je javno dobro u općoj uporabi i u vlasništvu Republike Hrvatske. Javnu cestu čine:

- cestovne građevine – donji ustroj, tunel, vijadukt, most i sl.
- građevine za odvodnju i pročišćavanje otpadnih voda
- cestovno zemljište i zemljišni pojas s obiju strana prometnice za nesmetanu izgradnju i održavanje
- stabilni mjerni objekti i uređaji za nadzor vozila
- priključci na javnu cestu
- prometni znakovi i uređaji za nadzor i sigurno vođenje prometa i oprema ceste
- građevine i oprema za zaštitu ceste – snjegobrani, vjetrobrani, zaštita od buke i sl.

Podjela javnih cesta prema njihovom društvenom, gospodarskom i prometnom značaju je na: autoceste, državne ceste, županijske ceste i lokalne ceste. [22]

Dogradnja sustava i održavanje javnih cesta u nadležnosti je državno-pravnih subjekata. Autoceste su pod ingerencijom Hrvatskih autocesta (HAC d.o.o.), državne ceste pod ingerencijom Hrvatskih cesta (HC d.o.o.) dok su županijske i lokalne ceste pod nadzorom Županijskih uprava za ceste (ŽUC). Nerazvrstane ceste ostavljene su jedinicama lokalne samouprave na nadzor i upravljanje. [23]

---

[21] https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_03_33_662.html
[22] https://www.zakon.hr/z/244/Zakon-o-cestama
[23]https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1436012/mod_resource/content/1/Planersko%20razvojne%20osnove.pdf, autorizirana predavanja iz kolegija Cestovne prometnice 1

4. PROMETNA OPREMA NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ

Nakon što se završe svi građevinski radovi u vezi izgradnje same prometnice obavlja se uređenje zemljišta uz cestu, čišćenje kolnika i uređaja za odvodnju te opremanje ceste prometnom signalizacijom i sigurnosnim uređajima.[24] Prometnu opremu i zaštitu prometnice čine svi uređaji koji omogućuju sigurno kretanje vozila i obavještavanje vozača o uvjetima na cesti. Dobrom opremom povećava se sigurnost vozača, a time i sigurnost sveukupnog prometa. Prometnu opremu ceste čine: prometni znakovi i signalizacija, ograde, živice, kolobrani, smjerokazni stupići, kilometarske oznake i ostalo. U užem smislu prometnom opremom smatra se: oprema za označavanje ruba kolnika; oprema i znakovi za označavanje prepreka, radova i oštećenja kolnika; oprema za vođenje i usmjeravanje prometa u zoni radova na cesti, označavanje prepreka i oštećenja kolnika; zaštitne ograde te ostala oprema koja je definirana Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (Pravilnik).[25]

4.1. Prometni znakovi

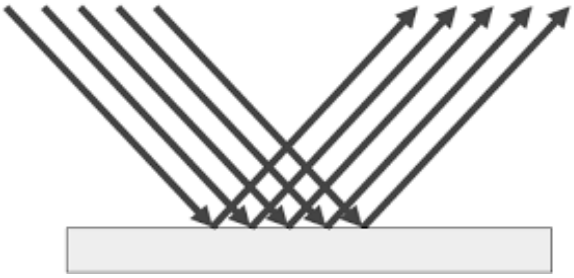
Prometni znakovi jedni su od najbitnijih elemenata prometne opreme u pogledu sigurnosti cestovnog prometa. Prvi službeni pravni akt kojim se uređuju prometni znakovi kao dio prometne opreme je međunarodna Konvencija o cestovnom i automobilskom prometu iz 1909. godine sklopljena u Parizu. Nju je slijedila poznata Ženevska konvencija iz 1949. godine kojom je donesen Protokol o signalizaciji na cestama. Izmjenama i dopunama Protokola 1968. godine koje je provela Međunarodna konferencija Organizacije ujedinjenih naroda o prometu na cestama, Protokol je doživio priznati pravni status u društvu. Kao jedna od najvažnijih preporuka svih održanih konvencija bila je činjenica da se značenje znakova prikazuje slikovito, a ne tekstualno kao do tada. Time se strancima u zemlji, ali i nepismenim ljudima zorno prikazuje značenje pojedinog znaka. Već prvom konvencijom uređen je oblik prometnih znakova dok je posljednjom uveden znak osmerokutnog oblika da se istakne i naglasi važnost. Znakovi se dijele u šest podskupina i to: znakovi opasnosti, znakovi izričitih naredbi, znakovi obavijesti, znakovi obavijesti za vođenje prometa, dopunske ploče i promjenjivi prometni znakovi. Vrlo je bitno držati se određenih normi i pravila postavljanja prometnih znakova. [26]

Pojam retrorefleksije vrlo je značajan posebno na cestama s velikim prometom gdje signalizacija koja je postavljena uz kolnik ili iznad kolnika, ali i signalizacija koja se nalazi na samoj prometnici, mora biti vidljiva u svakom trenutku. U uvjetima kiše, snijega, magle ili u uvjetima noćne vožnje, prometni znakovi i oznake na kolniku svojom retrorefleksijom moraju biti vidljivi sudionicima u prometu. Postoje tri vrste refleksije: zrcalna, difuzna i retrorefleksija.[27]

---

[24] Klemenčić, A., Korlaet, Ž.: *Ceste*, Fakultet građevinskih znanosti, Zagreb, 1985., p. 257.
[25] Legac, I.: *Cestovne prometnice 1 – javne ceste*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., p.123.
[26] https://www.prometna-zona.com/povijest-prometnih-znakova/
[27] http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Signalizacija_i_upravljanje_plovilima/Materijali/osnove_prometne_signalizacije.pdf

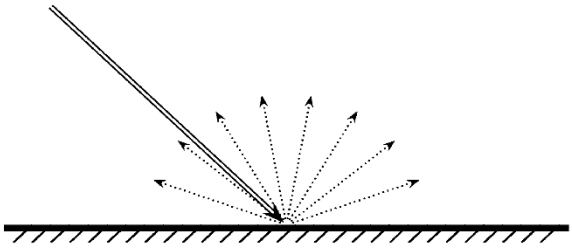
Zrcalna refleksija nastaje na mekanim i sjajnim podlogama. Jedino u uvjetima kada svjetlost ulazi pod pravim kutom ono se reflektira prema izvoru. Slika 7. prikazuje zrcalnu refleksiju.



Slika 7. Zrcalna refleksija

Izvor: http://materijali.grf.unizg.hr/media/6.%20vjezba_optika.pdf

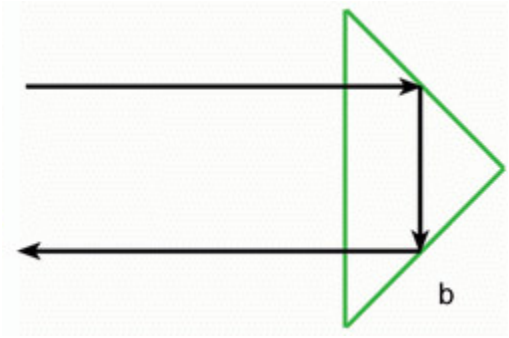
Difuzna refleksija nastaje u slučaju kada svjetlo obasja grube površine kao što su: kolnik, vozilo, odjeća i sl. Jedan manji dio svjetlosti se vraća prema izvoru dok se ostatak svjetlosti raspršuje u različitim stranama. Predmeti koji imaju ovakvu refleksiju noću su slabo vidljivi. Način raspršivanja svjetlosti prikazan je na slici 8.



Slika 8. Difuzna refleksija

Izvor: http://rg.c-hip.net/2014/seminari/car-corko-spoljaric/modeli.html

Retrorefleksija je sposobnost nekog materijala da svijetlost koju je primio od izvora vrati prema istom tom izvoru. U pogledu prometa može se reći da retroreflektirajući materijali vraćaju svjetlo koje dolazi od svjetala vozila u oči vozača. Na taj način vozač bolje uočava i prepoznaje predmet što je vrlo značajno s obzirom na činjenicu da preko 90% informacija čovjek zaprima organom vida. Dakle bez obzira na kut upada svjetlosti ono se uvijek vraća prema izvoru. Predmeti i materijali s ovakvom vrstom refleksije imaju odličnu vidljivost noću i u uvjetima smanjene vidljivosti. Slika 9. prikazuje retrorefleksiju.



Slika 9. Retrorefleksija

Izvor: http://www.fot-o-grafiti.hr/nauci/optika/totalna-refleksija

Postoje dvije vrste retrorefleksije, a to su: sferična i prizmatična. Sferična retrorefleksija se pojavljuje kod materijala koji se sastoje od staklenih kuglica takozvanih perli. Pri dolasku svjetlosti na staklenu kuglicu trak svjetlosti se lomi prilikom prolaska kroz prednju površinu i reflektira se na zrcalnoj strani iza kuglice. Tako reflektirani trak svjetlosti vraća se do prednje površine kuglice gdje se ponovno lomi i reflektira u smjeru izvora. Prizmatična retrorefleksija sastoji se od tri jednake okomite površine koje čine prizmu. Na tim površinama ulazni trak svjetlosti se lomi i reflektira se u smjeru izvora paralelno s trakom ulaznog svjetla. Upravo spomenute staklene kuglice i prizme vrlo malih dimenzija ugrađuju se u materijale kako bi se omogućila njihova retrorefleksija. U prometu se koristi kod opreme na cestama, prometnih znakova, oznaka na kolniku te kod označavanja vozila i osoba. [28] Slika 10. prikazuje sferičnu retrorefleksiju (slika 10.a) i prizmatičnu retrorefleksiju (slika 10.b).



a) sferična retrorefleksija b) prizmatična retrorefleksija

Slika 10. Vrste retrorefleksije

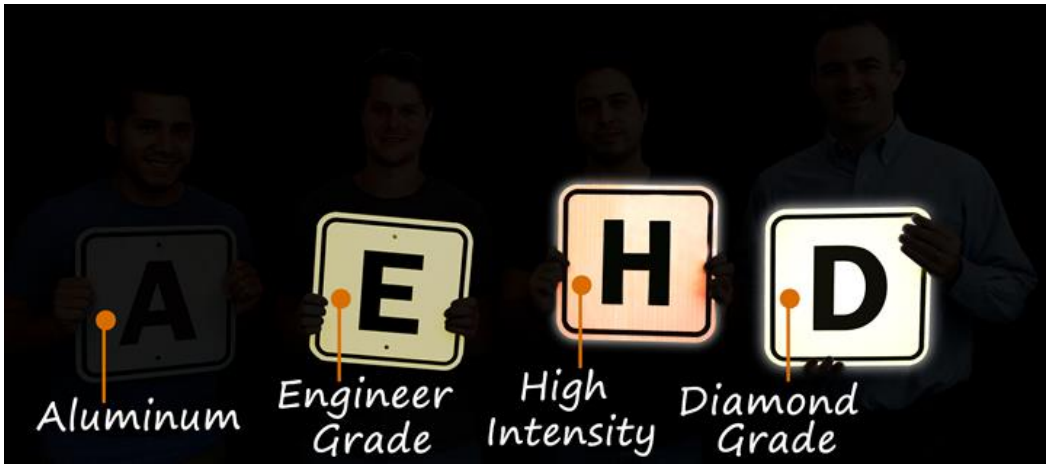
Izvor: http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Signalizacija_i_upravljanje_plovilima/Materijali/osnove_prometne_signalizacije.pdf

Godine 1939. u Minnesoti u Sjedinjenim Američkim Državama tvrtka „3M“ izradila je prve retroreflektirajuće materijale. Danas se primjenjuju tri tipa retroreflektirajućih materijala i to: materijal klase I – Engineer Grade, materijal klase II – High Intensity Grade i materijal klase III – Diamond Grade. Materijali klase I – Engineer Grade jesu reflektirajuće folije izrađene od trajnog materijala s uvezanim staklenim mikrokuglicama koje se danas primjenjuju u područjima slabijeg intenziteta prometa s manjim brzinama vožnje. Snaga retrorefleksije je 70 cd/lx/m^2, a jamstvo trajnosti je sedam godina. Dijelovi jedne takve folije su: gornji prozirni trajni sloj, staklena mikrokuglica, međuovojnica, reflektirajući sloj, nosivi sloj, ljepilo i zaštitni sloj. Sastoji se od oko 80 milijuna staklenih kuglica po kvadratnome metru. Materijali klase II – High Intensity Grade jesu reflektirajuće folije koje sadrže učahurene staklene mikrokuglice koje su trostruko sjajnije od onih klase I. Staklene kuglice su nalijepljene na plastični nosivi sloj, a njihov gornji dio se nalazi u zrakom ispunjenoj kapsuli koja je zatvorena s tankim prozirnim gornjim slojem. Snaga retrorefleksije je 250 cd/lx/m^2, a nakon 10 godina zadržavaju 80% prvotne sjajnosti. Sastoji se od: trajnog prozirnog gornjeg sloja, staklene mikrokuglice, reflektirajućeg sloja, nosivog sloja, ljepila i zaštitnog sloja. Materijal klase III – Diamond Grade je materijal izrađen od vrlo učinkovitih mikroprizama pomoću kojih su folije ove generacije trostruko sjajnije od folija klase II i deseterostruko sjajnije od folija klase I. Snaga retrorefleksije ove klase je 800 cd/lx/m^2 i ima jamstvo trajnosti od sedam godina. Zbog strukture materijal ove klase nešto je deblji u odnosu na materijale I i II klase, a to stvara dodatne probleme u procesu proizvodnje. Sastoji se od: trajnog gornjeg sloja, mikroprizma, nosivog sloja, ljepila i zaštitnog sloja. Postoje četiri tipa folije klase III i to:

[28] Ibid.

- V.I.P. (Visual Impact Performance) – ova folija omogućuje maksimalnu učinkovitost na kratkim udaljenostima i idealna je za signalizaciju u gradovima, pogodna je za znakove koji se nedvosmisleno moraju izdvojiti iz svjetlosnog okruženja.
- L.D.P. (Long Distance Performance) – specijalno razvijena folija za autoceste i brze ceste gdje su brzine znatno veće nego u gradovima. Ova folija ulazni trak svjetlosti reflektira na velike udaljenosti i zbog toga je pogodna za primjenu na cestama s velikim brzinama.
- Fluorescent – pomoću korištenja fluorescentnih boja folije ove vrste osim noću imaju povećanu vidljivost i danju.
- Diamond Grade Cubed – kombinira najbolje osobine folija vrste VIP i LDP pa se upotrebljava i na autocestama i brzim cestama te na gradskim prometnicama. [29]

Slika 11. prikazuje znakove na aluminijskom limu s različitim klasama retrorefleksije. Prvi znak s lijeva je obična boja, zatim je klase I pa klase II i zadnji znak s lijeva je klase III retrorefleksije. Na slici 12. prikazan je jedan prometni znak slikan noću.



Slika 11. Vidljivost različitih klasa retrorefleksije
Izvor: https://www.roadtrafficsigns.com/reflective-traffic-signs



Slika 12. Vidljivost prometnog znaka noću

[29] Ibid.

Osim same retrorefleksije znakova i opreme ceste, ali i oznaka na kolniku vrlo je važno te predmete izraditi prema propisanim normama i pravilnicima, ali isto tako ih pravilno postaviti kako bi u svakom trenutku bili vidljivi sudionicima u prometu. Boja, oblik i pravilno postavljeni prometni znakovi utječu na čovjekovu psihu, a samim time i na vrijeme reagiranja vozača. Kasno uočavanje prometnog znaka zbog primjerice drveta čije grane prekrivaju prometni znak, može rezultirati time da vozač ne spozna prepreku, obavijest ili zabranu i na taj način ugrozi sebe i/ili ostale sudionike u prometu. Stoga nije važno samo pravilno postaviti prometnu opremu nego i redovitim pregledima kontrolirati njezinu vidljivost, dostupnost i točnost.

Prometni znakovi svojom vrstom, oblikom, značenjem, bojom, veličinom i načinom postavljanja moraju biti u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (Pravilnik) te hrvatskim i europskim normama. Radi lakšeg uočavanja prometni znakovi obojeni su kontrastnim bojama, npr.: plava-bijela, zelena-bijela, žuta-crna, žuta-crvena i plava-žuta. U uvjetima noćne vožnje najbolje se vidi boja petroleja. [30] Prometni znakovi čija površina prelazi 2 m^2 izrađuju se u više segmenata i spajaju na mjestu postavljanja prometnog znaka. Pričvršćivanje prometnih znakova vrši se na način da s prednje strane nema vidljivih pričvršćenja i ono mora biti izvedeno tako da onemogući bilo kakvo okretanje prometnog znaka oko osi stupa. Vijci koji se pri tome koriste moraju biti osigurani od samoodvijanja. Prometni znakovi uglavnom se postavljaju na željezne cijevi koje su zaštićene od korozije postupkom vrućeg cinčanja. Uz to mogu se koristiti i aluminijski stupovi za znakove većih dimenzija. Također se koriste aluminijski nosači za montiranje znakova na stupove. Ukoliko je površina znaka do 8 m^2 koriste se dva aluminijska nosača, a ukoliko je preko 8 m^2 tada se koriste tri nosača. Prilikom postavljanja prometni znak treba zaokrenuti 3-5° u odnosu na os prometnice kako bi se izbjegla intenzivna refleksija. Na istom stupu ne smiju se postaviti više od dva prometna znaka. Stupovi na koje se postavljaju znakovi bili oni željezni ili aluminijski temelje se betonom određene kakvoće i na propisan način. [31]

Prometni znakovi izvan naselja postavljaju se na visini od 120 do 140 cm, osim određenih znakova obaveznog obilaženja, planinski prijevoj, rijeka, cestovna građevina, broj ceste, kilometarska oznaka i sl. koji se postavljaju na visinu od 80 do 120 cm. Prometni znakovi u naseljima koji se smještaju uz rub kolnika postavljaju se na visinu od 30 do 220 cm, dok se prometni znakovi smješteni iznad kolnika postavljaju na visinu od 450 cm tako da ne ulaze u slobodni profil prometnice. Visina i položaj samog prometnog znaka moraju biti takvi da ne ugrožavaju kretanje pješaka, ali i da ih pješaci i parkirani automobili ne zaklanjaju. Razmak između ruba kolnika i najbližeg ruba prometnog znaka mora iznositi najmanje 30 cm. [32]

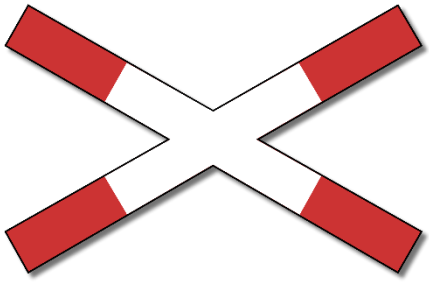
Prometni znakovi obavezno se postavljaju na raskrižjima u razini kod raskrižja cesta A i B kategorije dok na cestama C kategorije u manjoj mjeri ili po potrebi [33] (A – izvan naselja, funkcija povezivanja; B – ispred i unutar naselja, funkcija povezivanja; C – unutar naselja, funkcija povezivanja; D – unutar naselja, funkcija priključivanja[34]). Kod raskrižja s kružnim tokom prometa postoji obveza postavljanja određenih prometnih znakova koja je

[30] Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001., p. 35.
[31] https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/105/knjiga6.pdf, p. 9-2
[32] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05, čl. 11. i čl.14.
[33] Legac, I.: *Raskrižje javnih cesta – Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008., p.166
[34] Ibid., p.45

propisana Pravilnikom. Ono mora biti opremljeno: znakovima „raskrižje s cestom s prednošću prolaska“ (B01) te „kružni tok prometa“ (B62) koji moraju biti postavljeni netom prije isprekidane zaustavne crte; znakovima „obavezno obilaženje s desne strane“ (B59) i „ploča za označavanje prometnog otoka“ (K06) koji moraju biti postavljani na zajedničkom stupiću u razdjelnom otoku. Na unutarnjem dijelu razdjelnog otoka mogu se postaviti putokazi ili turistički znakovi i sl. Vrlo je važno pravodobno najaviti raskrižje određenim znakovima ograničenja brzine i upozorenja za nadolazeće raskrižje. Kod raskrižja izvan razine koristi se klasična signalizacija koja se na cestama više kategorije postavlja na portalima iznad kolnika, a posebnost su trakovi za ubrzavanje, usporavanje i preplitanje.[35]

4.1.1. Znakovi opasnosti

Znakovi opasnosti sudionicima prometa označuju blizinu dijela prometnice ili mjesto na kojem prijeti određena opasnost. Imaju oblik istostraničnog trokuta, čija se jedna stranica nalazi u vodoravnom položaju, a nasuprotni vrh je okrenut prema gore. Postoji par iznimaka, a to su znakovi: Andrijin križ, približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge s branicima ili polubranicima i približavanje prijelazu ceste preko željezničke pruge bez branika ili polubranika. Osnovna boja ovih prometnih znakova je bijela dok su rubovi crvene boje. Iznimka je znak za radove na cesti čija je osnovna boja žuta. Svi simboli na znakovima su crne boje. Duljine stranica istostraničnog trokuta kreću se od 40 do 120 cm, a ovise o širini kolnika. Na analiziranoj dionici dimenzije znakova opasnosti su uglavnom 90 ili 60 cm. Znakovi se postavljaju 150 do 250 metara prije opasnosti, iznimno mogu se postaviti na manjoj i na većoj udaljenosti od opasnog mjesta no u tom slučaju se uz znak opasnosti mora postaviti i dopunska ploča na kojoj je označena udaljenost do opasnosti. [36] Primjer znaka opasnosti koji je iznimka zbog svojeg oblika prikazan je na slici 13.



Slika 13. Andrijin križ – A47

Izvor: http://autoskola-ispiti.com/prometni-znakovi/znakovi-opasnosti/andrijin-kriz

4.1.2. Znakovi izričitih naredbi

Ovi znakovi sudionicima izriču zabrane, ograničenja i obveze. Imaju oblik kruga, osim znakova raskrižje s cestom s prednošću prolaska (jednostranični trokut čija je jedna stranica postavljena vodoravno, a nasuprotni vrh okrenut je prema dolje) i obavezno zaustavljanje (oblik pravilnog osmerokuta). Osnovna boja znakova ograničenja i zabrane je

[35] Ibid., p.170

[36] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05, čl. 17. – čl. 21.

bijela dok su simboli i natpisi crne boje, a znakova obaveze plava boja sa simbolima i natpisima bijele boje. Rub kruga, ravne i kose crte su crvene boje. Dužina stranice istostraničnog trokuta znaka križanje ceste s prednošću prolaska je od 45 do 120 cm, uglavnom na analiziranoj dionici 60, 90, 120 cm. Promjer kružnice u koju se upisuje osmerokut znaka obavezno zaustavljanje je u rasponu od 40 do 90 cm, a na promatranoj dionici uglavnom 90 i 60 cm. Promjer kruga znaka izričitih naredbi je od 40 do 90 cm, na analiziranoj dionici uglavnom su dimenzija 90 i 60 cm. Znakovi izričitih naredbi postavljaju na mjestima gdje počinje obveza sudionika u prometu da se drže naredbe koja je izrečena. Ukoliko je sudionike iz sigurnosnih razloga potrebno upozoriti ranije, znak se može postaviti i prije mjesta gdje počinje vrijediti na određenoj udaljenosti koja mora biti prikazana na dopunskoj ploči. Prometni znakovi izričitih naredbi moraju se ponovno postavljati nakon svakog križanja ceste ukoliko nakon raskrižja izrečena naredba i dalje vrijedi. Znakovi koji su postavljeni na ulasku u naselje na istom stupu na kojem je postavljen znak za označavanje naseljenog mjesta vrijede na području cijelog naseljenog mjesta. [37] Na slici 14. prikazan je jedan takav primjer.



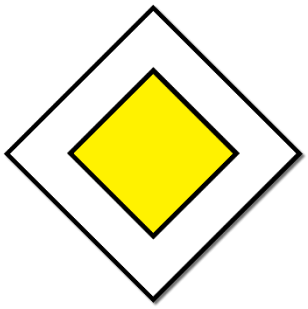
Slika 14. Znak s natpisom naseljenog mjesta i znak izričite naredbe ograničenja brzine
Izvor:https://www.google.hr/maps/@45.8259065,15.7027336,3a,17.7y,201.59h,84.86t/data=!3m6!1e1!3m4!1sL5WSD1C_ljc6Mm0x0OwmkA!2e0!7i13312!8i6656?hl=hr

4.1.3. Znakovi obavijesti

Ovi znakovi sudionicima daju potrebne obavijesti o određenim situacijama i lokacijama prometnice. Pružaju informacije o vrsti i broju ceste, nazivima mjesta, udaljenostima do određenih mjesta, prestanku važenja znakova izričitih naredbi i sl. Imaju oblik kvadrata, pravokutnika ili kruga. Osnovne boje ovih znakova su: žuta podloga sa simbolima i natpisima crne boje; plava podloga sa simbolima i natpisima bijele, crne, crvene ili zelene boje; zelena podloga s natpisima i simbolima bijele boje te bijela podloga sa simbolima i natpisima crne, plave ili crvene boje. Iznimno može se upotrijebiti i narančasta boja kod znakova za privremeno usmjeravanje prometa. Promjer kruga znakova je od 40 do 90 cm, standardno kao i kod ostalih prometnih znakova. Dimenzije znaka koji ima oblik kvadrata su od 40 do 90 cm dok su na analiziranoj dionici te dimenzije 60 cm. Dimenzije znaka koji ima oblik pravokutnika jesu od 40x60 do 90x135 cm. Znakovi obavijesti postavljaju se na način da se sudionicima u

[37] Ibid., čl. 23. – čl. 29.

prometu na pravovremeni način pruži informacija o prestrojavanju, skretanju, smjeru kretanja, objektu, ulici i sl. [38] Slika 15. prikazuje jedan poseban znak obavijesti, a to je cesta s prednošću prolaska.



Slika 15. Cesta s prednošću prolaska – C08
Izvor: http://autoskola-ispiti.com/prometni-znakovi/znakovi-obavijesti/cesta-s-prednoscu-prolaska#downloadLinks

4.1.4. Dopunske ploče i ostali prometni znakovi

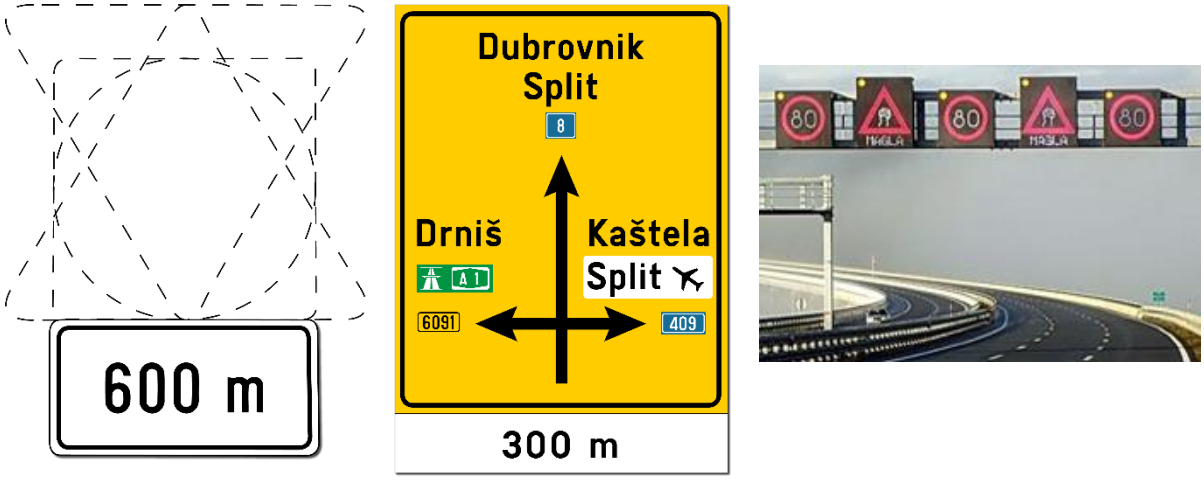
Dopunske ploče pobliže određuju značenje prometnog znaka. Osnovna boja je bijela, a simboli i natpisi su crne boje. Postavljaju se zajedno s prometnim znakom na koje se odnose ispod donjeg ruba tog znaka. Što se dimenzija dopunskih ploča tiče, dužina ne smije prelaziti dužinu prometnog znaka ispod kojeg se postavlja, a visina ne bi smjela biti veća od polovine dužine dopunske ploče. Ukoliko se dopunske ploče postavljaju privremeno radi održavanja, obavljanja policijskog ili sudskog očevida, iste se po završetku spomenutih radnji moraju ukloniti. [39]

Znakovi obavijesti za vođenje prometa obavješćuju sudionike o pružanju cestovnih smjerova, križanjima i čvorištima, rasporedu odredišta i vođenju prometa na njima te udaljenosti do odredišta. Osnovne boje ovih znakova su: na autocestama zelena podloga s bijelim simbolima i natpisima, na brzim cestama plava podloga s bijelim simbolima i natpisima, na državnim i ostalim cestama žuta podloga s crnim simbolima i natpisima te u gradovima bijela podloga s crnim simbolima i natpisima. Visina znakova ovisi o visini i broju pojmova. Na autocestama, ako je znak postavljen iznad kolnika visina pojmova je 35 cm, ako je sa strane tada je 28 cm. Za brze ceste visina pojmova je 28 cm, za priključne ceste 17.5 cm i za državne i županijske ceste visina pojmova je 10.5 cm. Obavješćivanje sudionika u zoni raskrižja provodi se u pet stupnjeva i to: I. prethodno obavješćivanje, II. obavješćivanje o smjeru kretanja, III. obavješćivanje o prestrojavanju, IV. obavješćivanje o skretanju i V. potvrdno obavješćivanje. Na državnim cestama potrebno je provesti obavijesti stupnjeva II., IV. i V. [40]

Promjenjivi prometni znakovi mogu biti izvedeni kao kontinuirani i nekontinuirani. Kontinuirani kao klasični prometni znakovi koji se samo prikazuju uporabom elektromehaničkih sredstava, a samim time mogu mijenjati više različitih znakova po potrebi. Nekontinuirani su oni koji omogućuju prikaz poruka i simbola te znakova intenzivnijih boja u odnosu na stalne prometne znakove. Oni se mogu izvesti u tehnologiji: optičkih vlakana,

[38] Ibid., čl. 32. – čl. 36.
[39] Ibid., čl. 46. – čl. 50.
[40] Ibid., čl. 39. – čl. 43.

svjetlosnih polja koja su dodana na obične znakove, svjetlećih dioda – Light Emitting Diode (LED) te tekućih kristala – Liquid Crystal Display (LCD). Promjenjivi nekontinuirani prometni znakovi za vrijeme normalnih uvjeta vožnje moraju biti ugašeni, a pale se samo kada se predviđa ili kada nastane promjena normalnih uvjeta. Za taj period moraju biti konstantno upaljeni do ponovne uspostave normalnih uvjeta vožnje. Promjenjivi znakovi koji su izrađeni tehnologijom optičkih vlakana, svjetlosnih polja, LED ili LCD moraju zadovoljiti uvjete da su njihovi simboli jasno vidljivi i čitljivi s udaljenosti od 150 metara te da je svjetlosni intenzitet prilagodljiv okolini i da ima omogućen noćni model rada. [41] Na slici 16. prikazana je dopunska ploča (slika 16.a), znak obavijesti za vođenje prometa (slika 16.b) i promjenjivi prometni znakovi (slika 16.c).



a) dopunska ploča b) vođenje prometa c) promjenjivi prometni znakovi

Slika 16. Prikaz ostalih prometnih znakova

Izvori: https://autoskola-ispiti.com/fb/prometni-znakovi/dopunske-ploce/dopunska-ploca, http://autoskola-ispiti.com/prometni-znakovi/znakovi-obavijesti-za-vodenje-prometa/raskrizje#downloadLinks, https://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/promjenjiva-signalizacija/

4.2. Zaštitne odbojne ograde

Zaštitne odbojne ograde mogu biti izrađene od čelika, betona ili kombinacijom ova dva materijala. Svrha ovog elementa prometne opreme je spriječiti iskliznuće vozila s kolnika odnosno prihvatiti i zadržati vozila koja su skrenula s kolnika. Kako cestovni promet ima zadaću pružiti sigurnu, mirnu, ugodnu i brzu vožnju zaštitna ograda povećava sigurnost prometa, ali i sam osjećaj sigurnosti vozača. Odbojne ograde bilo da su izrađene od čelika ili betona moraju biti izrađene u skladu s hrvatskim normama, dok branik odnosno štitnik mora biti u skladu s njemačkom normom RAL-RG 620 tip B koju je Republika Hrvatska prihvatila. Tip B jednako je vrijedan kao i tip A no znatno je lakši, a samim time i jeftiniji. Ovaj model branika modificira se i koristi se u brojnim zapadnoeuropskim državama. Prednost ovog branika je da se pri naletu manjih brzina ponaša mekano i elastično čime smanjuje štetu na vozilu dok se pri naletu velikih brzina ili teških vozila ponaša kruto i ne propušta vozila. Zaštitna odbojna

[41] Ibid., čl. 52. – čl. 55.

ograda sastoji se od branika, odstojnika, stupa, završnog elementa, trake i demontažnog pojasa. Branik je profilirana traka od čeličnog toplovaljanog lima koji prilikom udara vozila svojom deformacijom smanjuje posljedice udara na vozilo. Izvodi se kao ravni, kosi i savijeni prema krivini prometnice. Odstojnik je kruti element određenog profila i mjere čija je zadaća ostvarenje krute veze između branika i stupa ili nekog drugog oslonca. Stup je zapravo nosač odstojnika i/ili branika koji je izrađen od mehanički otpornog materijala, određenog profila i dužine koji osigurava nošenje branika u određenoj poziciji i djeluje zajedno s odstojnikom ukoliko on postoji. Završni elementi jesu posebno oblikovani branici i dijelovi koji se nalaze na početku i kraju ograde čija je zadaća umanjiti posljedice nalijetanja vozila na ogradu. Izvode se kosim spuštanjem branika u duljini od 12 metara, ukapanjem i sidrenjem u tlo s poluokruglim završetkom. Traka je plosnata čelična određenog profila koja povezuje odstojnike s vanjske strane zaštitne ograde i na taj način čini zatezni pojas odnosno lanac. Demontažni pojas je dio zaštitne ograde koji je postavljen u razdjelnom pojasu te koji se po potrebi može demontirati čime se dobiva mogućnost preusmjeravanja prometa iz jedne kolničke trake u drugu. U pravilu se postavlja svaka 3 km, a sastoji se od svornjaka i klinova koji se jednostavno i brzo mogu montirati i demontirati. [42]

Čelična zaštitna ograda mora biti konstruirana tako da je vozilo prilikom naleta ne može probiti ili pregaziti. Nakon što vozilo udari u ogradu ona ga ne smije odbaciti ponovno u prometni trak nego ga treba postupno usporiti do zaustavljanja. Upravo radi tog postupnog zaustavljanja vozila vrlo je bitno poprečno izmicanje ograde. Konstrukcijski ograda mora biti izvedena tako da se svi njezini elementi nakon oštećenja mogu vrlo brzo i lako zamijeniti. Prema tipu zaštitne ograde mogu se podijeliti na: jednostrana ograda – JO, dvostrana ograda – DO, jednostrana distantna ograda – JDO, dvostrana distantna ograda – DDO, jednostrana distantna ograda na objektu – JDOO te dvostrana distantna ograda na objektu – DDOO. [43]

Jednostrana ograda (JO) sastoji se od branika i podupirača pričvršćenih direktno na stupove koji su postavljeni na razmaku od 4 metra. Dizajnirana je za zadržavanje vozila s jedne strane i postavlja se uz rub voznog traka otvorene dionice u uvjetima kada na bankini nema dovoljno prostora za jednostranu distantnu ogradu. Dvostrana ograda (DO) sastoji se od dva branika koji su podupiračima pričvršćeni na stupove koji se nalaze na međusobnom razmaku od 2 metra. Dizajnirana je za zadržavanje vozila s obje strane i postavlja se u razdjelnom pojasu. Jednostrana distantna ograda (JDO) postavlja se na rubovima kolnika otvorene ceste gdje bi skretanje vozila moglo izazvati oštećenje drugih objekata ili površina uz prometnicu. Na nadvožnjacima ili mostovima se postavlja u pripremljene ubetonirane i usidrene ploče u objektu. Dvostrana distantna ograda (DDO) sačinjena je od dva branika koja su povezana odstojnikom na međusobnom razmaku od 2 m i povezane sa središnjim stupovima svakih 4 m. Predviđena je za postavljanje u središnjem razdjelnom pojasu s ciljem sprječavanja prodora vozila u suprotni smjer. Smatra se najsigurnijom zaštitnom ogradom. Neke od temeljnih tehničkih karakteristika odbojnih ograda su da se postavljaju na visinu od 75 do 110 cm, razmak stupova je 133, 200 ili 400 cm, širina ograde je 20, 35, 50 i 80 cm ovisno o izvedbi te nagib branika je 6°. Ukoliko se ograde postavljaju s više branika tada je visina donjeg reda branika od površine kolnika 60 cm, srednjeg branika 110 cm, a branici u gornjem redu su na visini od

[42] https://www.prometna-signalizacija.com/zastitne-ograde/odbojne-ograde/
[43] https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/105/knjiga6.pdf, p. 9-10

150 cm. [44] Postoji nekoliko stupnjeva zadržavanja vozila na kolniku koji su određeni prema hrvatskoj i europskoj normi HRN EN 1317, a u najčešćoj primjeni su sljedećih pet: N2 – vozilo mase 1.5 tona udara u ogradu pod kutom od 20° pri brzini 110 km/h; H1 – vozilo mase 10 tona udara u ogradu pod kutom od 15° pri brzini od 70 km/h; H2 – vozilo mase 13 tona udara u ogradu pod kutom 20° pri brzini 70 km/h; H3 – vozilo mase 16 tona udara u ogradu pod kutom od 20° pri brzini od 80 km/h; H4b – vozilo mase 38 tona udara u ogradu pod kutom 20° pri brzini 65 km/h. [45]Mjesto postavljanja i stupanj zaštite koji se mora primijeniti na određenoj cesti propisani su Pravilnikom. Zaštitna ograda se mora postaviti u razdjelnom pojasu ovisno o veličini prometa, zatim na cestovnom objektu, u nasipu višem od 3 m i ispred bočne opasnosti. [46] Klase odnosno stupnjevi zaštite koji se primjenjuju na određenim cestama prikazani su u tablici 6., a s obzirom da je Pravilnik pisan prije pojave stupnja zaštite H4b, taj stupanj nije uopće naveden u njemu.

Tablica 6. Klase zaštitne ograde ovisno o kategoriji ceste

KATEGORIJA CESTE	*Rub kolnika*	*Razdjelni pojas*	*Objekt*
AUTOCESTA I BRZA CESTA	H2-H1	H2	H3-H2
DRŽAVNA I BRZA GRADSKA	H1	-	H2
OSTALE CESTE	N2	-	H1-H2

Izvor podataka: Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05), čl.89.

Na slici 17. prikazana je zaštitna ograda klase N2 (slika17.a) i klase H2 (slika 17.b).



a) klasa zadržavanja N2



b) klasa zadržavanja H2

Slika 17. Zaštitne čelične odbojne ograde

Izvori: http://www.fracasso-ri.hr/reference.html
http://beretinec.hr/hr/wp-content/uploads/2015/04/4.jpg

[44] https://www.prometna-signalizacija.com/zastitne-ograde/odbojne-ograde/
[45] http://www.tiipublications.ie/library/DN-REQ-03034-08.pdf, p.14
[46] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05, čl. 89.

Betonske ograde rjeđe su u uporabi, no elastične čelične odbojne ograde. Funkcija ovih ograda ista je kao i funkcija čeličnih, ali ove ograde se mogu primjenjivati i sa svrhom kontroliranja odvodnje i efluenata. Tip betonske ograde New Jersey je u najširoj primjeni i postavlja se uglavnom u razdjelnom pojasu dok se polovica segmenta može postaviti i uz vanjski rub kolnika. [47] One moraju biti takve da spriječe prodor i gaženje te da prihvate i postupno zaustave vozila. Uz to šteta koja nastane na vozilu mora biti minimalna, a ona koja nastane na ogradi mora se jednostavno i brzo otkloniti. Betonska ograda može se graditi na mjestu gdje se postavlja koristeći posebne uređaje i strojeve koji električnim navođenjem omogućuju takav način rada ili montažom betonskih elemenata koji se dovoze na mjesto ugradnje i zatim se postavlja određena količina koja je potrebna. Betonski elementi dugački su od 2 do 3 metra ili više i armirani su radi utovara, istovara, transporta i montaže. Povezanost mora biti omogućena uporabom konstrukcijski izvedenog žlijeba i klina koji su postavljeni na najmanje dva mjesta na svakom spoju. Ovaj tip ograde postavlja se uglavnom na dijelovima ceste gdje je takova zaštita potrebna privremeno kao što su: slijepi završetci cesta, privremeno zatvoreni ulazi i izlazi na raskrižjima, putevi koji nisu u uporabi, završetci autocesta i sl. Elementi se moraju postavljati na prethodno niveliranu betonsku podlogu (temelj). Kakvoća betona koji se koristi kod ograda koje se rade na mjestu ili kod montažnih ograda mora odgovarati uvjetima i normama koje su propisane za betone koji se koriste u cestogradnji. Uz betonske postoji lakši i jednostavniji oblik ograde New Jersey, a to su plastične ograde ovog tipa. To su razdvajajuće ograde koje fizički razdvajaju površine namijenjene prometu suprotnih smjerova i površine kojima nije dopušteno prometovanje. Ove ograde koriste se umjesto betonskih upravo zbog manje mase zbog čega se lakše transportiraju i montiraju. Efektivne su u svim vremenskim uvjetima, a mogu se puniti pijeskom ili vodom. Pružaju manju zaštitu, ali je šteta na vozilu prilikom udara znatno manja, no prilikom udara u betonsku ogradu. Vozačima omogućuju pregledan i jasan put kada se primjenjuju prilikom radova na cesti. Prednost uporabe plastičnih ograda tipa New Jersey je: ušteda prostora prilikom rasklapanja, lakoća i jednostavnost transporta i montaže, mogućnost dodavanja signalizacije na ograde, vizualno efektivne. Osim spomenutih u nekim zemljama se koriste i metalne ograde ovoga tipa koje su u skladu s europskim standardima. [48] Slika 18. prikazuje betonsku (slika 18.a) i plastičnu (slika 18.b) ogradu tipa New Jersey.



a) betonska b) plastična

Slika 18. Zaštitne ograde tipa New Jersey

Izvori: http://binisbeton.com/proizvodni-program/new-jersey-profili/
http://www.porec.hr/prva.aspx?stranica=822&j=CRO

[47] Legac, I.: *Cestovne prometnice 1 – javne ceste*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., p.124
[48] https://www.prometna-signalizacija.com/zastitne-ograde/new-jersey-ograde/

4.3. Ostala prometna oprema

Oprema za označavanje ruba kolnika sastoji se od: smjerokaznih stupića, smjerokaznih oznaka (markera), reflektirajućih oznaka i štapova za snijeg. Smjerokazni stupići služe za označavanje ruba kolnika i moraju imati ugrađenu reflektirajuću oznaku od reflektirajućeg stakla u vidljivom smjeru. U smjeru vožnje s desne strane oznaka je crvene boje dok je u smjeru vožnje s lijeve strane bijele boje. Kod prometnica s jednosmjernim prometom oznaka je s obje strane crvene boje. Oznaka smjerokaznog stupića u Pravilniku je K01, postavlja se uglavnom na udaljenosti 75 cm od vanjskog ruba kolnika, visine 90 cm na razmaku od 50 metara kada se cesta pruža u pravcu. Međusobni razmak stupića u zavoju ovisi o radijusu horizontalnog ili vertikalnog zavoja što je prikazano u tablici 7. Kada se uz vanjski rub prometnice nalazi zaštitna odbojna ograda na udaljenosti manjoj od 150 cm, stupići se postavljaju na ogradu, a kada je ograda na udaljenosti većoj od 150 cm stupići se postavljaju uz ogradu na standardnoj udaljenosti. [49]

Tablica 7. Razmak smjerokaznih stupića u ovisnosti o radijusu zavoja

Horizontalni zavoj		Vertikalni zavoj	
Radijus	Razmak	Radijus	Razmak
≤100 m	10 m	250-800 m	15 m
100-300 m	15 m	800-1500 m	20 m
300-400 m	20 m	1500-3000 m	25 m
400-500 m	25 m	>3000 m	50 m
≥500 m	50 m	--	--

Izvor podataka: Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05, čl. 79.

Smjerokazni stupići kao i sva ostala oprema za označavanje ruba kolnika moraju biti izrađeni od takvih materijala da pri udaru vozila oštećenje na vozilu bude minimalno te da ne utječe na stabilnost. Stupići se ugrađuju u betonske temelje propisane norme betona ili se ukopavaju u zemlju, a pričvršćuju se pomoću sidra. [50] Slika 19. prikazuje smjerokazne stupiće u pravcu.



Slika 19. Prikaz postavljanja smjerokaznih stupića u pravcu

[49] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05, čl. 79.
[50] https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/105/knjiga6.pdf, p. 9-8

Smjerokazne oznake odnosno markeri postavljaju se u tunelima i galerijama, označavaju rub tunela ili galerije i izvode se u LED tehnologiji te moraju imati stalni izvor napajanja. Postavljaju se na udaljenosti od 25 metara u pravcu ili 15 metara u zavoju i na prvih 100 metara tunela ili galerija. Reflektirajuće oznake postavljaju se na objekte na mjestima na kojima nije moguća uporaba smjerokaznih stupića. U slučaju postavljanja zaštitne betonske ograde uz kolnik na nju se postavljaju reflektirajuće oznake. Postavljaju se na jednakom razmaku i visini kao i smjerokazni stupići. Moraju biti izvedene s klasom III retrorefleksije. Štapovi za snijeg koriste se u zimskim uvjetima za označavanje ruba kolnika, ali i za označavanje početka i kraja cestovne građevine. Postavljaju se na mjestu gdje se nalazi smjerokazni stupić na način da ne zaklanja reflektirajući dio. Obojani su naizmjence crvenom i žutom bojom, a najviše polja mora biti obojano reflektirajućom tvari. Isto tako postavlja se na početku i kraju zaštitne ograde. [51]

Oprema za označavanje vrha prometnog otoka sastoji se od različitih ploča koje označavaju vrh prometnog otoka na raskrižjima, vrh razdjelnih otoka na izlaznim krakovima autocesta i sl.

Oprema, znakovi i oznake za označavanje radova, zapreka i oštećenja kolnika sastoji se od:

- ploče pravokutnog oblika koje označavaju radove ili zapreku, a razlikuju se u tome da li je zapreka na lijevoj ili desnoj strani;
- ploče za označavanje zavoja također ovise o tome je li zavoj lijevi ili desni, postavljaju se na mjestu gdje počinje zavoj i u samom zavoju. Znak oštar zavoj ima podlogu žuto-zelenu klase retrorefleksije III i postavlja se u oštrom i neočekivanom zavoju.
- ploče bočne prepreke postavljaju se na mjestima gdje se smanjuje profil ceste, mogu služiti i za fizičko razdvajanje prometa suprotnih smjerova. Također posebne ploče se postavljaju na mjestima umjetnih izbočina i uzdignutih ploha, boja tih ploča je žuto-zelene boje klase retrorefleksije III.
- branika za označavanje zapreka; ploče za obilježavanje mjesta izvođenja radova; pokretne ploče sa znakovima, treptačima i promjenjivim sadržajem.

Prometna zrcala namijenjena su za sigurno uključivanje sa sporedne ceste na cestu s prednošću prolaska ili u nekim drugim situacijama smanjene preglednosti. Pravokutnog su ili kružnog oblika i vanjski rub zrcala mora biti obojen naizmjeničnim crveno bijelim poljima.

Ograde protiv zaslijepljivanja postavljaju se uglavnom u razdjelni pojas ceste s dva kolnika kako vozači ne bi bili zaslijepljeni svijetlima vozila iz suprotnog smjera. Izrađuju su od metala, drveta, polimera ili sadnjom živice, šiblja i sl.

Ublaživači udara su naprave koje se koriste kako bi se osigurala posebno opasna mjesta gdje postoji opasnost od naleta vozila na neku čvrstu građevinu. Ta mjesta su primjerice razdjelni otok, zid cestovnog objekta, konzolni stup, postaje za naplatu cestarine i sl. [52] Slika 20. prikazuje opremu ceste koja se često koristi na prometnicama, a to je „ploča za označavanje zavoja na cesti“ (K12) i jednog elementa prometne opreme kojeg nedostaje na velikom broju nepreglednih izlaza i uključivanja na cestu s prednošću prolaska, a to je prometno zrcalo koje je prikazano na slici 21.

[51] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05, čl. 79.
[52] Ibid., čl. 80. – čl. 82., čl. 88., čl. 91., čl. 92., čl. 96.



Slika 20. Ploča za označavanje zavoja na cesti – K12

Izvor: http://www.signalizacija.hr/store/katalog-znakova/k-prometna-oprema/k12



Slika 21. Prometno zrcalo – K45

Izvor: http://www.tisak-dada.hr/proizvodi/prometno-ogledalo/

5. ELEMENTI ZAŠTITE NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ

U elemente zaštite ceste i vozila u zimskim uvjetima, uvjetima jakih vjetrova i prekomjerne buke spadaju snjegobrani, vjetrobrani i tzv. bukobrani, odnosno uređaji za zaštitu od buke. *Snjegobrani* su uređaji, nasadi ili građevine koje su namijenjene zadržavanju snijega izvan površine prometnice. Snježni nanosi nastaju u područjima gubitka brzine vjetra ili vrtloženja snježne vijavice gdje dolazi do taloženja snijega. Ove promjene struje vjetra uzrokovane su prirodnim ili umjetnim preprekama koje se nalaze na tlu (drveća, građevine, usjeci i sl.). Prilikom projektiranja pružanja trase prometnice treba voditi računa o kretanjima vjetrova i preprekama koje im stoje na putu te sukladno time trasu položiti na najbolji mogući način i osigurati je snjegobranima ukoliko je potrebno. Nažalost u velikoj većini slučajeva u Republici Hrvatskoj ovi elementi se zanemaruju i ne daje im se dovoljno na važnosti. Taloženje snježnih nanosa najčešće je pri pružanju trase ceste u nasipu, usjeku, dubokom usjeku (>8,5 m) te u blizini šuma. Snjegobrani djeluju najbolje kada propuštaju vjetar, ako ga ne propuštaju s jedne i druge strane snjegobrana doći će do nanosa i samim time on neće koristiti prometnici. Najbolju zaštitu pružaju snjegobrani s 30-50% ispunjenja i 50-70% praznine. Duljina nanosa ispred snjegobrana u ovakvim slučajevima iznosi njegovu deseterostruku visinu, a iza snjegobrana njegovu petnaesterostruku visinu. Iz tog se razloga ne postavljaju neposredno uz cestu nego na dovoljnoj udaljenosti od nje, oko 30 metara. Postoje privremeni i stalni snjegobrani. Oni privremeni izgrađeni su kao prijenosni štitovi od drvenih dasaka koje spojene čine rešetku duljine oko 2 metra i naslanjaju se jedna na drugu. Stalni snjegobrani izrađuju se od drveta, betona, metala, raslinja i sl. Kod drvenih snjegobrana pregrade se izvode kao rešetkaste ograde ispod čijeg se donjeg ruba ostavlja prostor od 30 cm za prolaz dijela zračne struje. Uz to mogu se koristiti kombinirane ograde od žice i granja koje sprječavaju prodor snijega na prometnicu ili ograde od žičane mreže koja ima otvore od 1 cm. Na slici 22. prikazan je jedan privremeni snjegobran izrađen od drveta.



Slika 22. Privremeni drveni snjegobran

Izvor: http://mycountry955.com/these-fences-are-all-over-wyoming-do-you-know-what-they-do/

Vjetrobran je uređaj koji sprječava izlaganje vozila snažnim udarima vjetra koji mogu biti izrazito opasni posebice za teška teretna vozila s prikolicama i visoka vozila. Ovakvi uređaji štite vozila od zanošenja i prevrtanja, a mogu biti izvedeni kao ograde ili kao pregrade slične snjegobranima, ali bez šupljina. Ograde se postavljaju uvijek okomito na smjer pružanja glavnog vjetra. Visine su do 1,8 metara, a ukoliko ta visina nije dovoljna ograde se postavljaju u više redova s međusobnim razmakom deseterostruke visine ograde. Maksimalna duljina jednog reda ograde je 100 metara upravo iz razloga da je jaki vjetrovi ne sruše, a preklapanje dviju ograda je najmanje 10 metara. Vjetrobran od drvenih greda izrađen je kao snjegobran, no nema šupljih dijelova, ima puni profil. Postavljaju se neposredno uz cestu na visokim nasipima te u plitkim usjecima i zasjecima.

Zaštita od buke postaje od sve veće važnosti u suvremenije vrijeme kada se razvojem gradova ljudi sve više približavaju velikim i frekventnim prometnicama. Ove zaštite postavljaju se upravo na dionicama i lokalitetima gdje prometnica prolazi uz naselje. Mora se postaviti na mjestima dokazanog prekoračenja dopuštenog praga buke i na dionicama na kojima je to predviđeno studijom utjecaja na okoliš. Izvedba, materijal i način postavljanja ovisi o provedenim analizama, mišljenjima lokalnog stanovništva te pravilima struke. [53] Uređaji za zaštitu od buke imaju za cilj svesti buku koju proizvodi cestovni promet na neznatnu mjeru ili barem ispod dopuštene vrijednosti buke. Te vrijednosti propisalo je Ministarstvo zdravlja i socijalne zaštite Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04) koji je donesen temeljem Zakona o zaštiti od buke (NN 17/90). Dopuštene razine buke prikazane su u tablici 1. Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04) odnosno u tablici 8. završnog rada. Građevine koje služe zaštiti od buke su: nasadi, nasipi za zaštitu od buke, nasipi za zaštitu od buke s ugrađenim zidom, strmi nasipi i zidovi za zaštitu od buke. [54]

Tablica 8. Najviše dopuštene razine buke u dB

Zona buke	Namjena prostora	Najviše dopuštene razine buke imisije u dB	
		Dan	Noć
1.	Odmor, oporavak, liječenje	50	40
2.	Stanovanje i boravak	55	40
3.	Mješovita, pretežno stambena	55	45
4.	Mješovita, pretežno poslovna	65	50
5.	Gospodarske namjene	Ispod 80 dB, a na granici zone ne smije prelaziti dopuštene razine zone s kojom graniči.	

Izvor podataka: Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN145/04), čl. 5.

[53] Legac, I.: *Cestovne prometnice 1 – javne ceste*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., p.126. – 129.
[54]https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/105/knjiga6.pdf, p. 9-15

Nasadima se postiže akustično smanjenje buke tek kada je biljni pojas širi od 50 metara. Nasipi su dugačke ozelenjene brane od nasipane zemlje nagiba pokosa u omjeru 2:3. U slučajevima kada nema dovoljno prostora za pravi zemljani nasip rade se nasipi s ugrađenim zidom. Strmi nasipi su betonske odnosno kamene konstrukcije prekrivene humusom i ozelenjene. Također se koriste u nedostatku prostora za izvođenje pravog zemljanog nasipa. I najsuvremeniji oblik je uporaba zidova za zaštitu od buke. Ovakve građevine predviđaju se kada nema dovoljno prostora za strme nasipe i na mostovima. Udaljenost zida od kolnika treba biti takva da ne ometa preglednost i da omogući djelovanje službama za održavanje i zimskim službama. Kada se izvode iznimno dugački zidovi potrebno je predvidjeti izlaze u slučaju opasnosti. Minimalni učinak zida za zaštitu od buke treba iznositi 20 dB te mora biti estetski izveden i uklapati se u krajolik. Jedan zaštitni zid sastoji se od: pilota (betonski nosivi stupovi), temelja, greda, profilnih limova i apsorpcijskih panela. Paneli mogu biti izrađeni od aluminija, drveta, kamena, armiranog betona i sl. te mogu biti jednostrano i dvostrano apsorbirajući. Osnovni problem izvođenja bilo kojeg oblika zaštite od buke je potreban prostor koji mora biti slobodan uz prometnicu. [55] Slika 23. prikazuje element za zaštitu od vjetra (slika 23.a) i zid za zaštitu od buke (slika 23.b).





a) zaštita od vjetra b) zaštita od buke

Slika 23. Elementi zaštite ceste

Izvori: http://www.idisturato.com/2013/06/02/kameni-vjetrobrani/screen-shot-2013-05-28-at-10-32-39-am/, http://gark-konzalting.com/index.php?id=71

[55] https://www.prometna-signalizacija.com/oprema-ceste/zastita-od-buke/

6. ANALIZA PROMETNE OPREME I ZAŠTITE NA DIONICI D1 OD GP MACELJ DO ODVOJKA ZA ZAPREŠIĆ

Trasa dionice D1 od GP Macelj do odvojka za Zaprešić duga je oko 55 km dok je duljina od odvojka za Zaprešić u smjeru prema GP Macelj oko 61 km. Na dionici je provedena analiza stanja prometne opreme i elemenata zaštite. Pri tome se koristilo osobno vozilo, fotoaparat i pomagala za mjerenje te podaci i informacije koje je prikupio Zavod za prometnu signalizaciju Fakulteta prometnih znanosti za vrijeme provođenja ispitivanja retrorefleksije prometnih znakova na državnim cestama u Republici Hrvatskoj. Mjerenje prometnih trakova, kolnika, zaštitnih odbojnih ograda i provjera stanja većine znakova te anketiranje nekoliko vozača koji svakodnevno koriste ovu dionicu provedena je u svrhu izrade završnog rada. Podaci o svim prometnim znakovima, njihovoj retrorefleksiji, dimenzijama i usuglašenosti s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (Pravilnik) preuzeti su iz baze podataka o retrorefleksiji prometnih znakova na državnim cestama u RH. Analizom je utvrđeno postojanje brojnih nepravilnosti i neusuglašenosti s Pravilnikom te nedostatak prometne opreme i zaštite na određenim dijelovima. Što se tiče anketiranih vozača prema njihovom mišljenju stariji dijelovi dionice trebaju se upotpuniti signalizacijom, boljim oznakama na kolniku i eventualnim proširenjem kolnika. S druge strane, na rekonstruiranim dijelovima se poravnanjem trase i proširenjem kolnika omogućila veća brzina kretanja vozila, ali su ograničenja ostala ista ili su malo povećana zbog postojanja raskrižja u razini i raskrižja s kružnim tokom prometa. Nekontinuiranost prometne opreme duž cijele trase smanjuje sigurnost prometnice, a to dovodi do prometnih nesreća.

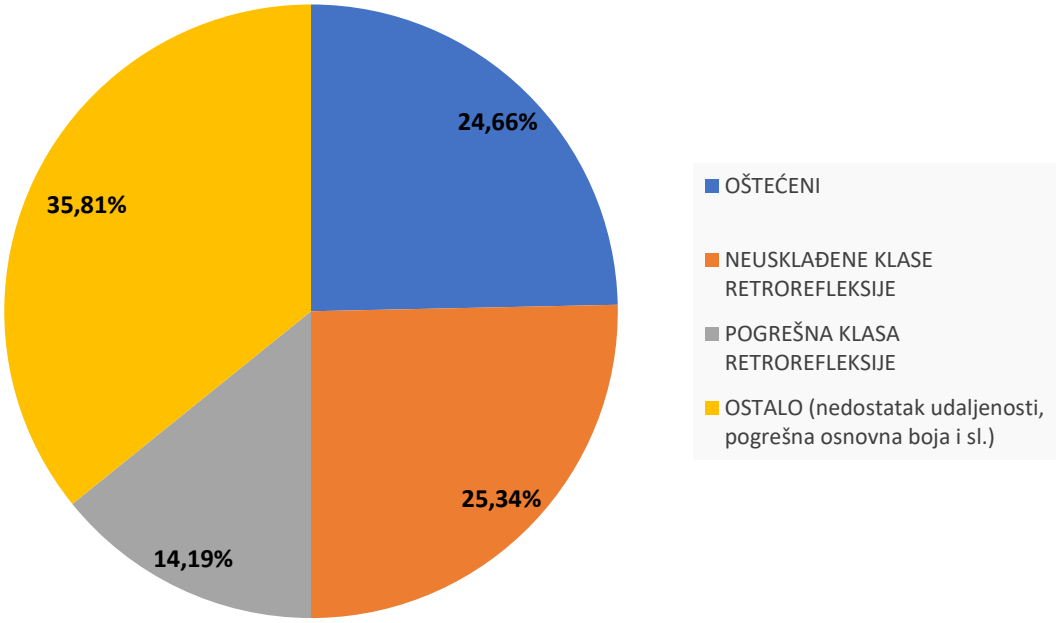
Na analiziranoj dionici nalazi se 1190 prometnih znakova, ploča za označavanje zavoja i svih ostalih elemenata koji čine prometne znakove i opremu ceste. Mjerenjem retrorefleksije na prometnim znakovima i ostalim elementima prometne opreme, mjerenjem njihove visine, dimenzija i ostalih bitnih elemenata ustanovljeni su određeni nedostaci (podaci iz 2015./2016. godine). Od 1190 zabilježenih elemenata njih 329 je neispravno u pogledu izvedbe ili kvalitete retrorefleksije (27,64%). Od 329 neispravnih njih 140 ocijenjeno je kao zadovoljavajuće u smislu njihove funkcionalnosti odnosno primarne funkcije (42,55%).

6.1. Analiza prometnih znakova

Na analiziranoj dionici zabilježeno je 1000 prometnih znakova od kojih je 276 s određenom napomenom, nisu po Pravilniku ili su oštećeni. Ta vrijednost čini 27,6% što predstavlja dosta veliki postotak s obzirom da se radi o državnoj cesti koja je od velikog javnog značaja. Od 276 znaka koji imaju neku posebnu napomenu njih 73 je oštećeno. Ostali najčešći uzroci neispravnosti prometnih znakova su: neusklađenost klasa retrorefleksije znakova na istom stupu, pogrešno izvedena klasa retrorefleksije za određeni znak, nedostatak označene udaljenosti do određenih mjesta ili raskrižja te pogrešna izvedba osnovne boje prometnog znaka. Zapažene nedostatke trebalo bi promijeniti odnosno korigirati kako bi odgovarali

Pravilniku. Isto tako postoji nekoliko znakova odnosno dopunskih ploča koje više ne vrijede te koje se trebaju ukloniti.

Zavod za prometnu signalizaciju posjeduje dva uređaja za ispitivanje retrorefleksije prometnih znakova. Jedan je Uređaj za ispitivanje retrorefleksije prometnih znakova ZRS 5060, proizvođača Zehntner iz Švicarske. Drugi uređaj je nešto suvremeniji oznake ZRS 6060 istog proizvođača. Pomoću tih uređaja određuje se koeficijent retrorefleksije prometnih znakova. Koriste se za sve vrste i boje retroreflektirajućih materijala te omogućuju prijenos podataka na računalo. Moderniji uređaj ZRS 6060 koristi LED tehnologiju osvjetljenja i ima zaslon na dodir u boji visoke rezolucije. Ovaj uređaj automatski detektira boju retroreflektivnog materijala i bilježi koordinate položaja, Global Positioning System (GPS) koordinate. [56] Detaljna statistika uzroka neispravnosti na analiziranoj dionici državne ceste D1 prikazana je u grafičkom prikazu 2. dok je na slici 24. prikazan primjer tablice sa statistikom prometnih znakova koja je rezultat mjerenja Zavoda za prometnu signalizaciju.



Grafikon 2. Uzrok neispravnosti prometnih znakova na analiziranoj dionici D1

Izvor podataka: Statistika prometnih znakova, Zavod za prometnu signalizaciju, FPZ

Iz grafičkog prikaza vidljivo je da veliki udio imaju oštećenja prometnih znakova i neusklađenost klasa retrorefleksije znakova koji su postavljeni na isti stup. Zajedno čine točno 50% svih neispravnosti prometnih znakova. Iza toga je izostavljanje ispisivanja udaljenosti na određenim znakovima na kojima je to propisano te pogrešno izvedena osnovna boja i tome slično. Svega 14% od svih znakova koji su označeni kao neispravni ili s napomenom izvedeno je s pogrešnom klasom retrorefleksije, a to predstavlja svega 0,04% od ukupnog broja svih prometnih znakova na dionici. Iako se u postocima ne čini mnogo, jedan prometni znak koji je krivo postavljen ili izveden može ugroziti sudionika u prometu posebice ukoliko se radi o prometnim znakovima ili pločama koje sudionika pripremaju na nadolazeću opasnost.

[56] http://static.fpz.hr/FPZWeb/files/katalog-laboratorijske-opreme/Ispitni-laboratorij-Zavoda-za-prometnu-signalizaciju.pdf

Stacionaža	Šifra	Smjer	Zadovoljava	Ispravan	Klasa	Vrsta retrorefleksije	Dimenzije	Oblik	Visina	Udaljenost od ruba	Tekst	Po pravilniku	Napomena
1/0,048	D04	SMJ	Da	Da	Klasa I	Sferična	240*160	Pravokutnik	160	90		Da	
1/0,147	B31	SMJ	Da	Da	Klasa I	Sferična	60	Krug			50	Da	
1/0,147	B32	SMJ	Da	Da	Klasa I	Sferična	60	Krug	137	80		Da	
1/0,166	D09	SMJ	Da	Da	Klasa I	Sferična	170*160	Pravokutnik	190	95		Da	
1/0,209	C86	SMJ	Da	Da	Klasa I	Sferična	90*60	Pravokutnik	182	15		Da	
1/0,265	D12	SMJ	Da	Da	Klasa I	Sferična	140*225	Pravokutnik	173	75		Da	
1/0,295	B61	SMJ	Da	Da	Klasa II	Sferična	60	Krug		35		Da	
1/0,295	K06	SMJ	Da	Da	Klasa II	Sferična	30*100	Pravokutnik	62			Da	
1/0,301	B59	SMJ	Da	Da	Klasa II	Sferična	60	Krug		40		Da	
1/0,301	K06	SMJ	Da	Da	Klasa II	Sferična	30*100	Pravokutnik	60			Da	
1/0,307	D12	SMJ	Da	Da	Klasa I	Sferična	226*80	Pravokutnik	150	50	Zagreb 68 km, Maribor 39 km	Da	
1/0,307	B02	SMJ	Da	Da	Klasa II	Sferična	60	Osmerokut				Da	
1/0,307	B59	SMJ	Da	Da	Klasa II	Prizmatična	60	Krug	156	260		Da	
1/0,332	D04	SMJ	Da	Da	Klasa I	Sferična	240*150	Pravokutnik	146	140		Da	Prometni znak je oštećen.

Slika 24. Statistika prometnih znakova na D1

6.1.1. Znakovi opasnosti

Znak „obilježen pješački prijelaz“ (A33) dimenzija 90x90x90 cm s pripadajućom dopunskom pločom E01 dimenzija 60x30 cm udaljen je od pješačkog prijelaza 50 m zaklonjen je okolnim granjem i drvećem te nije vidljiv vozačima (slika 25.). Znakovi su postavljeni na visinu od 134 cm. Klasa retrorefleksije znaka A33 je klasa II dok je dopunska ploča E01 klase I. To nije u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05, prema članku 9.: „Prometni znakovi koji se postavljaju na isti nosač moraju biti istih retroreflektirajućih svojstava.“ Prometni znak se nalazi na ulazu u naselje Mirkovec u smjeru Macelja. Potrebni su postupci uklanjanja granja i drveća kako bi znak bio vidljiv te je potrebno dopunsku ploču E01 zamijeniti s pločom koja je retrorefleksije klase II.



Slika 25. Nepregledan prometni znak na ulazu u naselje Mirkovec

Prije skretanja za naselje Lamoti u blizini Donjeg Macelja bio je postavljen znak „opasnost na cesti“ (A01) dimenzija 90x90x90 cm retrorefleksije klase II kojem je nedostajala dopunska ploča koja bi dodatno pojasnila opasnost koja prijeti vozačima. Taj znak zamijenjen je znakom „spajanje sporedne ceste pod pravim kutom s desne strane“ (A05) i „ograničenje brzine“ (B31) od 60 km/h (slika 26.). Terenskim istraživanjem je utvrđeno da iza tog znaka

postoji spajanje male seoske ceste na cestu s prednošću prolaska. Znak opasnosti na cesti trebao je vozače upozoriti na vozila koja se priključuju na cestu s prednošću prolaska, no to nije obavljeno u skladu s Pravilnikom. Uklanjanjem postojećeg znaka i postavljanjem novih znakova situacija je kvalitetno riješena i u skladu je s mjerodavnom regulativom.



Slika 26. Izmijenjen prometni znak u blizini Donjeg Macelja

Izvor:
https://www.google.hr/maps/@46.2424731,15.8460642,3a,75y,24.3h,93.51t/data=!3m6!1e1!3m4!1sBySPyo31tpj5iBIBYRvf4Q!2e0!7i13312!8i6656?hl=hr

Prometni znak „djeca na cesti“ (A34) postavljen je na ploču najvećih retroreflektirajućih svojstava klase III s natpisom udaljenosti od 50 m (slika 27.). Time se vozačima naglašava važnost ovoga znaka i povećava se uočljivost posebice u noćnim uvjetima i uvjetima smanjene vidljivosti. Znak se nalazi ispred skretanja za mjesto Šafranki u smjeru prema Krapini. Razlog postavljanja je vjerojatno nepregledan zavoj udesno koji se pruža s uzbrdice i zbog same blizine naselja.



Slika 27. Ploča s prometnim znakom i ispisanom udaljenosti u naselju Šafranki

Nakon Zaboka u smjeru prema Zagrebu ispred novog raskrižja s kružnim tokom prometa na križanju D1 i D205 prometni znak „kolona zaustavljenih vozila“ (A30) zamijenjen je znakovima „raskrižje s kružnim tokom prometa“ (A27) i „ograničenje brzine“ (B31) od 50 km/h (slika 28.). Znak A30 koji je bio postavljen bio je u oštećenom stanju, dimenzija 90x90x90 cm. Na ovom dijelu bili su postavljeni i znakovi „putokaz obilaska“ (C108) dimenzija 160x35 cm i 160x75 cm koji su uklonjeni po završetku radova. Promjena je napravljena po završetku izgradnje kružnog toka i otvaranjem raskrižja za promet. Znakovi su postavljeni na otprilike 200 metara ispred raskrižja na propisanoj udaljenosti i nemaju vidljivih oštećenja, dimenzija znaka A27 je 90x90x90 cm.



Slika 28. Izmijenjen prometni znak u blizini Zaboka

Na slici 29. prikazana je situacija ispravnog postavljanja znaka „spajanje sporedne ceste pod pravim kutom s lijeve strane“ (A04) kada je na udaljenosti manjoj od Pravilnikom propisane. Znakovi su postavljeni u blizini naplatne postaje Krapina u naselju Velika Ves. Uz znak nalazi se i ograničenje brzine, ali i dopunska ploča E01 dimenzija 60x30 cm s ispisanom udaljenosti do križanja – 80 m. Prometni znak A04 je dimenzija 90x90x90 cm, retrorefleksije klase I. Svi prometni znakovi postavljeni na ovom stupu su iste klase retrorefleksije.



Slika 29. Primjer ispravno postavljenog znaka opasnosti u blizini naplatne postaje Krapina

6.1.2. Znakovi izričitih naredbi

U naselju Velika Ves prije križanja s ulicom Velika Ves i D1 u blizini kamenoloma „Gorjak“ u smjeru prema Macelju nalazi se prometni znak koji nije propisan Pravilnikom. To je prometni znak koji zabranjuje promet traktorima, biciklima i pješacima (slika 30.). Znak je kružnog oblika s podjelom na tri jednaka polja u kojima se nalaze simboli određenih kategorija zabrane prometovanja. Kombinacija je znakova: „zabrana prometa za bicikle“ (B16), „zabrana prometa za traktore“ (B13) i „zabrana prometa za pješake“ (B21). Boja podloge znaka je u skladu s Pravilnikom, ali tisak simbola i način izvedbe nije. Iz tog razloga znak nije valjan i treba se zamijeniti znakovima koji odgovaraju zakonima i propisima.



Slika 30. Prometni znak koji nije u skladu s Pravilnikom u naselju Velika Ves

U mjestu Gornji Macelj na križanju cesta D1 i priključka za autocestu A2 prema naplatnoj postaji Trakošćan i prema GP Macelj nalazi se nekoliko prometnih znakova izričitih naredbi koji nisu u potpunosti ispravni. Znakovi „zabrana prometa u jednom smjeru“ (B04) i „obavezno obilaženje s desne strane“ (B59) na slici 31. označeni plavom strelicom nisu iste klase retrorefleksije kao i „ploča za obilježavanje prometnog otoka“ (K06). Spomenuti znakovi su dimenzija 60 cm, retrorefleksije klase I dok je ploča za označavanje prometnog otoka K06 klase II i dimenzija 100x30 cm. Na drugom stupu nalazi se znak „obavezno obilaženje“ (B61) na slici označen crvenom strelicom i ploča K06. Znak B61 je dimenzija 60 cm, retrorefleksije klase I, a ploča K06 je klase II, dimenzija 100x30 cm i oštećena je. Takvo postavljanje nije u skladu s Pravilnikom, čl.9. Prometni znak „obavezno zaustavljanje“ (B02) na slici označen narančastom strelicom postavljen je na pravilan način i zadovoljavajuće klase retrorefleksije, ali je oštećen. Opisana situacija prikazana je na slici 31. Gotovo u svim slučajevima postavljanja prometnih znakova u kombinaciji s pločom K06 klase retrorefleksije nisu ujednačene.



Slika 31. Neusklađenost retrorefleksije prometnih znakova u mjestu Gornji Macelj

6.1.3. Znakovi obavijesti

Najčešći nedostatak kod znakova obavijesti je nedostatak oznake udaljenosti u kilometrima do označenog mjesta. Znakovi „putokaz“ (C82) nalaze se na ulazu u naselje Mokrice u smjeru prema Zagrebu na izlazu iz kružnog toka. Dimenzija su 130x37 cm, retrorefleksije klase I postavljeni na dva noseća stupa. Na jednom putokazu je označeno „Zagreb“, a na drugom „V. Trgovišće“. Na oba nedostaju naznačene udaljenosti do navedenih mjesta što nije u skladu s Pravilnikom, čl. 37.: „Uz znak C81 i C82 mora biti upisana udaljenost do odredište u km. (…)“ Pregledom ceste je utvrđeno da su svega tri znaka C82 od ukupno 49 na cijeloj dionici izvedena ispravno s upisanom udaljenosti do odredišta. Sljedeća situacija je kod skretanja za naselje Šafranki u blizini Donjeg Macelja. Postavljen je znak C82 osnovne boje bijele, a treba biti žute boje. To nije u skladu s Pravilnikom, čl. 37.: „Znak postavljen na autocesti zelene je boje; na brzoj cesti plave je boje; na ostalim cestama žute je boje.“ Na putokazu isto tako nije označena ni udaljenost do odredišta. Situacije su prikazane na slici 32., putokazi kod Mokrica na izlazu iz kružnog toka (slika 32.a) i skretanje za naselje Šafranki (slika 32.b).



a) putokazi kod Mokrica



b) putokaz za naselje Šafranki

Slika 32. Putokazi na analiziranoj dionici

Nakon skretanja za Veliko Trgovišće u smjeru Zagreba nalazi se znak „prestrojavanje vozila“ (C86) na kojem je naznačena mogućnost kretanja vozila ravno i skretanja desno. S obzirom da s desne strane još ne postoji cesta jer je ona tek u planu, dio znaka treba biti prekriven „trakom za prekrivanje znakova“ (C109). Nakon ovog znaka postavljen je znak izričitih naredbi koji ukazuje na obavezni smjer kretanja ravno (B50). Dio znaka C86 koji ukazuje na mogućnost prestrojavanja udesno radi desnog skretanja bio je prekriven trakom za prekrivanje, no ona se odlijepila. Znak je potrebno ponovo prekriti trakom kako vozači ne bi bili zbunjeni ili dovedeni u opasnost. Na slici 33. prikazana je opisana situacija.



Slika 33. Nedostatak trake za prekrivanje znakova nakon sretanja za Veliko Trgovišće

6.1.4. Dopunske ploče i ostali prometni znakovi

Netom prije samog ulaska u naselje Mirkovec u smjeru Zagreba nalazi se znak za vođenje prometa „putokazna ploča“ (D12) s označenim naseljima. Na znaku nedostaje upisana udaljenost do odredišta i ima previše napisanih naseljenih mjesta u jednom polju što nije u skladu s Pravilnikom, čl. 45.: „Znak označuje smjer ceste za naseljeno mjesto ispisano na znaku i udaljenost u kilometrima (osim u bijelom polju). Znak može imati najviše tri polja za označavanje smjerova kretanja i najviše dva naseljena mjesta unutar polja.“ Prometni znak je dimenzija 100x100 cm, retrorefleksije klase I. Slična situacija nalazi se i u blizini skretanja za Oroslavlje u smjeru Macelja. Postavljeni znak D12 ima označena mjesta bez udaljenosti do odredišta i u jednom polju ima označeno previše mjesta. Taj znak također nije u skladu s Pravilnikom, čl.45. Dimenzije znaka su 176x156 cm, retrorefleksije klase I. Opisane situacije prikazane su na slici 34., putokazna ploča prije ulaza u naselje Mirkovec u blizini Zaboka (slika 34.a) i putokazna ploča kod skretanja za Oroslavlje, Veliko Trgovišće i Jakovlje u blizini Velikog Trgovišća (slika 34.b)



a) prije ulaza u Mirkovec u smjeru Zagreba



b) skretanje za Oroslavlje

Slika 34. Putokazne ploče na analiziranoj dionici

Na dvije lokacije na obnovljenoj dionici D1 postavljeni su kontinuirani nepromjenjivi prometni znakovi. Postavljeni su na stupovima tako da se nalaze iznad kolnika, opremljeni su s dva treptača koji dodatno naglašavaju prometni znak. Znak koji se prikazuje na oba je „djeca na cesti“ (A34), a na samom stupu je postavljen fizički znak „obilježen pješački prijelaz“ (C02). Znakovi su opremljeni solarnim ćelijama tako da se napajaju pomoću obnovljivog izvora energije i izrađeni su LED tehnologijom. Jedan par znakova se nalazi u blizini Kupljenovog na križanju Kolodvorske i Zagorske ulice. Drugi par se nalazi u blizini Velikog Trgovišća na križanju D1 i ulice dr. Stanka Pinjuha. Postavljeni su s ciljem da vozačima skrenu pozornost na obilježeni pješački prijelaz na otvorenoj dionici D1. Kontinuirani nepromjenjivi prometni znakovi koji se nalaze na analiziranoj dionici prikazani su na slici 35.



Slika 35. Kontinuirani nepromjenjivi prometni znakovi kod skretanja za Veliko Trgovišće

6.2. Analiza zaštitnih odbojnih ograda

Pravilnikom je propisano (NN33/05, čl.89.) da na državnim cestama zaštitna ograda postavljena uz rub kolnika bude klase zadržavanja najmanje H1, a na objektima H2. Analizom cijele dionice utvrđeno je postojanje zaštitne ograde na određenim dijelovima, izmjerena je visina postavljanja i pretpostavljen stupanj odnosno klasa zadržavanja zaštitne ograde. Većina segmenata zaštitne ograde duž cijele trase na dijelovima gdje ona postoji započinju i završavaju

zakošenjem i sidrenjem u tlo. Ovakav način početka i završetka ograde nije pogodan u slučajevima kada ograda nije postavljena na propisanu duljinu. Prilikom nalijetanja vozila na početak ograde u takvim slučajevima najčešće dolazi do proboja ograde u vozilo. Zbog toga je iznimno važno dobro odrediti duljinu zaštitne odbojne ograde i mjesto početka zakošenja.

Na početku analizirane trase od GP Macelj do križanja s priključnom cestom na A2 zaštitna odbojna ograda postavljena je na određenim dijelovima prelaska kolnika preko objekata, u oštrim zavojima i na križanjima cesta. Analizom je utvrđeno da se radi o čeličnoj zaštitnoj odbojnoj ogradi koja je postavljena na visinu 70 cm, pričvršćena s odstojnikom za stupove koji se nalaze na međusobnoj udaljenosti od oko 100 cm. Pretpostavljena klasa zadržavanja je H1. Zaštitne odbojne ograde postavljene na objektu u naselju Gornji Macelj (slika 36.a) izvedene su bez završetaka te nisu u skladu s Pravilnikom, naime postavljene ograde su iste izvedbe i pretpostavljeno iste klase zadržavanja kao i na ostatku trase (H1 umjesto H2). Iza zaštitne ograde na objektu postavljena je željezna ograda radi dodatne sigurnosti. Ispred tunela Krapina nalazi se objekt (vijadukt) u duljini od oko 50 m koji nije zaštićen odbojnom ogradom već samo željeznom ogradom. Situacija izvedbe zaštitnih ograda na ovom dijelu dionice prikazana je na slici 36., u blizini Gornjeg Macelja na objektu (slika 36.a) i u zavoju u blizini naselja Đurmanec (slika 36.b).



a) zaštitna ograda na objektu b) zaštitna ograda u zavoju

Slika 36. Analizirane zaštitne ograde na početku dionice D1

Od križanja s priključnom cestom u blizini naplatne postaje Krapina u smjeru prema Zaboku skroz do kružnog toka u Mokricama ne postoji nikakva zaštitna ograda ni na jednom segmentu te dionice. Glavni razlog je to što trasa prolazi naseljenim mjestima i u većini slučajeva kuće su na manje od 10 metara od kolnika dok su kolni ulazi u kuće na manje od metar od samog kolnika i to na velikom dijelu dionice. Situacija je prikazana na slici 37. u blizini naselja Grdenci.



Slika 37. Dionica D1 bez zaštitne odbojne ograde u naselju Grdenci

Na obnovljenoj dionici D1 od kružnog toka u Mokricama do kružnog toka za Nove Dvore cijelom trasom postavljena je zaštitna ograda. Ona se prekida samo na određenim dijelovima gdje su ulazi odnosno izlazi s polja ili benzinskih postaja i na mjestima križanja cesta. Terenskim ispitivanjem utvrđeno je da se radi o čeličnoj elastičnoj odbojnoj ogradi koja se sastoji od jednog branika odnosno jedne trake. Postavljena je na stupovima koji su na međusobnom razmaku od 100 cm, pričvršćena je na odstojnik koji ostvaruje vezu između branika i stupa. Na braniku su postavljeni katadiopteri („mačje oči“) na razmaku od oko 6 m koji su u smjeru vožnje s desne strane crvene boje, a s lijeve strane bijele boje. Uz to s vanjske strane zaštitne ograde postavljeni su smjerokazni stupići usidreni u bankinu, pravilnija izvedba bila bi postavljanje smjerokaznih stupića na zaštitnu ogradu čime se postiže bolja uočljivost i preglednost ovog elementa prometne opreme. S obzirom da je zaštitna ograda postavljena na udaljenosti manjoj od 150 cm od ruba kolika prema Pravilniku smjerokazne stupiće potrebno je postaviti na ogradu. Klasa zadržavanja je pretpostavljena na H1. Analizirana zaštitna ograda prikazana je na slici 38.



Slika 38. Zaštitna odbojna ograda u blizini kružnog toka za Nove Dvore

Na dva mjesta gdje prometnica prelazi objekt (mali kanal) u blizini naselja Kupljenovo i u blizini naselja Luka zaštitna ograda prelazi iz jednog branika u jedan branik proširenog profila osiguran dodatnom prečkom iznad same ograde koja povezuje stupove. Branik je povezan s odstojnikom koji čini vezu sa stupovima. Pretpostavljena klasa zadržavanja je H2 što je u skladu sa zakonskom regulativom koja nalaže postavljanje ovakve ograde na objekte. Iza postavljene zaštitne odbojne ograde postavljena je dodatna željezna ograda kao dodatna sigurnost. Zaštitna ograda na objektu u blizini naselja Kupljenovo postavljena je na isti način. Opisana zaštitna ograda u blizini naselja Luka prikazana je na slici 39.



Slika 39. Zaštitna odbojna obrada na objektu u blizini naselja Luka

6.3. Analiza ostale prometne opreme

Terenskim istraživanjem utvrđeno je da na cijeloj dionici osim na dijelu od križanja D1 s priključnom cestom za A2 u blizini naplatne postaje Krapina do spajanja D1 s ulicom Matije Gubca u blizini Zaboka postoji signalizacija za označavanje ruba kolnika. Ona je izvedena u obliku smjerokaznih stupića koji su postavljeni na propisanim udaljenostima i označeni retroreflektirajućim elementima crvene boje u smjeru vožnje i bijele boje u suprotnom smjeru. Također je utvrđeno da postoji nekoliko smjerokaznih stupića čije sidrenje nije dobro izvedeno zbog čega ne stoje ravno te postoji nekoliko koji su oštećeni uslijed udara vozila i sl. Postavljenje smjerokaznih stupića jedino nije dobro izvedeno na zaštitnim ogradama o čemu je već pisano u radu. Slika 40. prikazuje smjerokazne stupiće u blizini naselja Polje Krapinsko.



Slika 40. Smjerokazni stupići u blizini naselja Polje Krapinsko

Svi tuneli (tunel Veliki Stog – 128 m, tunel Đurmanec – 97 m, tunel Žutnica – 221 m, tunel Krapina – 188 m) koji se nalaze na dionici opremljeni su smjerokaznim oznakama odnosno markerima osim tunela Mali Stog – 61 m. Izvedeni su u tehnologiji svjetlećih dioda (LED) na propisanom međurazmaku. U smjeru vožnje s desne strane svijetle crvene boje, a s lijeve strane plavo-bijele boje. Opisani elementi prometne opreme u tunelu Veliki Stog prikazani su na slici 41. i označeni su plavom strelicom.



Slika 41. Smjerokazne oznake – markeri u tunelu Veliki Stog

Reflektirajuće oznake postavljene su na svim mjestima na kojima je potrebna takva izvedba označavanja ruba kolnika. Sve zaštitne odbojne ograde opremljene su reflektirajućim oznakama. Izostavljene su samo u tunelu Mali Stog koji nije opremljen smjerokaznim

oznakama – markerima niti rasvjetom. To je jedini tunel na analiziranoj dionici koji nije propisano opremljen i zbog toga je nužno da se opremi barem jednim oblikom opreme za označavanje ruba kolnika. Tunel Mali Stog u blizini Gornjeg Macelja prikazan je na slici 42.



Slika 42. Tunel Mali Stog – 61 m, blizina Gornjeg Macelja

Pregledom ceste je utvrđeno da se na dionici nalazi 51 ploča za označavanje vrha prometnog otoka i sve su izvedene u obliku ploče K06 osim 12 ploča K09 koje su postavljene na novom kružnom toku križanja D1 i D205 kod Mokrica. Najčešći problem prilikom postavljanja ove ploče u kombinaciji s drugim znakovima je neujednačenost klasa retrorefleksije. Svega četiri znaka u kombinaciji s K06 postavljeni na isti stup su iste klase retrorefleksije (klasa II). Također je utvrđeno da je 6 ploča za označavanje vrha prometnog otoka izvedeno s retrorefleksijom klase I, a ne klase II (dva u smjeru vožnje prema Zagrebu i četiri u smjeru vožnje prema Macelju). Potrebno je provesti usklađivanje retrorefleksije na znakovima koji su postavljeni na istom stupu i potrebno je zamijeniti ploče retrorefleksije klase I s pločama klase II. Na dva raskrižja s kružnim tokom prometa u naselju Švaljkovec i u ulici Vrankove u blizini trgovačkog centra „Roses Designer Outlet“ nedostaju ploče za označavanje vrha prometnog otoka K06 i znakovi izričitih naredbi o obaveznom obilaženju (B59). Nedostatak je uočen samo na privozima u smjeru kretanja prema Zagrebu, ostali privozi opremljeni su prema Pravilniku. Privremeno je na mjestu početka prometnog otoka postavljen marker za razdvajanje smjerova vožnje K35. Opisane situacije prikazane su na slici 43, u naselju Švaljkovec (slika 43.a) i u blizini „Roses Designer Outlet“ (slika 43.b).





a) kružni tok u naselju Švaljkovec b) kružni tok kod „Roses Designer Outlet“

Slika 43. Nedostatak prometne opreme za označavanje vrha prometnog otoka na D1

Prometna oprema za označavanje prometnog otoka također nedostaje kod raskrižja s kružnim tokom prometa u blizini trgovačkog centra „West Gate“, ali je na tim privozima većina prometnih otoka opremljena ublaživačima udara. Slika 44. prikazuje ploče za označavanje prometnog otoka K09 osnovne boje žuto-zelene s retrorefleksijom klase III na raskrižju s kružnim tokom prometa u blizini Mokrica. Postavljene su na svakom privozu tri za redom. Na slici 44. su označene crvenom strelicom.



Slika 44. Ploča za označavanje prometnog otoka (K09) na kružnom toku u blizini Mokrica

Na ulasku u Zabok uočena je ploča za označavanje zapreka na cesti, objektima i ostalim prometnim površinama postavljena s desne strane u smjeru vožnje (K11). Postavljena je kako bi označila završetak pješačke staze i obavijestila pješake da prijeđu kolnik i nastave svoje kretanje na drugoj strani. Način na koji su ploča i znak „završetak pješačke staze“ (C19) postavljeni nije najbolje izveden jer zaklanja znak „naziv naseljenog mjesta“ (C79) koji je postavljen neposredno iza. Oznaku naseljenog mjesta trebalo bi izdignuti kako bi bila bolje uočljiva vozačima. Opisana situacija prikazana je na slici 45.



Slika 45. Zaklonjeni znak na ulazu u Zabok

Analizom statistike prometnih znakova utvrđeno je postojanje preko 130 ploča za označavanje zavoja na cesti. Većina ploča izvedena je kao ploča za označavanje oštrog zavoja na cesti (K14). Te ploče su žuto-zelene osnovne boje retrorefleksije klase III s crvenom strelicom i trebale bi se postavljati u oštrim i neočekivanim zavojima kako je to propisano Pravilnikom (NN33/05, čl. 81.). Terenskim istraživanjem utvrđeno je da je dosta ploča K14 postavljeno na mjestima gdje bi se mogla postaviti i ploča K12 ili K13, odnosno ta mjesta ne predstavljaju oštar ili neočekivani zavoj. Ovakav način nepravilnog postavljanja zbunjuje vozače prilikom vožnje jer očekuju oštar, a ne blagi ili normalan zavoj. Samim time vozači nakon nekog vremena zanemaruju te znakove pa u slučaju da zaista dođu u oštar zavoj nisu

spremni pravovremeno reagirati. Slika 46. prikazuje način označavanja zavoja pločama K13 (slika 46.a) i K14 (slika 46.b).

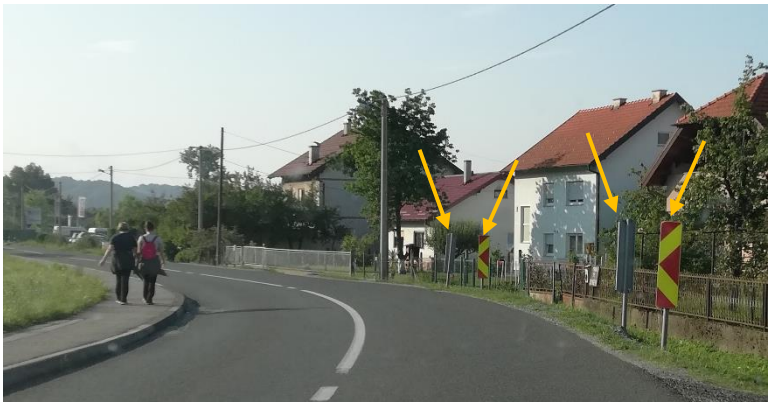




a) ploča za označavanje zavoja (K13) b) ploča za označavanje oštrog zavoja (K14)

Slika 46. Ploče za označavanje zavoja u blizini Zaboka

Uočeno je i nepravilno označavanje zavoja u naselju Švaljkovec. Umjesto ploča za označavanje zavoja (K12, K13 ili K14) upotrijebljena je ploča bočne zapreke (K17 i K18). Ploče K17 i K18 su crvene osnovne boje s kosim prugama žuto-zelene boje retrorefleksije klase III i prema Pravilniku se postavljaju na mjestima ugradnje umjetne izbočine i uzdignute plohe. Ispitivanjem zavoja na terenu utvrđeno je da ne postoji nikakva umjetna izbočina ili ploha. Isto tako ne postoji ni smanjenje bočnog profila ceste. Zaključak analizirane situacije je neispravno postavljena prometna oprema, ploče K17 i K18 potrebno je zamijeniti pločama K12, zavoj je pregledan i uočljiv te nije pretjerano oštar. Opisana situacija prikazana je na slici 47., ploče K17 i K18 označene su narančastom strelicom.



Slika 47. Neispravno označen zavoj u naselju Švaljkovec

Na dionici su uočena 4 prometnih zrcala i sva su postavljena na dijelu dionice koji prolazi naseljenim mjestima Ciglenica Zagorska, Mirkovec, Brezova i Grdenci. Sva zrcala postavljena su na pravilan način tako da omogućuju preglednost vozilima koja se uključuju na cestu s prednošću prolaska i sva su pravokutnog oblika. Primjer jednog zrcala u naselju Brezova prikazan je na slici 48.



Slika 48. Prometno zrcalo (K44) u naselju Brezova u blizini Zaboka

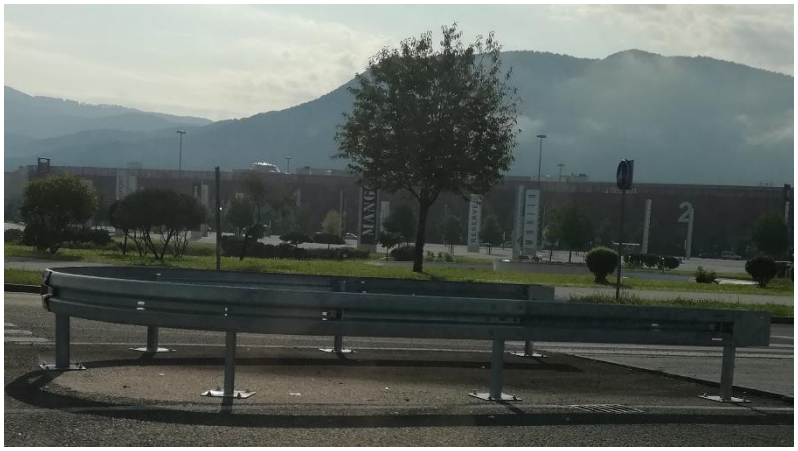
Zaštitna ograda protiv zasljepljivanja postavljena je u mjestu Donji Macelj (slika 49.) gdje državna cesta D1 prolazi pored autoceste A2 ponekad na udaljenosti od 2 metra. Radi se o zaštitnoj odbojnoj ogradi pretpostavljene klase zadržavanja H1 na koju su nadograđeni polimerni branici koji sprečavaju zasljepljivanje vozača na autocesti, ali i vozača na D1. Postavljena je u duljini od oko 200 metara na mjestima gdje je pretpostavljeno da će doći do zasljepljivanja vozača svjetlima vozila iz suprotnog smjera. Iako se ova vrsta opreme inače postavlja u razdjelnom pojasu ovdje je iskorištena zbog blizine dviju cesta. Terenskim istraživanjem utvrđeno je da se oprema nalazi u dobrom stanju te da je samo nekoliko stupića savinuto prema dolje što bi trebalo izravnati.



Slika 49. Ograda protiv zasljepljivanja u blizini autoceste A2 u naselju Donji Macelj

Ublaživači udara postavljeni su samo na jednom dijelu analizirane dionice i to na raskrižjima s kružnim tokom prometa kod trgovačkog centra „West Gate“ u Jablanovcu. Na prvom križanju cesta D1, Industrijska ulica i Zaprešićka ulica (prvo raskrižje s kružnim tokom prometa u smjeru Zagreba), ublaživač je postavljen samo na jednom od četiri privoza. Na drugom križanju D1 i Zaprešićke ulice (srednje raskrižje s kružnim tokom prometa u smjeru Zagreba) postavljen je na dva od tri privoza. Posljednje raskrižje s kružnim tokom prometa u nizu opremljeno je samo jednim ublaživačem udara. Postavljeni su kako bi osigurali vozilo od naleta na razdjelni otok, no trebali bi biti postavljeni na svim privozima. Na slici 50. prikazan je privoz s ublaživačem udara na srednjem raskrižju s kružnim tokom prometa u smjeru

Zagreba. Privoz bez ublaživača udara i ploče za označavanje prometnog otoka (K06, K07. K08 ili K09) prikazan je na slici 51.



Slika 50. Ublaživač udara na srednjem raskrižju s kružnim tokom prometa u smjeru Zagreba



Slika 51. Privoz bez ublaživača udara i opreme za označavanje prometnog otoka

Posljednji element koji je analiziran radom ne pripada zapravo u prometnu opremu, ali predstavlja bitan čimbenik u povećanju cestovne sigurnosti. Radi se o mjeračima brzine koji se sastoje brzinomjera, jednog LED ekrana koji prikazuje trenutnu brzinu vozila i dodatnog LED ekrana koji ispisuje poruku „USPORI“ ukoliko se vozilo kreće brzinom većom od ograničenja brzine na tom dijelu prometnice. Prvi mjerač postavljen je u naselju Donji Macelj u smjeru prema Zagrebu. Postavljen je na dva stupa i opremljen je solarnim ćelijama kako bi dobivao električnu energiju, ograničenje brzine na ovom dijelu je 50 km/h. Mjerač je u funkciji i radi u potpunosti ispravno. Drugi mjerač postavljen je u naselju Lepajci također u smjeru Zagreba. Radi se o sličnom mjeraču koji je opremljen kao i prethodni. Dodatno ovaj mjerač ima dva treptača koji naglašavaju njegovu prisutnost i uz to u slučaju prekoračenja brzine ispisuje poruke „USPORI“ i „SLOW“. Postavljen je na jednom stupu i opremljen solarnim ćelijama za napajanje, ograničenje na ovom dijelu prometnice je također 50 km/h. Mjerač brzine u potpunosti je ispravan i radi kvalitetno. U naselju Mirkovec postavljeni su mjerači brzine u oba smjera i spojeni su sa semaforom. U slučaju prekoračenja brzine za više od 10 km/h od dozvoljene 40 km/h, semafor automatski uključuje žuto i zatim crveno svijetlo te zaustavlja promet u oba smjera. Semafor je postavljen i zbog pješaka kako bi sigurno i neometano mogli prijeći cestu. Opremljen je tipkalom za aktiviranje zelenog svijetla za pješake. Jedan mjerač

postavljen u smjeru Zagreba opremljen je treptačima i postavljen je na jednom stupu dok drugi postavljen u smjeru Macelja nema treptača. Oba mjerača brzine vozila opremljena su solarnim ćelijama za dobivanje električne energije. Mjerač brzine koji se nalazi u smjeru prema Zagrebu nije u funkciji i slabije je vidljiv zbog okolnog granja, a drugi mjerač je u funkciji i radi potpuno ispravno. S obzirom da jedan mjerač ne radi, nije u funkciji ni semafor za zaustavljanje vozila koja prekoračuju brzinu. Semafor je trenutno samo u funkciji pješaka, svijetli zeleno do pritiska pješaka na tipkalo. Potrebno je popraviti mjerač i pustiti ga u funkciju te aktivirati povezanost sa semaforom. Neki od brojača prikazani su na slici 52., u naselju Donji Macelj (slika 52.a) i u naselju Mirkovec gdje je povezan sa semaforom koji je na slici označen crvenom strelicom (slika 52.b).



a) mjerač brzine u naselju Donji Macelj b) mjerač brzine u naselju Mirkovec

Slika 52. Mjerači brzine na dionici D1

6.4. Analiza elemenata zaštite

Na analiziranoj dionici državne ceste D1 od GP Macelj do odvojka za Zaprešić nije uočeni niti jedan element zaštite ceste (snjegobran, vjetrobran ili burobran, zaštita od buke). Za postavljanje snjegobrana i vjetrobrana odnosno elemenata za zaštitu od jakih udara vjetra za početak treba provesti analizu kako snijeg i vjetar djeluju na prometnicu. Isto tako od velikog značaja je ispitati okolno stanovništvo i vozače koji svakodnevno koriste prometnicu. Njihovo iskustvo i njihova zapažanja su od velike važnosti pri provođenju ovakvih analiza. Brojanjem prometa uvidjelo se da se najveća gustoća prometa ostvaruje na obnovljenoj dionici od raskrižja s kružnim tokom prometa u Mokricama do raskrižja s kružnim tokom prometa za Nove Dvore. Kako ta dionica prolazi uglavnom otvorenim prostorima bez naselja u neposrednoj blizini pretpostavlja se da nema potrebe za postavljanjem elemenata za zaštitu od buke. Na ovoj dionici možda bi bilo potrebno postaviti snjegobrane ili vjetrobrane, no za to je također potrebno provesti posebnu analizu. Na drugim dijelovima dionice koji prolaze kroz naseljena mjesta promet je manjeg obujma, no trebalo bi provesti analizu buke koja se stvara u tim mjestima i zaključiti da li ima zakonskih osnova za postavljanje nekog oblika zaštite od buke. Zaključno, provedenom analizom dionice na terenu nisu uočeni nikakvi elementi zaštite na dionici državne ceste D1.

7. ZAKLJUČAK

Prometna oprema i elementi zaštite ceste predstavljaju bitne čimbenike u sigurnosti cestovnog prometa jer određeni elementi sprječavaju nastanak prometne nesreće, a ukoliko do nje ipak dođe svojim svojstvima umanjuju posljedice. Prometnu opremu i zaštitu nije potrebno samo pravilno i uredno postaviti nego ju je potrebno održavati i nadzirati. Takvim načinom pregledavanja stanja prometnica, prometne opreme i zaštite umanjile bi se prometne nesreće, a time i smrtnost na cestama.

Detaljna analiza državne ceste D1 koja je provedena na dionici od GP Macelj do odvojka za Zaprešić primjer je analize koju je potrebno provesti na svim cestama u Republici Hrvatskoj. Analizom je utvrđeno postojanje određenog broja nedostataka i neusuglašenosti s mjerodavnom regulativom (Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 33/05).

Na dionici koja je analizirana radom nalazi se 1190 prometnih znakova, ploča za označavanje zavoja, putokaza i ostalih elemenata prometne opreme. Mjerenjem klase retrorefleksije, njihovih dimenzija i ostalih bitnih parametara uočeni su određeni nedostaci. Od sveukupnog broja zabilježenih elemenata njih 329 je neispravno u pogledu izvedbe ili klase i kvalitete retrorefleksije. To predstavlja oko 27% odnosno može se reći da je gotovo svaki četvrti znak na dionici neispravan.

Za ovu dionicu državne ceste D1 može se reći da je relativno dobro opremljena prometnom opremom, no zapažene nedostatke potrebno je na propisan način popraviti u cilju povećanja sigurnosti cestovnog prometa te u cilju smanjenja smrtno stradalih na prometnicama u skladu s Nacionalnim programom sigurnosti. Iako su neki od elemenata prometne opreme izmijenjeni u naseljima Donji Macelj, Velika Ves i Zabok preporuča se najkritičniju dionicu od Zaboka do Velike Vesi u blizini NP Krapina upotpuniti prometnom opremom te dotrajalu i oštećenu zamijeniti. Ostale dijelove na kojima nedostaje prometna oprema i elementi zaštite potrebno je kvalitetno i adekvatno opremiti te provesti dodatnu analizu vezanu uz potrebu izvedbe zaštite od buke i snijega. Sve to potrebno je napraviti kako bi se očuvao život sudionika u prometu. Ljudski život nema cijenu, zbog toga ga je potrebno sačuvati pod svaku cijenu.

POPIS LITERATURE

Knjige:

1. Cerovac, V.: *Tehnika i sigurnost prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2001.
2. Klemenčić, A., Korlaet, Ž.: *Ceste*, Fakultet građevinskih znanosti, Zagreb, 1985.
3. Legac, I.: *Cestovne prometnice I – javne ceste*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
4. Legac, I.: *Raskrižja javnih cesta – Cestovne prometnice II*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2008.

Internetski izvori:

1. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_10_96_2071.html (pristupljeno: 27.06.2018.)
2. http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=66680 (pristupljeno: 26.06.2018.)
3. http://pogledaj.to/drugestvari/kako-smo-gradili-autoput/ (pristupljeno: 26.06.2018.)
4. http://www.krapina.hr/gospodarstvo/gospodarstvo-u-krapini (pristupljeno: 30.06.2018.)
5. http://www.aik-invest.hr/zone/poslovna-zona-krapina-nova-zapad/ (pristupljeno: 30.06.2018.)
6. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_05_47_1096.html (pristupljeno: 27.06.2018.)
7. http://vijesti.hrt.hr/223932/otvorena-nova-stara-zagorska-magistrala (pristupljeno: 01.07.2018.)
8. https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/ (pristupljeno: 03.07.2018.)
9. http://www.eurorap.org/about-us/ (pristupljeno: 15.07.2018.)
10. http://www.eurorap.org/protocols/ (pristupljeno: 15.07.2018.)
11. http://www.eurorap.org/wp-content/uploads/SENSoR-Star-Rating-Report_CRO_v0.60_sdl_20141212.pdf (pristupljeno: 16.07.2018.)
12. https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/eurorap-karta-rizika-2007-2009/ (pristupljeno: 07.07.2018.)
13. https://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/eurorap/karta-rizika-2010-2012 (pristupljeno: 09.07.2018.)
14. https://www.mup.hr/public/documents/Statistika/Bilten%20o%20sigurnosti%20cestovnog%20prometa%20za%202016.%20godinu.pdf (pristupljeno: 10.07.2018.)
15. https://www.zakon.hr/z/244/Zakon-o-cestama (pristupljeno: 08.07.2018.)
16. https://www.prometna-zona.com/povijest-prometnih-znakova/ (pristupljeno: 12.07.2018.)
17. http://e-student.fpz.hr/Predmeti/S/Signalizacija_i_upravljanje_plovilima/Materijali/osnove_prometne_signalizacije.pdf (pristupljeno: 18.07.2018.)
18. https://hrvatske-ceste.hr/uploads/documents/attachment_file/file/105/knjiga6.pdf (pristupljeno: 18.07.2018.)

19. https://www.prometna-signalizacija.com/zastitne-ograde/odbojne-ograde/ (pristupljeno: 22.07.2018.)
20. http://www.tiipublications.ie/library/DN-REQ-03034-08.pdf (pristupljeno: 23.07.2018.)
21. https://www.prometna-signalizacija.com/zastitne-ograde/new-jersey-ograde/ (pristupljeno: 23.07.2018.)
22. https://www.prometna-signalizacija.com/oprema-ceste/zastita-od-buke/ (pristupljeno: 25.07.2018.)
23. http://static.fpz.hr/FPZWeb/files/katalog-laboratorijske-opreme/Ispitni-laboratorij-Zavoda-za-prometnu-signalizaciju.pdf (pristupljeno: 30.07.2018.)

Ostali izvori:

1. Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)
2. Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 33/05)
3. https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1455960/mod_resource/content/1/3%20%20predavanje%20CpI_2917_2018.pdf, autorizirana predavanja iz kolegija Cestovne prometnice 1
4. https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1436012/mod_resource/content/1/Planersko%20razvojne%20osnove.pdf, autorizirana predavanja iz kolegija Cestovne prometnice 1
5. Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN108/17

POPIS KRATICA

A	autocesta
D	državna cesta
GP	granični prijelaz
LCD	liquid crystal display (ekran od tekućih kristala)
LED	light emitting diode (svjetleća dioda)
NN	narodne novine
PGDP	prosječni godišnji dnevni promet
PLDP	prosječni ljetni dnevni promet

POPIS SLIKA

Slika 1. Trasa državne ceste D1
Slika 2. Analizirana dionica državne ceste D1
Slika 3. Prikaz raspodjele kolničkih i prometnih traka na analiziranoj dionici:
a) dva prometna traka, b) četiri prometna traka
Slika 4. Vozilo za ispitivanje rizika prometnica
Slika 5. Karta rizika za analiziranu dionicu državne ceste D1: a) 2007-2009, b)2010-2012
Slika 6. Projektne brzine i najveći nagibi nivelete
Slika 7. Zrcalna refleksija
Slika 8. Difuzna refleksija
Slika 9. Retrorefleksija
Slika 10. Vrste retrorefleksije: a) sferična retrorefleksija, b) prizmatična retrorefleksija
Slika 11. Vidljivost različitih klasa retrorefleksije
Slika 12. Vidljivost prometnog znaka noću
Slika 13. Andrijin križ – A47
Slika 14. Znak s natpisom naseljenog mjesta i znakom izričite naredbe ograničenja brzine
Slika 15. Cesta s prednošću prolaska – C08
Slika 16. Prikaz ostalih prometnih znakova: a) dopunska ploča, b) vođenje prometa,
c) promjenjivi prometni znakovi
Slika 17. Zaštitne čelične odbojne ograde: a) klasa zadržavanja N2, b) klasa zadržavanja H2
Slika 18. Zaštitne ograde tipa New Jersey: a) betonska, b) plastična
Slika 19. Prikaz postavljanja smjerokaznih stupića u pravcu
Slika 20. Ploča za označavanje zavoja na cesti – K12
Slika 21. Prometno zrcalo – K45
Slika 22. Privremeni drveni snjegobran
Slika 23. Elementi zaštite ceste: a) zaštita od vjetra, b) zaštita od buke
Slika 24. Statistika prometnih znakova na D1
Slika 25. Nepregledan prometni znak na ulazu u naselje Mirkovec
Slika 26. Izmijenjen prometni znak u blizini Donjeg Macelja
Slika 27. Ploča s prometnim znakom i ispisanom udaljenosti u naselju Šafranki
Slika 28. Izmijenjen prometni znak u blizini Zaboka
Slika 29. Primjer ispravno postavljenog znaka opasnosti u blizini naplatne postaje Krapina
Slika 30. Prometni znak koji nije u skladu s Pravilnikom u naselju Velika Ves
Slika 31. Neusklađenost retrorefleksije prometnih znakova u mjestu Gornji Macelj
Slika 32. Putokazi na analiziranoj dionici: a) putokazi kod Mokrica,
b) putokaz za naselje Šafranki
Slika 33. Nedostatak trake za prekrivanje znakova nakon sretanja za Veliko Trgovišće
Slika 34. Putokazne ploče na analiziranoj dionici:
a) prije ulaza u Mirkovec u smjeru Zagreba, b) skretanje za Oroslavlje
Slika 35. Kontinuirani nepromjenjivi prometni znakovi kod skretanja za Veliko Trgovišće
Slika 36. Analizirane zaštitne ograde na početku dionice D1:
a) zaštitna ograda na objektu, b)zaštitna ograda u zavoju

Slika 37. Dionica D1 bez zaštitne odbojne ograde u naselju Grdenci
Slika 38. Zaštitna odbojna ograda u blizini kružnog toka za Nove Dvore
Slika 39. Zaštitna odbojna obrada na objektu u blizini naselja Luka
Slika 40. Smjerokazni stupići u blizini naselja Polje Krapinsko
Slika 41. Smjerokazne oznake – markeri u tunelu Veliki Stog
Slika 42. Tunel Mali Stog – 61 m, blizina Gornjeg Macelja
Slika 43. Nedostatak prometne opreme za označavanje vrha prometnog otoka na D1:
a) kružni tok u naselju Švaljkovec, b) kružni tok kod „Roses Designer Outlet“
Slika 44. Ploča za označavanje prometnog otoka (K09) na kružnom toku u blizini Mokrica
Slika 45. Zaklonjeni znak na ulazu u Zabok
Slika 46. Ploče za označavanje zavoja u blizini Zaboka: a) ploča za označavanje zavoja(K13),
b) ploča za označavanje oštrog zavoja (K14)
Slika 47. Neispravno označen zavoj u naselju Švaljkovec
Slika 48. Prometno zrcalo (K44) u naselju Brezova u blizini Zaboka
Slika 49. Ograda protiv zasljepljivanja u blizini autoceste A2 u naselju Gornji Macelj
Slika 50. Ublaživač udara na srednjem raskrižju s kružnim tokom prometa u smjeru Zagreba
Slika 51. Privoz bez ublaživača udara i opreme za označavanje prometnog otoka
Slika 52. Mjerači brzine na dionici D1: a) mjerač brzine u naselju Donji Macelj,
b) mjerač brzine u naselju Mirkovec

POPIS TABLICA

Tablica 1. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Macelj
Tablica 2. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Đurmanec
Tablica 3. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Čveki
Tablica 4. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Veliko Trgovišće
Tablica 5. Rezultati brojenja prometa u 2017. godini na brojačkom mjestu Pojatno
Tablica 6. Klase zaštitne ograde ovisno o kategoriji ceste
Tablica 7. Razmak smjerokaznih stupića u ovisnosti o radijusu zavoja
Tablica 8. Najviše dopuštene razine buke u dB

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Prikaz PGDP-a i PLDP-a u razdoblju od 2014. – 2017. na brojačkom mjestu Pojatno
Grafikon 2. Uzrok neispravnosti prometnih znakova na analiziranoj dionici D1

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

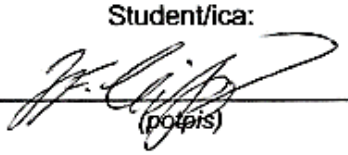
Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **ANALIZA PROMETNE OPREME I ELEMENTI ZAŠTITE NA DRŽAVNOJ CESTI D1**

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

U Zagrebu, 24.8.2018

Student/ica:



(potpis)