

Vizualni pregled cesta na području Cerovlja

Ahmetović, Megi

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:207677>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-02**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

Megi Ahmetović

Vizualni pregled cesta na području Cerovlja

Diplomski rad

Rijeka, 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET

Studij: Stručni specijalistički diplomski studij građevinarstva
Smjer: Graditeljstvo u priobalju i komunalni sustavi
Kolegij: Gospodarenje kolnicima

Megi Ahmetović
JMBAG: 0114031739

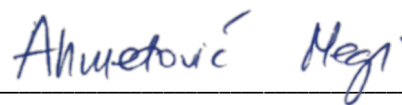
Vizualni pregled cesta na području Cerovlja

Diplomski rad

Rijeka, srpanj 2022.

IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradio/izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom/mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.



Megi Ahmetović

U Rijeci, 29. lipanj 2022.

ZAHVALA

Zahvaljujem mentorici dr.sc. Marijani Cuculić, dipl. ing. građ. na pomoći i korisnim savjetima tijekom pisanja diplomskog rada.

Zahvaljujem obitelji i najbližima koji su vjerovali u mene i podupirali me sve ove godine, a bez kojih ne bih uspjela.

POPIS SLIKA:

Slika 1: Konstrukcija ceste [2]	12
Slika 2: Betonski kolnik [25].....	12
Slika 3: Elementi ceste [26]	13
Slika 4: Crack Measurement System LCMS®-2 [10]	19
Slika 5: Grafički prikaz prosječnog godišnjeg dnevnog prometa 2021. godine [11]	21
Slika 6: Lokacija ceste [23].....	23
Slika 7: Nova kolnička konstrukcija [foto autor].....	25
Slika 8: Dionica Cerovlje-Borut [22].....	26
Slika 9: Horizontalna signalizacija na cesti Cerovlje-Borut [foto autor]	28
Slika 10: Dionica Pazinski Novaki-Cerovlje [22].....	29
Slika 11: Novoobnovljeni dio ceste Pazinski Novaki-Cerovlje [foto autor]	30
Slika 12: Stari dio ceste Pazinski Novaki-Cerovlje [foto autor].....	31
Slika 13: Smjerokazni stupići [foto autor]	32
Slika 14: Vertikalna signalizacija u Pazinskim Novakima [foto autor]	32
Slika 15: Mrežasta pukotina niskog stupnja oštećenja [foto autor]	36
Slika 16: Mrežasta pukotina srednjeg stupnja oštećenja [foto autor]	37
Slika 17: Mrežasta pukotina visokog stupnja oštećenja [foto autor].....	37
Slika 18: Poprečna pukotina niskog stupnja oštećenja [foto autor]	39
Slika 19: Poprečna pukotina umjerenog stupnja oštećenja [foto autor]	39
Slika 20: Poprečna pukotina visokog stupnja oštećenja [foto autor]	40
Slika 21: Uzdužna pukotina niskog stupnja oštećenja [foto autor]	41
Slika 22: Uzdužna pukotina umjerenog stupnja oštećenja [foto autor]	42
Slika 23: Uzdužna pukotina visokog stupnja oštećenja [foto autor]	42
Slika 24: Udarne jame umjerenog stupnja oštećenja [foto autor].....	43
Slika 25: Udarne jame niskog stupnja oštećenja [foto autor]	44
Slika 26: Kolotrazi [foto autor]	45
Slika 27: Kolotrazi [foto autor]	45
Slika 28: Odvajanje završnog sloja visokog stupnja oštećenja [foto autor]	46
Slika 29: Odvajanje završnog sloja visokog stupnja oštećenja [foto autor]	47
Slika 30: Popravci niskog stupnja oštećenja [foto autor]	48
Slika 31: Popravci umjerenog stupnja oštećenja [foto autor]	48
Slika 32: Popravci visokog stupnja oštećenja [foto autor]	49
Slika 33: Iznojavanje veziva visokog stupnja oštećenja [foto autor].....	50
Slika 34: Iznojavanje veziva niskog stupnja oštećenja [foto autor].....	50
Slika 35: Područje iznojavanja veziva na dionici Cerovlje-Borut [22]	55
Slika 36: Uzdužna pukotina umjerenog stupnja oštećenja (Pazinski Novaki-Cerovlje) [foto autor]	59
Slika 37: Odvajanje završnog sloja visokog stupnja oštećenja (Pazinski Novaki-Cerovlje) [foto autor]	60
Slika 38: Primjer slojeva kolničke konstrukcije [24]	65
Slika 39: Mini remikser [29].....	67

POPIS TABLICA:

1. Tablica 1. Prometno opterećenje u vršnim satima na dionici Cerovlje-Borut (izradila autorica)
2. Tablica 2. Prometno opterećenje u vršnim satima na dionici Pazinski Novaki-Cerovlje (izradila autorica)
3. Tablica 3. Postotak zahvaćenosti ceste Cerovlje-Borut oštećenjima (izradila autorica)
4. Tablica 4. Zahvaćenost ceste Cerovlje-Borut oštećenjima prema stupnju oštećenja (izradila autorica)
5. Tablica 5. Postotak zahvaćenosti ceste Pazinski Novaki-Cerovlje oštećenjima (izradila autorica)
6. Tablica 6. Zahvaćenost ceste Pazinski Novaki-Cerovlje oštećenjima prema stupnju oštećenja (izradila autorica)
7. Tablica 7. Prijedlog sanacija oštećenja prema stupnju oštećenja (izradila autorica)

SAŽETAK

Ceste su važan element za povezivanje sela, naselja, gradova, županija, država ali i za promet različite vrste robe. U današnje vrijeme važnost cesta za život ljudi sve više raste, stoga je potrebno ceste održavati i redovito vršiti pregled kako bi se sačuvale te kako bi sigurnost prometovanja bila na razini. Vizualnim pregledom ceste uočavaju se različita oštećenja i deformacije koje se bilježe kroz katalog oštećenja te saniraju ovisno o intenzitetu oštećenja. Ovim radom obrađene su ceste na području Cerovlja čime je dan pregled oštećenja tih dionica te prijedlog sanacije. Faktori koji utječu na oštećenja cesta su povećani broj prometa, industrija, turizam, Istarski ipylon pod naplatom te na koncu Županijske uprave za ceste Istarske županije koje su upravitelji tih cesta te koje su zadužene za održavanje cesta.

KLJUČNE RIJEČI: Cerovlje, ceste, kolnik, vizualni pregled, oštećenja, pukotine

ABSTRACT

Roads are an important element for connecting villages, settlements, cities, counties, states, but also for the traffic of different types of goods. Nowadays, the importance of roads for people's lives is growing, so it is necessary to maintain roads and regularly inspect them in order to preserve them and to ensure traffic safety. Visual inspection of the road reveals various damages and deformations that are recorded through the catalog of damages and repaired depending on the intensity of the damage. This work covered the roads in the area of Cerovlje, which gave an overview of the damage to these sections and a proposal for rehabilitation. Factors affecting road damage are increased traffic, industry, tourism, the Istrian Y under toll and finally the County Road Administration of the Istrian County, which are the managers of these roads and which are in charge of road maintenance.

KEYWORDS: Cerovlje, roads, pavement, visual examination, damages, cracks

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	10
2.	PREGLED CESTE	11
2.1.	Ceste.....	11
2.2.	Vrste pregleda cesta.....	13
2.2.1.	<i>Redoviti pregledi.....</i>	<i>13</i>
2.2.2.	<i>Izvanredni pregled.....</i>	<i>15</i>
2.2.3.	<i>Vizualni pregled ceste.....</i>	<i>15</i>
2.2.4.	<i>Senzitivni pregled</i>	<i>17</i>
2.3.	Oštećenja i deformacije ceste	17
2.3.1.	<i>Pukotine i površinska oštećenja</i>	<i>18</i>
2.4.	Prometno opterećenje ceste.....	20
2.4.1.	<i>Brojanje prometa</i>	<i>21</i>
3.	ANALIZA STANJA CESTA NA PODRUČJU CEROVLJA.....	23
3.1.	Općenito o cestama na području Cerovlja	23
3.2.	Lokalna cesta Cerovlje-Borut	26
3.2.1.	<i>Lokacija ceste</i>	<i>26</i>
3.2.2.	<i>Kolnička konstrukcija.....</i>	<i>27</i>
3.2.3.	<i>Oprema i signalizacija</i>	<i>27</i>
3.3.	Županijska cesta Pazinski Novaki-Cerovlje.....	29
3.3.1.	<i>Lokacija ceste</i>	<i>29</i>
3.3.2.	<i>Kolnička konstrukcija.....</i>	<i>29</i>
3.3.3.	<i>Oprema i signalizacija</i>	<i>31</i>
3.4.	Prometno opterećenje ceste.....	33
4.	OŠTEĆENJA KOLNIČKE KONSTRUKCIJE	35
4.1.	Katalog oštećenja	36
4.2.	Utjecajni faktori oštećenja cesta na području Cerovlja	51
4.2.1.	<i>Istarski ipsilon.....</i>	<i>52</i>
4.2.2.	<i>Županijska uprava za ceste Istarske županije.....</i>	<i>53</i>
4.3.	Oštećenja na dionici Cerovlje-Borut.....	53
4.4.	Oštećenja na dionici Pazinski Novaki-Cerovlje.....	58
5.	PRIJEDLOG SANACIJE DIONICA.....	63
5.1.	Sanacija dionice Cerovlje-Borut	64
5.2.	Sanacija dionice Pazinski Novaki-Cerovlje.....	65

6. ZAKLJUČAK	68
7. LITERATURA.....	69

1. UVOD

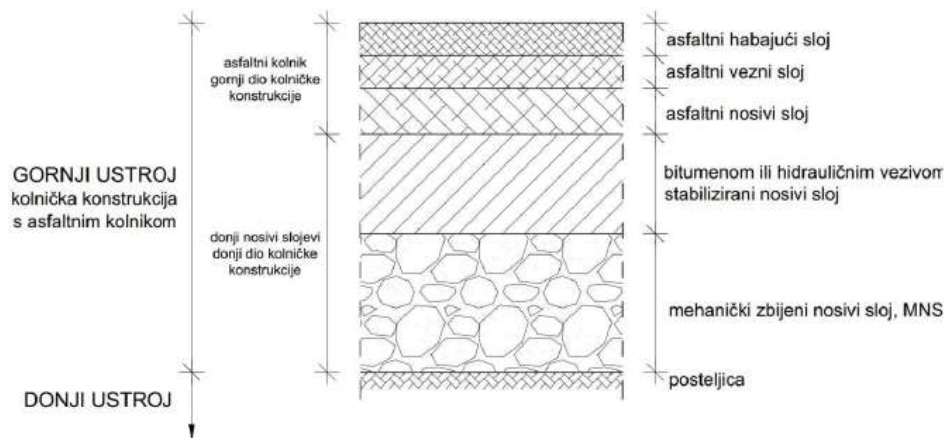
Diplomskim radom obaviti će se vizualni pregled i analizirati stanje dijela lokalne ceste L50082 koja je sveukupno duga 13,3 km, a spaja cestu L 50084 (Gorenja Vas) preko naselja Borut sa cestom Ž 5013 (Cerovlje) te ceste Cerovlje-Pazinski Novaki, dio županijske ceste oznake 5046 koja spaja Pazin preko Cerovlja sa naseljem Paz. Ovim radom dati će se pregled parametara koji utječu na vizualnu ocjenu stanja asfaltnih kolnika, te će se prikazati mogući načini mjerenja i raspoloživa tehnologija. Uz analizu utjecajnih parametara dati će se prijedlog sanacije ceste te katalog oštećenja. Kao što je spomenuto, cesta Borut-Cerovlje spaja naselje Borut i naselje Cerovlje u istoimenoj općini. U Borutu je smješten pogon za proizvodnju građevinskog materijala ICC Concept d.o.o., što ovu dionicu čini prometno preopterećenom obzirom na broj transportnih sredstava koja se njome kreću u svrhu dopremanja ili odvoza građevinskog materijala, uključujući i cestu Pazinski Novaki-Cerovlje obzirom da većina prometa dolazi iz smjera Pazina. Osim navedenog faktora koji utječe na oštećenje kolničke konstrukcije, može se navesti i utjecaj Istarskog ipsilona odnosno otvaranje punog profila ceste (čvor Rogovići-Vranja) 2021. godine čime je započelo naplaćivanje autoceste. Dio prometa se iz toga razloga premjestio na okolne ceste odnosno "stare" ceste, među kojima je i županijska cesta Pazin-Pazinski Novaki-Cerovlje-Paz-Boljun, te lokalna cesta Cerovlje-Borut-Lupoglav.

2. PREGLED CESTE

2.1. Ceste

Ceste su građevine u prostoru namijenjene prometovanju različitih vrsta cestovnih vozila. Postoji niz prednosti cestovnog prometa; cestovni promet nema voznog reda te je moguća prilagodba, a prometovanje i svaka potreba čovjeka koja uključuje promet može biti ispunjena i samo sa jednim prometnim vozilom isključujući pretovar ili presjedanje. Ceste se mogu razlikovati po više elemenata a to su: vrsta prometa koji prometuje cestom, broj voznih trakova, veličina prometa, gustoća prometa, teren kojim cesta prolazi i slično. Mogu se dijeliti prema položaju u prostoru, prometnoj funkciji, vrsti prometa, konfiguraciji terena i veličini motornog prometa, a glavna podjela cesta je prema namjeni kolničke konstrukcije te ih se prema tome dijeli na savitljive odnosno asfaltne i krute odnosno betonske. [1].

Konstrukcija ceste odnosno prometne građevine sastoji se od dva glavna dijela, a to su gornji i donji ustroj. [2] (Slika 1.) U donji ustroj prometne građevine svrstava se nasip uključujući posteljicu, usjek, galerije, mostove, tunele i ostalo na čemu se onda izvodi gornji ustroj odnosno kolnička konstrukcija prometne građevine. Donji ustroj ukratko predstavlja sve zemljane radove i objekte na trasi. Kao što je spomenuto, gornji ustroj prometne građevine je kolnička konstrukcija, čiji je završni sloj direktno izložen različitim utjecajima kao što je utjecaj prometa ili atmosferski utjecaj, odnosno gornji ustroj je sve ono što se nalazi iznad površine posteljice ili nosive ploče objekta. Donji ustroj se još naziva trup ceste, dok se za asfaltne slojeve gornjeg ustroja koristi termin "cestovni zastor". [3]



Slika 1: Konstrukcija ceste [2]

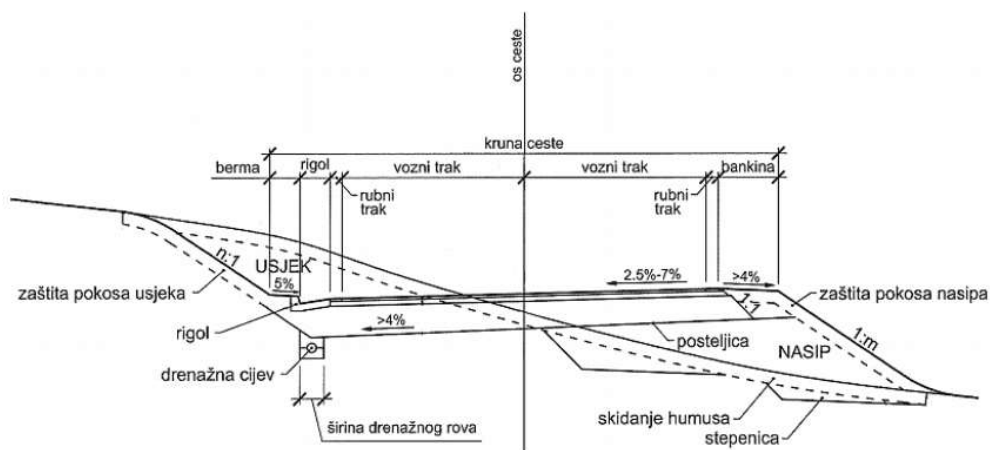
Osim navedene kolničke konstrukcije koju se naziva savitljivom, postoji i kruta kolnička konstrukcija kojoj je završni sloj betonski (Slika 2.). Kao što sam naziv govori, beton je krut, naspram asfaltnog kolnika kojem bitumen omogućuje elastičnost odnosno savijanje. [4]



Slika 2: Betonski kolnik [25]

Neki od elemenata ceste su: posteljica ili planum, kolnik, vozni trak, rubni trak, zaustavni trak, bankina, berma, rigol, drenaža i razdjelni pojas. (Slika 3.) Navedeni elementi ceste mogu se razlikovati ovisno o vrsti ceste, te se obzirom na vrstu određuje npr. širina voznog traka. Pri projektiranju cesta, osim navedenoga, potrebno je poznavati i tlo kako bi veza ceste i tla bila kvalitetna, ali i ostale materijale kao što je

bitumen; materijal od kojeg se proizvode različite vrste asfalta za završne slojeve kolničke konstrukcije. [2]



Slika 3: Elementi ceste [26]

2.2. Vrste pregleda cesta

“Pregled ceste” je pojam koji obuhvaća niz radova s ciljem osiguranja sigurnosti na cestama te kvalitete kolničke konstrukcije prometnice, što znači da je važan za život stanovništva ali i vijek trajanja kolničke konstrukcije i samih vozila koja prometuju cestom. Pregled ceste se prema Pravilniku o održavanju cesta NN 3/2021 dijeli na ophodnju, redovite preglede i izvanredne preglede, a osim takve podijele dijeli se i na vizualni pregled, senzitivni pregled ili pregled različitim vrstama ispitne opreme. [5]

2.2.1. Redoviti pregleđi

Redoviti pregleđi ceste se prema Pravilniku o održavanju cesta NN 3/2021 dijele na planirane pregleđe, sezonske pregleđe, godišnje pregleđe cestovnih objekata te glavne pregleđe cestovnih objekata:

- Planirani pregled: *provode se prema planovima rada i priručnicima proizvođača cestovne opreme i uređaja;*

- Sezonski pregled: *obavljaju se dva puta godišnje, u proljetnom i jesenskom razdoblju, a radi procjene razine oštećenja za popravak;*
- Godišnji pregled: *provode se u godinama kada nema glavnih pregleda, kako bi se pratilo stanje građevina (mostovi, nadvožnjaci, podvožnjaci, tuneli i vijadukti), kao i objekata za održavanje cesta i naplatnih postaja. Metalne i drvene konstrukcije pregledavaju se svake godine. Godišnji pregledi ne zahtijevaju specijalistički pristup niti upravljanje prometom;*
- Glavni pregled: *obavljaju se najmanje jednom u 4 godina za sveobuhvatne procjene stanja kolnika, te jednom u 6 godina za građevine (mostovi, nadvožnjaci, podvožnjaci, tuneli i vijadukti) kao i objekte za održavanje cesta i naplatnih postaja. Glavni pregledi zahtijevaju puni pristup svim dijelovima građevine kako bi se njima, uz specijalistička mjerenja i ispitivanja, odredila dugoročna trajnost.*
[5]

Pod redoviti pregled spada svako redovito održavanje kojim se osiguravaju prohodnost ceste, tehnička ispravnost ceste, te najbitnije sigurnost prometa na cestama. Održavanje se obavlja kroz cijelu godinu, a podrazumijeva održavanje same trase, objekata i instalacija koje pripadaju cesti. Redoviti pregledi dužnost su upravitelja ceste, a svrha pregleda je pravovremeno prikupljanje informacija o stanju ceste za izradu planova održavanja. Kako bi se dobilo čim više korisnih podataka, pregled bi trebao biti koordiniran, a posebice ukoliko ometa promet ili je potrebno zatvaranje jednog od prometnih trakova. [6]

Planirani pregled vrši se s ciljem uočavanja manjih oštećenja koja se u određenom narednom periodu mogu povećati ukoliko se pravovremeno ne reagira odnosno sanira. Sezonski pregledi obavljaju se najčešće dvaput godišnje, te se njima mogu detaljnije analizirati utjecaji temperaturnih razlika tijekom godina na kolničku konstrukciju odnosno utjecaj godišnjih doba na istu. Analiziraju se nastala oštećenja te saniraju. Godišnjim pregledom analiziraju se podaci na način da se dobiveni podaci uspoređuju s prethodnim godinama, te se na taj način izrađuje kvalitetan plan održavanja uzimajući u obzir rezultate usporedbe. Uočene deformacije i oštećenja se saniraju te ih se iduće godine ponovno analizira i eventualno ponovno sanira. Ukoliko su uočena veća oštećenja i pukotine može se ispitati i nosivost kolničke konstrukcije, a

to se svakako radi tijekom glavnog pregleda. Glavnim pregledom se analiziraju oštećenja, deformacije, nosivost i ostali parametri, te se daje detaljan izvještaj. Osim kolničke konstrukcije, kako je već navedeno, glavnim pregledom obavezno je utvrditi stanje objekata na cesti što je također parametar koji se uzima u obzir za sveukupnu ocjenu stanja ceste. [5]

2.2.2. Izvanredni pregled

Izvanredni pregled cesta radnja je koja se obavlja povremeno, a opseg takvih radnji ovisi o dotrajalosti ili oštećenju ceste, te je za njega potrebna tehnička dokumentacija. Izvanredni pregled se obavlja s ciljem poboljšanja nekih od elemenata ceste, osiguravanja sigurnosti, stabilnosti i trajnosti ceste i cestovnih objekata, te prije svega osiguranje ili povećanje sigurnosti prometa. Takvi se pregledi rade kod izvanrednih situacija kao što su prometne nesreće teže razine kod kojih je došlo do oštećenja cestovne konstrukcije, požari, eksplozije, klizanje terena, potresi, druge prirodne katastrofe te ostali izvanredni događaji koji mogu ostaviti negativne posljedice na kolničku konstrukciju. [5] *Izvanredni pregledi obavljaju se također pri:*

- *određivanju sposobnosti ceste za preuzimanje prekomjernih ili izvanrednih opterećenja,*
 - *prije isteka garancijskog roka za izvanredne radove održavanja,*
 - *na zahtjev Ministarstva mora, prometa i infrastrukture*
- [2]

Upravitelj ceste je dužan odrediti sadržaj i opseg izvanrednog pregleda ceste ovisno o događaju koji je doveo do potrebnog izvanrednog pregleda. Osim sadržaja i opsega, dužan je imenovati Povjerenstvo za obavljanje pregleda ceste koje kasnije mora sastaviti izvješće sa prijedlogom potrebnih mjera. [5]

2.2.3. Vizualni pregled ceste

Pregled ceste moguće je izvršiti na više načina i različitim tehnologijama koje danas sve više napreduju, a najstariji i nikako manje bitan način je vizualni pregled

ceste, pored kojega se još izdvaja senzitivni pregled. *Vizualni pregled se dijeli na više vrsta pregleda:*

- *jednostavna metoda – hodanje i bilježenje nedostataka*
- *poluautomatska metoda vizualnog snimanja*
- *automatski način (visokoučinkoviti mjerni uređaji za snimanje stanja površine kolnika)*

[7]

Vizualnim pregledom dobivaju se informacije koje bitno doprinose krajnjem zaključku odnosno prijedlogu popravka ili rekonstrukcije ceste. Takvim pregledom uočavaju se različite vrste površinskih oštećenja kao što su pukotine te njihov intenzitet, a osim toga uočavaju se i deformacije ceste. [7] Vizualni pregled ceste prvenstveno obuhvaća obilazak dionice i bilježenje svih opažanja o stanju kolnika u što spadaju nedostaci, različita oštećenja i uzroci oštećenja, nepravilnosti i slično. Osim kolničke konstrukcije, bitno je pregledati i elemente odvodnje, geološke karakteristike terena uz cestu te sve ostalo što može utjecati na stanje kolnika, oštećenja ali i ljude i vozila koja prometuju cestom. Svaka se promjena odnosno nepravilnost detaljno mora opisati prema vrsti, intenzitetu i uzroku nastajanja. Na temelju toga, podaci se iskazuju na način da se obrade numerički, grafički uz opis i skice presjeka kolnika sa podacima i fotografijama u pisanom izvještaju te kroz katalog oštećenja.. Nedostatak vizualnog načina pregleda ceste je što svaki promatrač može dati različite rezultate vezano za stanje kolnika, stoga su krajnji rezultati različitih promatrača djelomično usporedivi. Kako bi ocjena stanja kolnika bila kvalitetno odrađena, te kako bi se podaci mogli usporediti sa drugim cestama, bitno je definirati korištenje podataka odnosno detaljnost prikupljanja podataka. Osim toga, za provođenje vizualnog pregleda ceste, potrebno je regulirati promet te osigurati nesmetano provođenje pregleda kako bi rezultati bili točni i kvalitetno prikupljeni. [8]

U današnje vrijeme, sve se više koriste ručna računala ili slična tehnologija za lakše, brže i preglednije unošenje podataka, pa se na taj način podaci brže i lakše dijele sa ostalim djelatnicima odnosno suradnicima. Spomenuta poluautomatska metoda vizualnog pregleda obavlja se na način da se tijekom sporije vožnje zadanom dionicom snima; vozač prilagođava brzinu obzirom na uočene nedostatke na cesti, dok operater

unos i sva registrirana oštećenja u svoj program, ovisno o vrsti i položaju oštećenja na cesti. Za lakši način unošenja koriste se slova ili različiti brojčani kodovi. Prednost takvog snimanja je ta što je moguće bilježenje stanje većeg dijela ceste ili čak cijele cestovne mreže. Nedostaci takve vrste snimanja su:

- radna brzina snimanja ograničena je brzinom vozila
- troškovi takvog pregleda su visoki,
- potrebna je zaštita odnosno osiguravanje sigurnosti sudionika snimanja

Automatske metode pregleda su bolja opcija obzirom da ne ugrožavaju sudionike snimanja. Vozilo se kreće većim brzinama te su prikupljeni podaci detaljniji i kvalitetniji. Prikupljaju se različitim vrstama tehnologije. [7]

2.2.4. Senzitivni pregled

Za dobivanje čim kvalitetnijih rezultata i finalnog provođenja procedure ocjene stanje kolnika, poželjna je i vožnja određenom dionicom za još bolju ocjenu stanja kolničke konstrukcije što se zove senzitivni pregled. Senzitivni pregled ujedno se obavlja tijekom poluautomatske ili automatske metode pregleda ceste. Ukoliko je vožnja neugodna, neudobna, te je potrebno pažljivo upravljanje vozilom kako ne bi došlo do izlijetanja s ceste obzirom na ulegnuća, udarne jame, neravan kolnik i ostala oštećenja koja se mogu osjetiti, rezultat ocjene stanja kolnika senzitivnim pregledom je negativan. Vizualnim pregledom uočavaju se eventualne neravnine većih razmjera, dok se senzitivnim pregledom može dobiti dojam o veličini takve deformacije. Ispitivanjima se definira točno stanje odnosno intenzitet neravnosti, ali senzitivnim pregledom može se dati subjektivno ali realno mišljenje o ravnosti ceste. [7]

2.3. Oštećenja i deformacije ceste

Vizualnim pregledom ceste uočavaju se površinska oštećenja, a sa dodatnom automatiziranom opremom kojom se može koristiti tijekom takvog pregleda, dobivaju se kvalitetniji i potpuniji rezultati. Mjerenje različitih parametara prilikom vizualnog pregleda značajno je za krajnju usporedbu i ocjenu stanja kolničke konstrukcije. Mogu

se mjeriti različiti parametri ceste kao što su površinska oštećenja i pukotine, zatim ravnost, kolotražnje, nosivost, defleksija, tekstura, hvatljivost i ostalo. Vizualnim pregledom mogu se analizirati pukotine, površinska oštećenja, te ravnost kolničke konstrukcije što će biti detaljnije obrađeno kasnije, a što se tiče analiziranja ostalih parametara koristi se različita tehnologija i načini ispitivanja.

2.3.1. Pukotine i površinska oštećenja

Pukotine i površinska oštećenja jasno su vidljiva oku stoga je vizualnim pregledom lako utvrditi takve pojave. Mjerenje oštećenja kao što su pukotine ili određena površinska oštećenja može se vršiti pomoću manjih mjernih instrumenata pri ručnom mjerenju kao što je metar pomoću kojega se mjeri dubina i širina oštećenja, površina oštećenja i sl. Za pojedino oštećenje, na osnovu izmjerenih rezultata, dobiva se intenzitet oštećenja koji može biti visoki, srednji ili niski. Osim ručnog brojanja, postoji sustav koji automatski detektira pukotine – prvi primjer takvog sustava je "H2000 Automatic Crack Detection". Na vozilu koje služi za ispitivanje, na stražnjem dijelu, montirane su dvije laserske jedinice koje projiciraju lasersku zraku na površinu kolnika, a osim toga slika se snima i kamerom. Detektira se vrsta, jačina i opseg pukotina, precizno i kvalitetno, te je podatke moguće analizirati kroz mapu pukotina putem softvera. [9] Osim njega, postoji i sustav "Laser Crack Measurement System (LCMS®-2)" (Slika 4.) koji također radi pomoću lasera. Jednim prolaskom po cesti, automatski detektira, mjeri i kvantificira sve funkcionalne parametre kolnika kao što su pukotine, rupe, kolotrazi, hrapavost, teksturu i sl. Prednost takvog sustava je što pregled može vršiti danju ili noću od 0-100 km/h i više, što bitno smanjuje troškove rada te vrijeme završetka projekta. Podaci su dostupni u XML formatu, a slike u JPEG formatu. [10]



Slika 4: Crack Measurement System LCMS®-2 [10]

2.4. Prometno opterećenje ceste

Element koji bitno utječe na količinu oštećenja te intenzitet oštećenja je prometo opterećenje koje može biti prometno opterećenje po kotaču ili prometno opterećenje u smislu količine prometa. Podatak o prometnom opterećenju koristan je pri analizi oštećenja i deformacija ceste, ali i pri projektiranju novih cesta. Projekt ceste treba uskladiti sa svim parametrima kao što je podneblje, vrsta tla, ali i količina prometa koja se predviđa na toj cesti.

Prometno opterećenje ceste predstavlja količinu prometa odnosno broj prometnih vozila bilo koje vrste koji u određenom periodu ili jedinici vremena prođu kroz određeni presjek ceste. Dobiva se nakon analize prometa odnosno brojanjem istoga. Prometno opterećenje utječe na više elemenata putovanja; planiranje putovanja, ugodnost putovanja, troškovi putovanja, sigurnost prometa. Ono što je specifično za prometno opterećenje je to da se mijenja tijekom dana, ali i ovisno o danu u tjednu, ili doba godine. Osim toga, naseljenost područja kroz koji cesta prolazi, te blagdani i turistička sezona također utječu na veličinu prometnog opterećenja. Za kvalitetno prometno prognoziranje, planiranje, projektiranje i gospodarenje prometnim sustavom i cestama, potrebni su podaci o veličini prometnog opterećenja dobiveni brojanjem prometa. [11] Prema Hrvatskim autocestama količina prometa može se iskazati u 3 osnovne grupe podataka:

1. *Prosječni godišnji dnevni promet (PGDP): predstavlja prosječnu, dnevnu količina prometa u odnosu na ukupno ostvareni promet tijekom cijele godine (Slika 5.)*
2. *Prosječni ljetni dnevni promet (PLDP): predstavlja prosječnu, dnevnu količina prometa u odnosu na ukupno ostvareni promet tijekom ljetnog perioda u godini (od 1.srpnja do 31.kolovoza)*
3. *Prosječni mjesečni dnevni promet (PMDP): predstavlja prosječnu, dnevnu količina prometa u odnosu na ukupno ostvareni promet tijekom pojedinog mjeseca u godini*

[11]



Slika 5: Grafički prikaz prosječnog godišnjeg dnevnog prometa 2021. godine [11]

2.4.1. Brojanje prometa

Obzirom na razvoj automobilske industrije, broj vozila na prometnicama se povećao, te se i dalje povećava. Veliki broj vozila doveo je do potrebe da se promet kontrolira i da se podaci o istome evidentiraju te obrađuju u različite svrhe. Prvobitno se brojanje prometa odvijalo ručno, a kasnije uz napredak tehnologije pojavljuju se i različiti mjerni uređaji. Brojanje prometa, odnosno prikupljanje podataka o prometu potrebno je za kvalitetno prometno i urbanističko planiranje, ali i za planiranje budućih možebitnih prometnih pravaca odnosno prometne mreže. Osim toga, poželjno je pri oblikovanju prometnih čvorova, ali i preoblikovanju već postojećih, kako čvorova tako i prometnih mreža. [12]

Brojanje prometa može biti:

1. **Privremeno brojanje prometa:** brojanje se vrši u određenom vremenskom periodu ili kontinuirano 24 sata u danu određeni broj dana kada se koriste automatski brojači. Kada se radi o brojanju 24 sata u danu, moguća je izrada odnosa dnevnog i noćnog prometnog opterećenja. Dobiveno prometno opterećenje može se prikazati i prema kategoriji vozila.
2. **Neprekidno brojanje prometa:** takvo brojanje prometa vrši se prema godišnjim intervalima najčešće preko uređaja koji se napajaju strujom odnosno sunčevom energijom preko solarnih panela čime je omogućena jednostavna instalacija i neprekidno brojanje. Dobiveno prometno opterećenje može se prikazati i prema kategoriji vozila.

Ručno brojanje prometa jedan od načina privremenog brojanja prometa koje obavljaju takozvani "brojitelji prometa" upisujući podatke u obrasce brojanja prometa. Prednosti takve vrste brojanja je što se mogu dobiti točni rezultati o količini vozila na tom presjeku ceste, podaci o strukturi prometnog toka, smjerovima kojima se vozila kreću unutar raskrižja i sl. Osim toga, brojitelji mogu zamijetiti eventualne nepravilnosti i izvanredne situacije tijekom brojanja, što se posebno zapisuje i uzima u obzir. Takve situacije su primjerice prometne nesreće, odron ceste, kvar semafora i slično. Također, ukoliko se radi brojanje u kraćem vremenskom ova metoda ne iziskuje velike troškove stoga je to još jedna prednost u brojanju prometa. [13]

3. ANALIZA STANJA CESTA NA PODRUČJU CEROVLJA

3.1. Općenito o cestama na području Cerovlja

Općina Cerovlje nalazi se u središnjoj Istri (Slika 6.) i obuhvaća prostor od 107 kilometara četvornih te osim što ima puno manjih zaselaka, razdijeljena je na deset mjesnih odbora: Cerovlje, Borut, Draguč, Gologorica, Gologorički Dol, Gradinje, Grimalda, Pagubice, Paz i Pazinski Novaki. Cerovlje postoji još u 13. stoljeću, te je nastalo na važnom prometnom pravcu. Prometni pravac ceste koja je povezivala Istru i Rijeku imao je veliki utjecaj na razvoj ovoga područja, a veliki značaj Cerovlje dobiva izgradnjom željezničke pruge Divača-Pula u 19. stoljeću, kao i pokretanje ciglarske tradicije u 20. stoljeću.



Slika 6: Lokacija ceste [23]

Cerovlje je malo križanje prometnih pravaca koji se granaju u svim smjerovima. Za područje Cerovlja značajan je čvor Cerovlje Istarskog ipsilona čime je naselje direktno povezano sa autocestom te je putovanje olakšano i ubrzano. Osim autoceste, kroz Cerovlje prolazi više prometnih pravaca; jedna od cesta je cesta koja se od Pazinskih Novaki preko Cerovlja spaja na Boljun te dalje do Tunela Učka. Drugi pravac vodi prema Pagubicama, treći prema Draguću dalje do Buzeta, te pravac koji preko Boruta ide do Lupoglava odnosno Gorenje Vasi.

Dionice koje se ovim radom analiziraju, dionica Pazinski Novaki-Cerovlje i Cerovlje-Borut, odabrane su kao dvije dionice sa pretpostavkom da se najviše razlikuju po razini odnosno količini oštećenja među cestama na području Cerovlja. Cesta Cerovlje-Borut vizualnim pregledom daje dojam najlošijeg stanja ceste na području Cerovlja, dok se za cestu koja iz smjera Pazinskih Novaki vodi prema Cerovlju može subjektivno zaključiti da je u vrlo dobrom stanju i održavana.

Stanje cesta u samom naselju Cerovlje je dobro, obzirom na nedavnu obnovu glavnih prometnih površina koje su zbog izgradnje komunalne infrastrukture bile uništene. (Slika 7.) Sve su glavne ceste kroz samo naselje obnovljene te izrađene u dva asfaltna sloja izuzev manjeg dijela koji čeka na završetak radova komunalne infrastrukture. Asfaltiranje 90% cesta kroz naselje je privedeno kraju u svibnju 2022. godine, te se čeka na izradu horizontalne signalizacije. Vizualnim pregledom uočava se lošija izvedba asfaltnog zastora oko određenih revizijskih okana, što se senzitivnim pregledom potvrđuje. Niža kota poklopca revizijskih okana se uvelike osjeća te utječe na udobnost same vožnje. Ostala oštećenja nisu zapažena, te je nova kolnička konstrukcija velika stavka za mještane i žitelje Općine Cerovlje ali i sve putnike koji redovno prolaze tim područjem. Deformacije koje su prethodno postojale, utjecale su na vožnju ali i samo vozilo, te je vožnja ispod ograničenja bila nužna za očuvanje istoga.

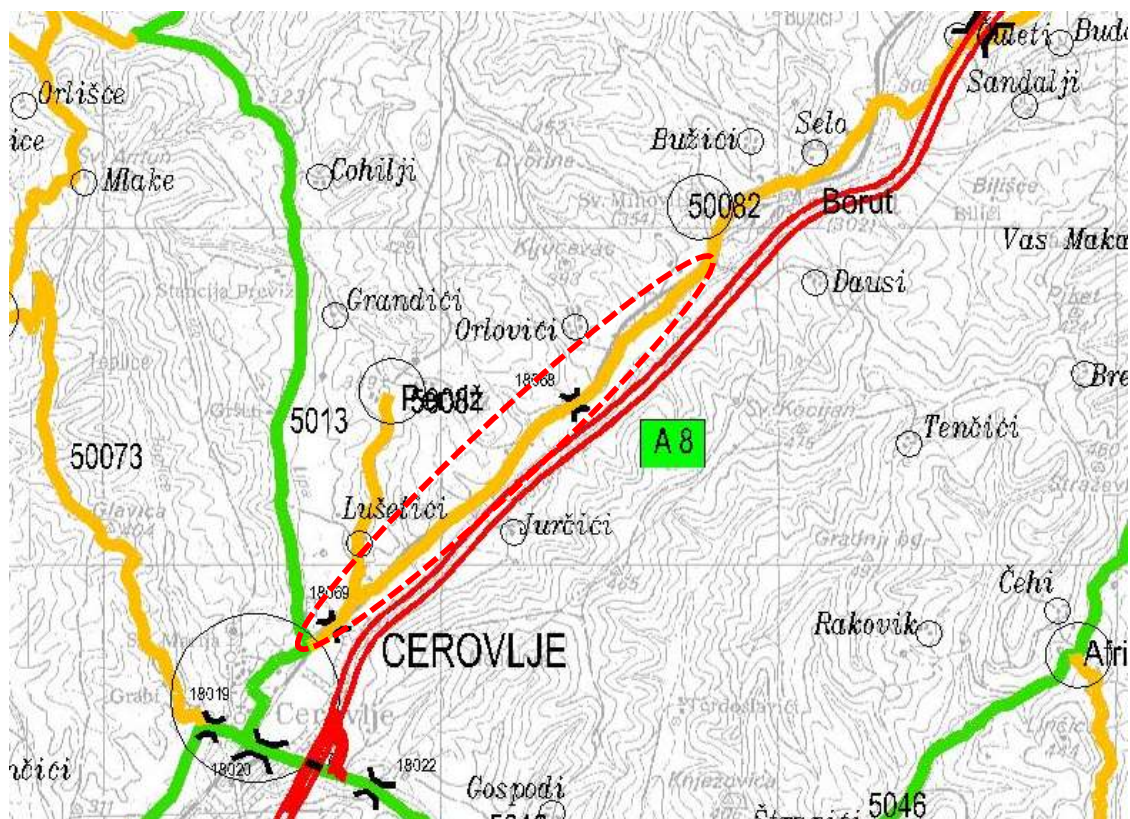


Slika 7: Nova kolnička konstrukcija [foto autor]

3.2. Lokalna cesta Cerovlje-Borut

3.2.1. Lokacija ceste

Cesta se nalazi u Općini Cerovlje u središnjoj Istri spajajući mjesto Borut sa mjestom Cerovlje. Naselje Borut je skupina manjih zaselaka: Budaki, Buzići, Čuleti, Dausi, Grdinići, Grgurići, Moloni, Orlovići, Poljanice i Sandalji, a prvi put se spominje u 15. stoljeću točnije 1498. godine u Urbaru pazinske grofije. Krajem 15. stoljeća u Borutu je živjelo svega desetak obitelji, ali se u 16. stoljeću broj povećava obzirom na izbjeglice pred turskim osvajačima iz Hrvatske i Bosne. Prema popisu stanovništva iz 2021. godine, na području općine Cerovlje živi više od 1400 stanovnika, dok prema popisu stanovništva iz 2011. godine u Borutu živi 206 stanovnika. [14] Na slici 8. crvenom iscrtkanom linijom označena je dionica Cerovlje-Borut koja se obrađuje ovim radom.



Slika 8: Dionica Cerovlje-Borut [22]

3.2.2. Kolnička konstrukcija

Kolnička konstrukcija ceste Cerovlje-Borut izgrađena je oko 1973. godine, a prema izvorima stanovnika koji su sudjelovali u izgradnji ceste radove je izvodila tvrtka Hidroelektra niskogradnja d.d., dok je projektnu dokumentaciju izradila tvrtka Urbis72 d.o.o. Tada se nije uzelo u obzir opterećenje kakvo je danas, obzirom da je bilo puno manje vozila, a ljudi su koristili željeznice za putovanje u grad. Kolnička konstrukcija ima svega nekoliko centimetara jednog sloja asfaltnog zastora, a obzirom na današnje preveliko opterećenje koje konstrukcija podnosi, pretpostavka je da takva kolnička konstrukcija preslaba. Unaprjeđivanjem tvornice koja djeluje u Borutu, i općenito broja vozila po stanovniku, opterećenje se sve više povećava, što znači da bi konstrukcija trebala biti većih dimenzija u smislu debljine, te izrađena u skladu sa opterećenjem vozila koje trpi.

3.2.3. Oprema i signalizacija

Cesta Cerovlje-Borut sadrži osnovnu horizontalnu i vertikalnu signalizaciju, te opremu. Na slici 9. prikazana je horizontalna signalizacija gdje je vidljivo da cesta ima ucrtanu samo srednju liniju – punu ili isprekidanu. Rubna linija nije ucrtana, što bi, bez obzira na važeću regulativu kojom nije definirano da lokalna cesta mora imati rubnu liniju, bila velika prednost. Cesta je zavojita, neosvijetljena te uzimajući u obzir sigurnost prometovanja cestom ali i oštećenja, rubna linija bila bi od velikog značaja. Smjerokazni stupići i ograde postavljeni su samo na određenim mjestima gdje označavaju odnosno upozoravaju na kanale, potok te osiguravaju prometovanje uz željezničku prugu koja se na određenoj poziciji nalazi više od 2 metara ispod kote nivelete ceste. Na cesti ima svega nekoliko prometnih znakova koji obilježavaju željeznički prijelaz ili ime naselja.

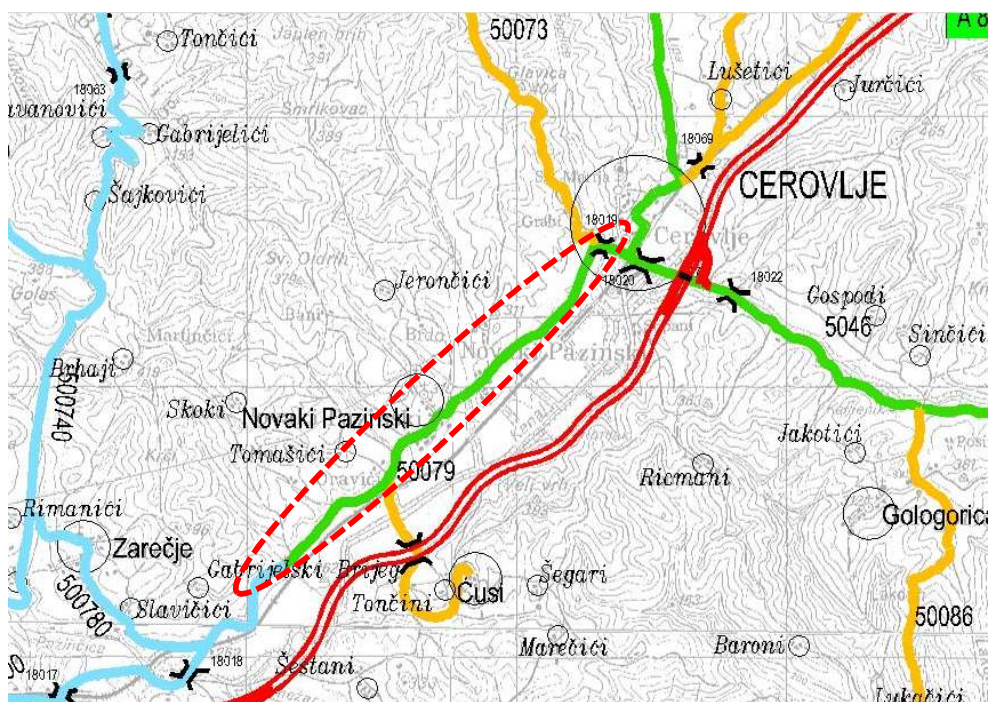


Slika 9: Horizontalna signalizacija na cesti Cerovlje-Borut [foto autor]

3.3. Županijska cesta Pazinski Novaki-Cerovlje

3.3.1. Lokacija ceste

Cesta se nalazi u Općini Cerovlje spajajući Pazinske Novake sa mjestom Cerovlje te je dio županijske ceste 5046 koja spaja Pazin počevši od Gabrijeleskog Brijega, Cerovlje i Paz sa D 500 u Boljunu. Na slici 10. crvenom iscrtkanom linijom označen je dio u duljini od oko 4,3 km, koji će se obraditi ovim radom. Ta je dionica jedna od najprometnijih dionica na području Cerovlja te je kvalitetan primjer za usporedbu sa ostalim cestama na području Općine Cerovlje.



Slika 10: Dionica Pazinski Novaki-Cerovlje [22]

3.3.2. Kolnička konstrukcija

Kolnička konstrukcija je, za razliku od ceste Borut-Cerovlje, ojačana odnosno izrađena u više slojeva što je čini kvalitetnijom, stabilnijom, te manje podložnom pojedinim oštećenjima. Dio kolničke konstrukcije u duljini od oko 900 m 2022. godine izgrađen je na novo, obzirom da je prethodna konstrukcija bila oštećena pri izvođenju komunalne infrastrukture odnosno izvođenju kanalizacije i pročistača za područje

Cerovlja. Nova kolnička konstrukcija sastoji se od dva sloja asfalta kao i prethodna kolnička konstrukcija obzirom da su izvođači radova bili dužni vratiti konstrukciju u prvobitno stanje. Novo stanje ceste prikazano je na slici 11., dok je stari neobnovljeni dio prikazan na slici 12.



Slika 11: Novoobnovljeni dio ceste Pazinski Novaki-Cerovlje [foto autor]



Slika 12: Stari dio ceste Pazinski Novaki-Cerovlje [foto autor]

3.3.3. Oprema i signalizacija

Cesta Pazinski Novaki-Cerovlje više je razine nego cesta Borut-Cerovlje pa time sadrži i veći broj signalizacije te opreme. Vizualnim pregledom ceste uočava se ucrtana srednja ali i rubna linija kolnika, te kontinuirano postavljene smjerokazni prometni stupići (Slika 13.) Osim uzdužnih linija, u samom naselju nailazi se na oznaku pješačkog prijelaza, stajališta za autobus, te poprečnih linija za usporavanje prometa. Osim navedenog, potpuna je i vertikalna signalizacija; jasno su vidljiva ograničenja ovisno o dijelu dionice, postavljene su znakovi koji upozoravaju na blizinu dječjeg vrtića (Slika 14.) pješačkog prijelaza, te ostali znakovi za usmjeravanje prometa. Ova je dionica kvalitetnije i detaljnije označena od prethodno obrađene.



Slika 13: Smjerokazni stupići [foto autor]



Slika 14: Vertikalna signalizacija u Pazinskim Novakima [foto autor]

3.4. Prometno opterećenje ceste

Obzirom na lokaciju proizvodnog pogona, transportna sredstva kao što su teretna vozila svakodnevno prolaze dionicom Cerovlje-Borut, a veći dio vozila i cestom Pazinski Novaki-Cerovlje, te svojim teretom, ali i samim brojem putovanja na toj dionici, utječu na kvalitetu kolničke konstrukcije. Kolnička konstrukcija Cerovlje-Borut zasigurno nije projektirana za takvu vrstu odnosno količinu prometnog opterećenja. Planirana je izgradnja zaobilaznice koja bi se pružala uz Istarski ipilon, međutim ta ideja nije realizirana, pa se promet nastavlja odvijati po spomenutoj dionici. Dionica od Cerovlja do Boruta nije naseljena, ima svega nekoliko stambenih objekata uz cestu, te dvije sporedne ceste koje se priključuju; cesta za naselje Juršići (sredina dionice) i cesta za naselje Dausi (u Borutu). Prometno opterećenje najveće je ujutro kada stanovnici Boruta idu na posao te kada tvornica kreće sa radom (06:30-07:30 h), te poslijepodne kada se stanovnici vraćaju s posla, a tvornica prestaje sa radom (15:00-16:00).

Za cestu Cerovlje-Borut odrađeno je ručno brojanje prometa te su dobiveni sljedeći podaci prikazani u Tablici 1:

Tablica 1. Prometno opterećenje u vršnim satima na dionici Cerovlje-Borut (izradila autorica)

Broj vozila				
Smjer	Borut-Cerovlje		Cerovlje-Borut	
Vrijeme	06:30-07:30 h	15:00-16:00 h	06:30-07:30 h	15:00-16:00 h
Osobno vozilo	32	19	17	24
Teretno vozilo	3	5	7	1
Radno vozilo (traktor i sl.)	4	1	1	3

Podaci su prikupljeni 01.06.2022. (radni dan) ručnim brojanjem prometa; evidencija na početnoj odnosno krajnjoj točki dionice u Borutu gdje se promet nastavlja prema tvornici u Borutu ili dalje lokalnom cestom prema Lupoglavu. Evidencija je podijeljena obzirom na smjer kretanja vozila; Borut-Cerovlje i Cerovlje-Borut. Brojanje se vršilo tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata kada je promet najintenzivniji. Evidentirana je količina pojedinog tipa vozila odnosno izdvojena su tri najčešća tipa vozila: osobna vozila, teretna vozila te radna vozila kao što su traktori obzirom da se radi o ruralnom području.

Cesta Cerovlje-Pazinski Novaki prometno je puno više opterećena nego cesta prema Borutu, ali je i u puno boljem stanju. Prometno opterećenje je najizraženije u jutarnjim satima kad industrija ali i ostale poslovne djelatnosti kreću sa radom, a obzirom da je za ovaj dio stanovništva ova cesta najpovoljniji način prometovanja do grada Pazina, upravo je ta dionica najviše prometno opterećena općenito na području Cerovlja. Slično se događa i u popodnevnim satima, kada radno vrijeme završava. Stanovnici općine zovu je "glavnom" cestom obzirom da njome prometuje sav promet koji se kreće iz smjera Pazina prema svim mjestima koja su smještena nakon Cerovlja. Ta je dionica najprometnija posebno u turističkim mjesecima obzirom da je ona prvi izbor nakon Istarskog ipsilona koji se naplaćuje. Prometno opterećenje u vršnim satima prikazano je u Tablici 2.:

Tablica 2. Prometno opterećenje u vršnim satima na dionici Pazinski Novaki-Cerovlje (izradila autorica)

Broj vozila				
Smjer	Pazinski Novaki-Cerovlje		Cerovlje-Pazinski Novaki	
Vrijeme	06:30-07:30 h	15:00-16:00 h	06:30-07:30 h	15:00-16:00 h
Osobno vozilo	38	41	59	30
Teretno vozilo	11	4	6	8
Autobus	1	2	2	1
Radno vozilo (traktor i sl.)	2	1	1	0

Podaci su prikupljeni 13.06.2022. (radni dan) ručnim brojanjem prometa; evidencija na početnoj odnosno krajnjoj točki dionice u Cerovlju. Evidencija je podijeljena obzirom na smjer kretanja vozila; Pazinski Novaki-Cerovlje i Cerovlje-Pazinski Novaki. Za ovu dionicu se također brojanje vršilo tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata kada je promet najintenzivniji, te je evidentirana količina pojedinog tipa vozila uključujući i autobus obzirom da na ovom dijelu prometuju za prijevoz učenika u školu.

4. OŠTEĆENJA KOLNIČKE KONSTRUKCIJE

Oštećenja kolničke konstrukcije mogu se podijeliti na oštećenja savitljivih kolničkih konstrukcija i krutih kolničkih konstrukcija. Neke od vrsta oštećenja su različiti tipovi pukotina, deformacija, razgrađivanje zastora, kvarenje površine, popravci i sl.

Popis oštećenja:

- Pukotine u blokovima
- Poprečne pukotine
- D pukotine
- Top down pukotine
- Reflektivne pukotine
- Uzdužne pukotine
- Krokodilske pukotine
- Pukotine na uglu ploče
- Boranje
- Mrvljenje pukotina ili razdjelnica
- Udarna jama
- Zaglađivanje
- Kolotraženje
- Iznojavanje veziva
- Razgrađivanje zastora
- Mrvljenje površine

[15]

4.1. Katalog oštećenja

Za analizirane dionice niže je izrađen katalog oštećenja koji prikazuje vrste oštećenja na tim dionicama te opisuje svako od njih. Definirani su i stupnjevi oštećenja koji služe sa daljnju analizu stanja cesta prema kojima se lakše mogu donijeti zaključci vezano za potrebne sanacije ili izrade plana održavanja ceste.

1. Mrežasta pukotina – krokodilska pukotina



Slika 15: Mrežasta pukotina niskog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 16: Mrežasta pukotina srednjeg stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 17: Mrežasta pukotina visokog stupnja oštećenja [foto autor]

OPIS: Mrežaste pukotine nastaju kao posljedica zamora materijala asfaltnog sloja. Zamor materijala uzrokovan je ponavljajućim prometnim opterećenjem. Osim zamora materijala, uzrok može biti i nedovoljna nosivost podloge ili porast prometnog opterećenja. Loša izvedba konstrukcije odnosno neadekvatno strukturalno

projektiranje također mogu biti uzrok pojave oštećenja. Mrežaste pukotine se još nazivaju i krokodilske pukotine; uzorak je sličan mreži odnosno krokodilskoj ljusci. Isprepletene pukotine površinu kolnika razdjeljuju u više manjih poligona, a poligon je najčešće veličine do 0,3 m. Takva oštećenja javljaju se u području tragova kotača, iako nije uvjet; mogu zahvatiti i čitavu površinu kolnika. Mrežaste pukotine pogoduju razvitku udarnih jama. [15]

Stupanj oštećenja [15]:

- *Nizak: Nekoliko uskih međusobno povezanih pukotina koje tvore površinu razdijeljenu u poligone, pukotine nisu zapunjene, nema odlamanja niti pumpanja vode kroz pukotine.*
- *Umjeren: Šire međusobno povezane pukotine koje tvore mrežu, početak odlamanja na rubovima pukotina, pukotine mogu biti zapunjene, nema pumpanja vode kroz pukotine.*
- *Visok: Široke međusobno povezane pukotine, umjereno do jako odlamanje rubova, poligonalni komadi dijelom slobodni i pomični pod opterećenjem od prometa, pukotine mogu biti zapunjene, moguća pojava pumpanja vode.*

2. Poprečna pukotina



Slika 18: Poprečna pukotina niskog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 19: Poprečna pukotina umjerenog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 20: Poprečna pukotina visokog stupnja oštećenja [foto autor]

OPIS: Poprečne pukotine su pukotine koje se pružaju poprečno obzirom na os ceste. Nastaju pod utjecajem vlačnih naprezanja, koja uzrokovana skupljanjem tijekom niskih temperatura, prerastu vlačnu čvrstoću asfaltnog sloja. Obzirom da se smanjenjem temperature najprije hladi površinski sloj, one nastaju na površini ceste te se šire prema dolje u donje slojeve kolničke konstrukcije. Mogu biti i u obliku reflektivnih pukotina koje dolaze iz sloja ispod. [15]

Stupanj oštećenja [15]:

- *Nizak: pukotine su širine manje od 6 mm.* Intenzitet (učestalost) pukotina je nizak – pukotine se ponavljaju na više od 20 m'
- *Umjeren: pukotine su širine od 6-19 mm.* Intenzitet (učestalost) pukotine je umjeren – pukotine se pojavljuju na svakih 10-20 m'
- *Visok: pukotine su širine veće od 19 mm.* Intenzitet (učestalost) pukotine je visok – pukotine se pojavljuju na manje od 10 m'.

Mjerenje poprečnih pukotina vrši se na način da se bilježi broj i duljina pukotine za svaki stupanj oštećenja. Pukotine koje su kraće od 0,3 m se ne uzimaju u obzir. Pukotine koje su zapunjene sa sredstvom za zapunjavanje koje je u dobrom stanju na

više od 90% pukotine uzimaju se u obzir te se također mjeri broj i duljina takvih zapunjenih pukotina. Ako se poprečna pukotina širi kroz dio na kojem je rasprostranjena mrežasta pukotina, taj se dio ne uzima u obzir za mjerenje. Ostatak koji nije dio mrežaste pukotine se bilježi, ali se uzima smanjena duljina pukotine.

3. Uzdužna pukotina



Slika 21: Uzdužna pukotina niskog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 22: Uzdužna pukotina umjerenog stupnja oštećenja [foto autor]



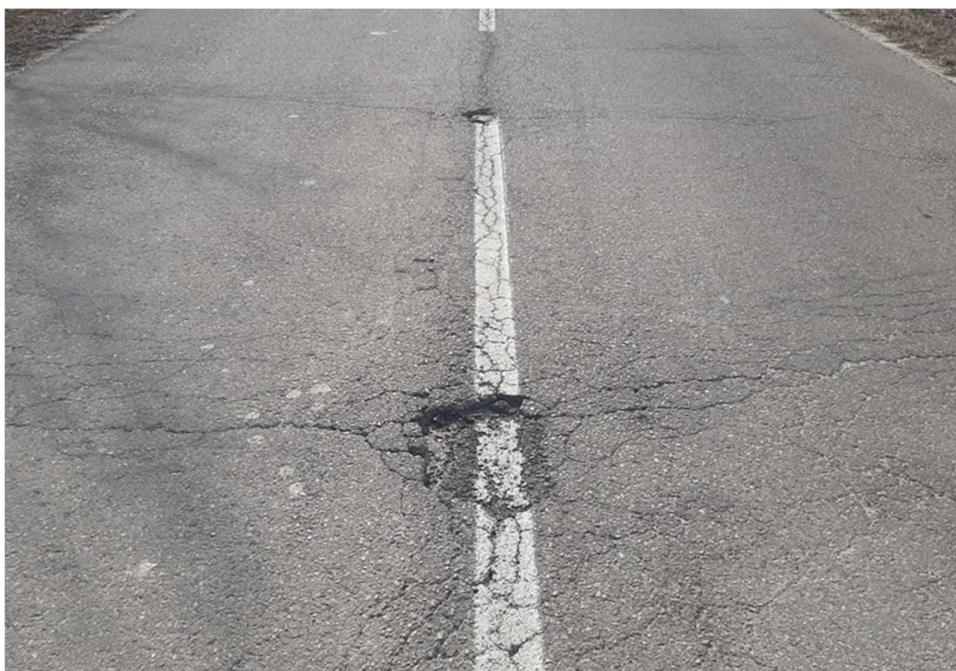
Slika 23: Uzdužna pukotina visokog stupnja oštećenja [foto autor]

OPIS: Uzdužne pukotine razvijaju se uzduž odnosno paralelno s osi ceste. Mogu biti pojedinačne dugačke pukotine ili niz kraćih pukotina. Nastaju kao posljedica lošeg izvođenja kolničke konstrukcije; prilikom asfaltiranja može doći do lošeg spajanja dvije asfaltne plohe. Također nastaju kao posljedica zamora materijala ili iz reflektivnih pukotina iz nižih slojeva konstrukcije. [15]

Stupanj oštećenja [15]:

- *Nizak: Pukotine prosječne širine <6 mm; ili zapunjene pukotine u dobrom stanju. Pukotine su duljine kraće od 1 m.*
- *Umjeren: Pukotine prosječne širine 6–19 mm ili bilo koja pukotina širine < 19 mm sa sekundarnim paralelnim pukotinama niskog stupnja oštećenja. Pukotine su duljine 1 m – 3 m.*
- *Visok: Pukotine prosječne širine >19 mm ili bilo koja pukotina širine < 19 mm sa sekundarnim paralelnim pukotinama srednjeg ili visokog stupnja oštećenja. Pukotine su duljine veće od 3 m.*

4. Udarne jama



Slika 24: Udarne jama umjerenog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 25: Udarne jama niskog stupnja oštećenja [foto autor]

OPIS: Udarne jame nastaju kao posljedica krokodilskih odnosno mrežastih pukotina koje nisu sanirane na vrijeme, te uslijed povećanja prometnog opterećenja. Prodor vode i smrzavanje u donjem dijelu konstrukcije također doprinosi stvaranju udarnih jama. Udarne jame mogu oštetiti vozila, povećavaju buku prometovanja, stvara se mogućnost izlijetanja vozila, a osim toga u jami se sakuplja voda pri oborinama što također utječe na kvalitetu vožnje ali i na samu konstrukciju. [15]

Stupanj oštećenja:

- Nizak: Udarne jame su površine manje od 0,1 m², zahvaćaju samo završni asfaltni sloj
- Umjeren: Udarne jame su površine 0,1 m² – 0,2 m², zahvaćaju završni sloj asfaltna konstrukcije ili dijelom niži sloj. Dubina do 10 cm.
- Visok: Udarne jame površine su veće od 0,2 m² ili zahvaćaju više slojeva kolničke konstrukcije. Dubina veća od 10 cm.

5. Kolotrazi



Slika 26: Kolotrazi [foto autor]



Slika 27: Kolotrazi [foto autor]

OPIS: Kolotrazi su vrsta oštećenja, kao što i naziv govori, koja nastaju na tragovima kotača. Najčešće je uzrok nastanka preveliko prometno opterećenje odnosno zamor materijala te nekvalitetni donji dio slojeva. Kolotrazi su zapravo vrsta slijeganja kolničke konstrukcije pa se često mjeri dubina kolotruga kao mjerni parametar. [15]

Stupanj oštećenja:

- Nizak: Kolotrazi bez drugih vidljivih oštećenja poput pukotina. Dubina do 2 cm.
- Umjeren: Kolotrazi sa oštećenjima niskog stupnja. Dubina do 5 cm.
- Visok: Kolotrazi sa izraženim oštećenjima. Dubina veća od 5 cm.

6. Odvajanje završnog sloja



Slika 28: Odvajanje završnog sloja visokog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 29: Odvajanje završnog sloja visokog stupnja oštećenja [foto autor]

OPIS: Habajući sloj se odvaja kao uzrok loše ili nedovoljne povezanosti sa donjim slojem, te time donji sloj postaje vidljiv. Kao uzroci nastanka takve vrste oštećenja izdvaja se: loš kemijski sastav agregata odnosno loša bitumenska mješavina, ugradnja asfaltnog sloja preko postojećeg poroznog asfalta, nekvalitetno zbijanje, vlaga. Za takav tip oštećenja ne definiraju se stupnjevi odnosno intenzitet oštećenja. [15]

Stupanj oštećenja [15]:

- *Nizak: Manji gubitak bitumenskog veziva uz grub i hrapav izgled površine.*
- *Visok: Značajan gubitak bitumenskog veziva, ogoljela, stršeća zrna agregata uz pojedinačno ispadanje krupnijih zrna razdrobljena gornja površina, početak otkidanja habajućeg sloja.*

7. Popravci



Slika 30: Popravci niskog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 31: Popravci umjerenog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 32: Popravci visokog stupnja oštećenja [foto autor]

OPIS: Popravci kolničke konstrukcije, iako popravljaju ujedno i štete kolničkoj konstrukciji obzirom da se najčešće stavljaju zakrpe odnosno nova bitumenska mješavina na pojedinim dijelovima. Tu dolazi do različitih debljina asfaltnih slojeva, razdjelnice između slojeva, nastaju slijeganja, pukotine i ostala oštećenja. Pri vožnji se te granice u promjeni asfaltne ploče osjete, a posebice zakrpe čija je površina često malo uzdignuta obzirom na postojeći asfaltni zastor. [15]

Stupanj oštećenja [15]:

- *Nizak: Neznatna oštećenja zakrpe, slijeganje < 6 mm, nema pumpanja vode,*
- *Umjeren: Primjetna oštećenja na zakrpi, slijeganje između 6 i 12 mm, nema pumpanja vode.*
- *Visok: Značajna oštećenja zakrpe*

8. Iznožavanje veziva



Slika 33: Iznožavanje veziva visokog stupnja oštećenja [foto autor]



Slika 34: Iznožavanje veziva niskog stupnja oštećenja [foto autor]

OPIS: Iznojavanje veziva najčešće je vidljivo na mjestima tragova kotača, a prepoznaje se po tome što se bojom razlikuje od ostatka kolnika, tamnije je skoro pa crne boje. Nastaje kao posljedica preniskog udjela šupljina u bitumenskoj mješavini, ili kao posljedica prevelikog udjela bitumena u bitumenskoj mješavini. Specifično je da se najčešće javlja prilikom većih temperatura. [15]

Stupanj oštećenja [15]:

- *Nizak: Mjestimična zatamnjenja površine kolnika. Površina do 1 m².*
- *Visok: Velike zatamnjene površine kolnika glatko-mokrog izgleda. Površine veće od 1 m².*

4.2. Utjecajni faktori oštećenja cesta na području Cerovlja

Cesta Borut-Cerovlje pod utjecajem je različitih faktora od kojih se kao najznačajniji ističe povećani broj teretnih vozila zbog prema Proizvodnom pogonu u Borutu odnosno tvrtki ICC Concept d.o.o za proizvodnju građevinskog materijala. Nastala oštećenja na cesti uvelike su posljedica teretnih vozila koja prevoze različite vrste tereta; od betonskog programa do pijeska, bazalta i sličnih rastresitih materijala. Osim teretnih vozila koja prometuju sa svrhom opskrbe tvornice, na cestu utječe i promet koji se zbog visokih cijena naplate Istarskog ipsilona premjestio na okolne ceste među kojima je i lokalna cesta Cerovlje-Borut-Lupoglav L50082, a u još većoj mjeri promet se premjestio na županijsku cestu Pazin-Cerovlje. Županijska cesta Pazinski Novaki-Cerovlje trpi promet koji ide u svim navedenim pravcima, a najveće opterećenje po kotaču nanose teretna vozila koja idu prema Borutu ali i prema industrijskoj zoni u Cerovlju gdje se smjestio niz građevinskih djelatnosti.

4.2.1. Istarski ipsilon

Istarski ipsilon je cestovni sustavu ukupne dužine 145 kilometara koji spaja Pulu s Umagom i Rijekom, a čine ga autocesta A8, Matulji – Kanfanar, i autocesta A9 koja vodi od slovenske granice preko Kanfanara do Pule. Ipsilonom upravlja koncesionar, tvrtka Bina Istra, utemeljena 1995. zbog financiranja, izgradnje i upravljanja Istarskim ipsilonom. [16]

Dionica Pazinski Novaki-Cerovlje-Borut proteže se uzduž Istarskog ipsilona odnosno dionice Ivoli-Cerovlje-Lupoglav; autocesta A8. Dionica između Ivoli i Cerovlja duga je 6,5 km, a između Cerovlja i Lupoglava oko 13 kilometara, te je dio pod-faze izgradnje oznake 2B2-1 Istarskog ipsilona. Tom se fazom obuhvatila izgradnja drugog kolnika autoceste od čvora Rogovići do čvora Vranja u dužini od oko 28 kilometara. Na dionici Pazin – Matulji, uključujući i tunel Učku, bilježi se najveći prosječni promet koji ljeti premašuje preko 15 000 vozila dnevno. Izgradnjom punog profila očekuje se pad broja prometnih nesreća, ali i smanjenje gužvi, posebno u turističkim mjesecima odnosno ljeti. Također, izgradnjom punog profila krenulo se i sa naplatom autoceste. U usporedbi sa ostalim cestarinama u Hrvatskoj, cijena cestarine Istarskog ipsilona poprilično je visoka;

- Tunel Učka – Pula (80 km) = 75 kn
- Rijeka - Zagreb Lučko (157 km) = 70 kuna.

Visoke cijene Istarskog ipsilona utjecale su na okolne ceste koje sada trpe veći promet obzirom da vozači često biraju alternativne puteve koji nisu pod naplatom. Alternativni put je spomenuta prometnica odnosno stara cesta od Pazina prema Cerovlju, koja preko Boruta nastavlja do Lupoglava.

Između stanovništva i Općine Cerovlje, prije početka izgradnje punog profila Istarskog ipsilona, spominjala se i opcija izgradnje čvora Borut, čime bi se dionica Cerovlje-Borut sačuvala u određenom omjeru obzirom da bi transportnim sredstvima bilo omogućeno brže i lakše pristupanje tvornici. Ideja nije zaživjela, iako bi direktnim isključivanjem s Istarskog ipsilona u naselje Borut doprinijeli i stanovništvu koje više ne bi trebalo isključivati se u Cerovlju 4 kilometara dalje. Time bi se i troškovi održavanja lokalne ceste Cerovlje-Borut zasigurno smanjili, obzirom da najveću štetu čine kamioni i veća vozila za čije opterećenje kolnička konstrukcija nije projektirana.

4.2.2. Županijska uprava za ceste Istarske županije

Županijska uprava za ceste Istarske županije zadužena je za redovno i izvanredno održavanje županijskih i lokalnih cesta, dok je za nerazvrstane ceste nadležna jedinica lokalne uprave i samouprave. [1] Pregledom prometnice od Pazinskih Novaki do Boruta vidljivi su popravci kolničke konstrukcije kao što su zakrpe i nova asfaltna konstrukcija na pojedinim mjestima, međutim jasno je vidljivo da je kolničkoj konstrukciji potreban veliki zahvat; postavlja se pitanje da li je Županijska uprava za ceste Istarske županije obavila potrebna redovna održavanja navedene lokalne ceste Borut-Cerovlje i županijske ceste od Pazinskih Novaki do Cerovlja, obzirom na veličinu nastalih oštećenja. Oštećenja koja se pojavljuju na prometnici najčešće su na dijelovima gdje je cesta popravljana odnosno na mjestima zakrpa.

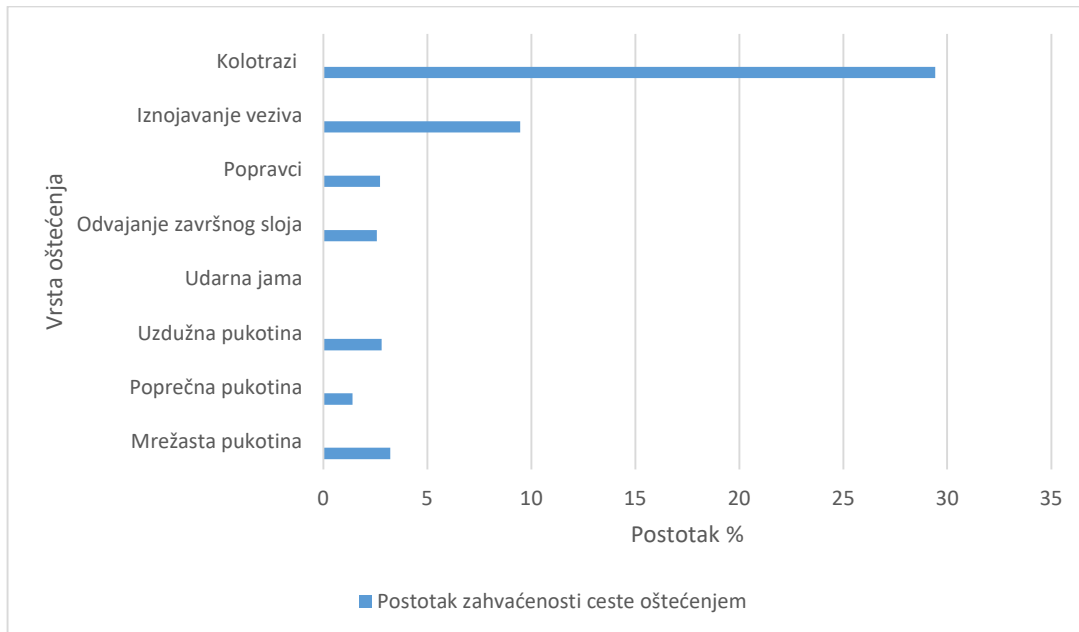
4.3. Oštećenja na dionici Cerovlje-Borut

U tablici 3. prikazan je postotak zahvaćenosti ceste Cerovlje-Borut sveukupnim oštećenjima, dok su na grafu 1. grafički prikazani navedeni podaci. Cesta koja se obrađuje je sveukupne površine oko 23 800 m² i duljine je 3,4 km.

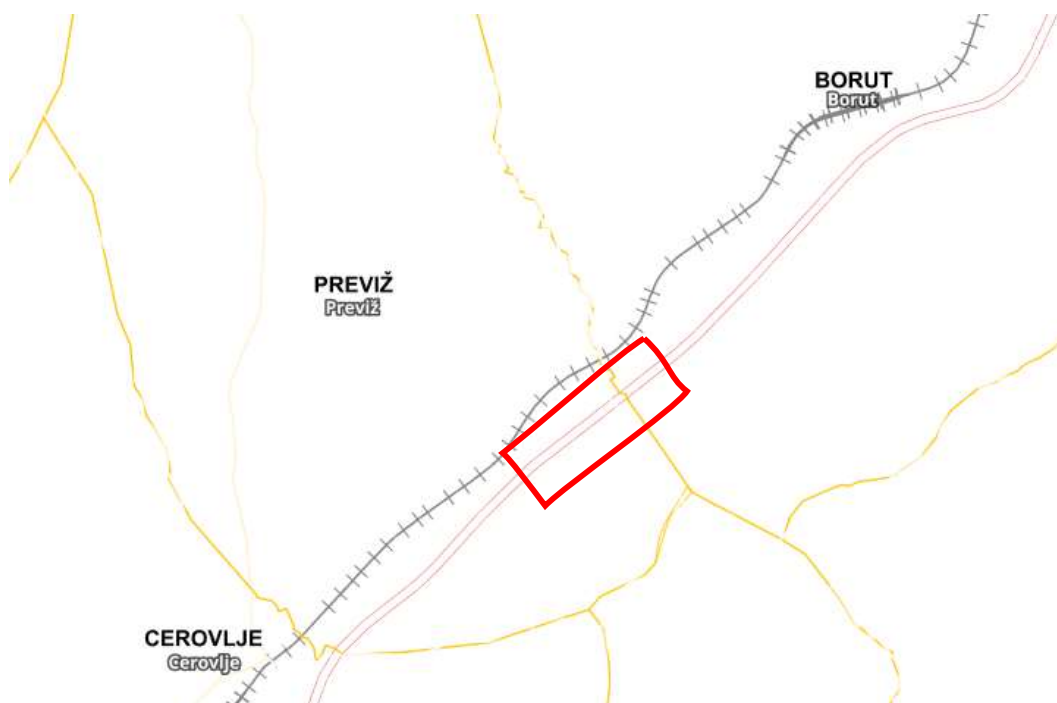
Tablica 3. Postotak zahvaćenosti ceste Cerovlje-Borut oštećenjima sveukupno (izradila autorica)

Tip oštećenja	Zahvaćenost	Postotak
Mrežasta pukotina	765,00 m ²	3,21 %
Poprečna pukotina	48 m'	1,4 %
Uzdužna pukotina	96 m'	2,8 %
Udarna jama	1,5 m ²	0,006 %
Odvajanje završnog sloja	611 m ²	2,57%
Popravci	651,00 m ²	2,73 %
Iznožavanje veziva	2250 m ²	9,45 %
Kolotrazi	1000 m'	29,41 %

Graf 1. Postotak zahvaćenosti ceste Cerovlje-Borut oštećenjima (izradila autorica)



Iz grafa 1. je vidljivo da najveće zahvaćanje dionice imaju kolotrazi te iznojavanje veziva. Kolotrag se prostire uzduž dionice, no nije u kontinuitetu već je na određenim mjestima. Iznojavanje veziva zauzima veliku površinu zadane dionice prikazano na slici 35. Osim iznojavanja veziva, popravci su oštećenja koja su jasno vidljiva okom. Sveukupno oštećenja obuhvaćaju poprilično veliki postotak dionice što je jasan pokazatelj stanja te ceste. Obzirom na visok postotak zahvaćenosti, cestu svrstavamo u cestu jako lošeg stanja kojoj je potrebna sanacija odnosno rekonstrukcija što je jasno vidljivo samim vizualnim pregledom ceste ali i senzitivnim pregledom. Udarne jama je svega nekoliko manjih te su one oštećenja s najmanjim postotkom zahvaćenosti ceste oštećenjima. Kolotrazi i popravci najbolje se uočavaju vožnjom po dionici. Radni spojevi popravaka i zakrpa sa cestom uvelike se osjete prilikom vožnje, kao i prelazak u dio ceste koji je ulegnut. Veliki dio ceste je deformiran te je na pojedinim dijelovima teško odrediti kotu nivelete ceste. Na dijelovima kolotruga tijekom loših vremenskih uvjeta, nakupljaju se velike količine vode što uzrokuje otežano prometovanje odnosno nužno usporavanje s ciljem očuvanja sigurnosti svih sudionika u prometu ali i samog vozila.



Slika 35: Područje iznožavanja veziva na dionici Cerovlje-Borut [22]

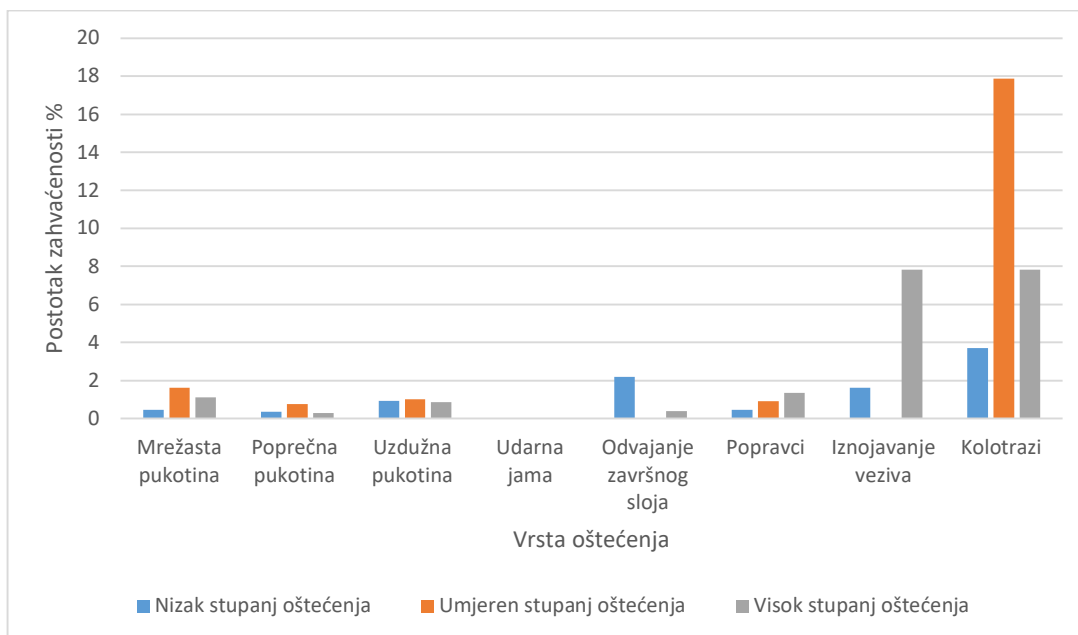
Kako bi se dobili kvalitetniji krajnji zaključci, u tablici 4. prikazana su oštećenja obzirom na stupanj oštećenja; niski, srednji ili visoki.

Tablica 4. Zahvaćenost ceste Cerovlje-Borut oštećenjima prema stupnju oštećenja (izradila autorica)

Tip oštećenja	Stupanj oštećenja	Zahvaćenost	Postotak
Mrežasta pukotina	Nizak	114,00 m ²	0,47 %
	Umjeren	386,00 m ²	1,62 %
	Visok	265,00 m ²	1,11 %
Poprečna pukotina	Nizak	12 m'	0,35 %
	Umjeren	26 m'	0,76 %
	Visok	10 m'	0,29 %
Uzdužna pukotina	Nizak	32 m'	0,94 %
	Umjeren	35 m'	1,02 %
	Visok	29 m'	0,85 %
Udarna jama	Nizak	1,0 m ²	0,004 %
	Umjeren	0,3 m ²	0,001 %
	Visoki	0,2 m ²	0,0008 %
Odvajanje završnog sloja	Nizak	520 m ²	2,18 %
	Visok	91 m ²	0,38 %
Popravci	Nizak	110 m ²	0,46 %
	Umjeren	221 m ²	0,92 %
	Visok	320 m ²	1,35 %
Iznojavanje veziva	Nizak	385 m ²	1,62 %
	Visok	1865 m ²	7,84 %
Kolotrazi	Nizak	126 m'	3,71 %
	Umjeren	608 m'	17,88 %
	Visok	266 m'	7,83 %

Na grafu 2. prikazani su podaci iz tablice 4.

Graf 2. Zahvaćenost ceste Cerovlje-Borut oštećenjima prema stupnju oštećenja (izradila autorica)



Graf 2. prikazuje postotak zahvaćenosti ceste pojedinim oštećenjem obzirom na stupanj oštećenja. Ističu se kolotrazi umjerenog stupnja oštećenja, te kolotrazi općenito, a zatim iznojavanje veziva visokog stupnja oštećenja. Odvajanje završnog sloja niskog stupnja oštećenja također je među većim postocima zahvaćanja. Ostala oštećenja su manjih postotaka zahvaćanja, dok je količina udarnih jama skroz zanemariva što je pozitivna stavka pri analizi stanja ceste.

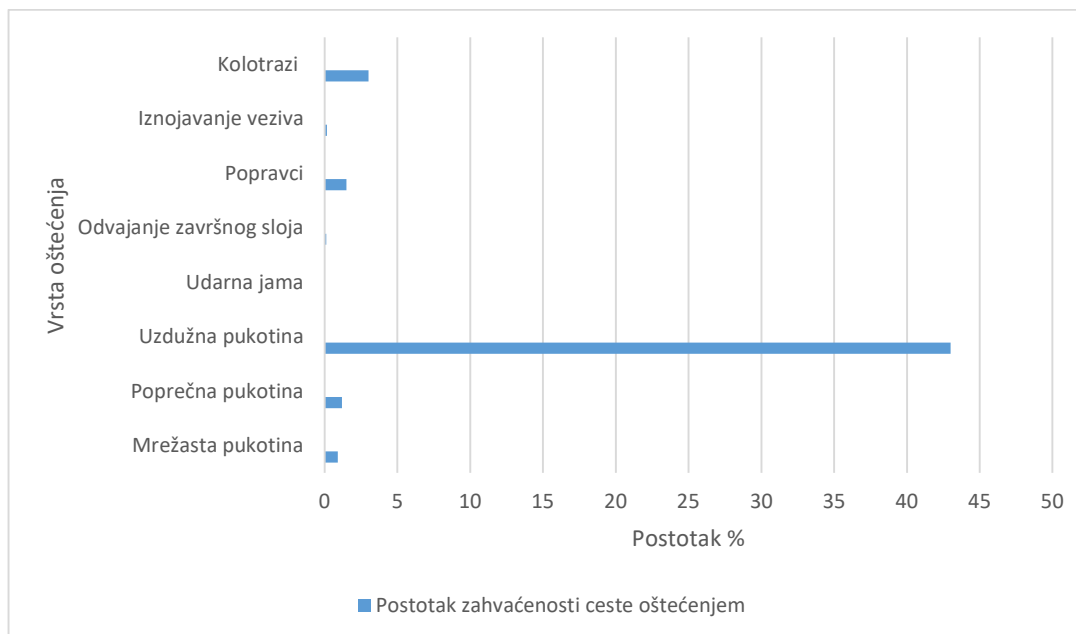
4.4. Oštećenja na dionici Pazinski Novaki-Cerovlje

U tablici 5. prikazan je postotak zahvaćenosti ceste Pazinski Novaki-Cerovlje oštećenjima te je u grafu 3. dan grafički prikaz rezultata. Dio ceste koji se obrađuje kroz ovaj rad duljine je 4,3 km te površine oko 30 100 m².

Tablica 5. Postotak zahvaćenosti ceste Pazinski Novaki-Cerovlje oštećenjima (izradila autorica)

Tip oštećenja	Zahvaćenost	Postotak
Mrežasta pukotina	273 m ²	0,9 %
Poprečna pukotina	51 m'	1,18 %
Uzdužna pukotina	1855 m'	43 %
Udar na jama	0,5 m ²	0,001 %
Odvajanje završnog sloja	32 m ²	0,1 %
Popravci	446 m ²	1,48 %
Iznožavanje veziva	45 m ²	0,15 %
Kolotrazi	130 m'	3,02 %

Graf 3. Postotak zahvaćenosti ceste Pazinski Novaki-Cerovlje oštećenjima (izradila autorica)



Na dionici Pazinski Novaki-Cerovlje najviše se ističe zahvaćenost uzdužnim pukotina obzirom da se na pola dionice proteže uzdužna krivudava pukotina po srednjoj bijeloj liniji (Slika 37.). Pukotine se tijekom vožnje osjete malo ili nimalo, obzirom da se radi o pukotinama niskog ili srednjeg intenziteta. Osim pukotina, prema grafu se ističu kolotrazi te popravci. Obzirom da su popravci pravilno i uredno odrađeni, ne predstavljaju problem. Odvajanje završnog sloja primjećuje se također sredinom ceste na pojedinim mjestima (slika 38.), te iako ne daje veliki postotak zahvaćenosti, to je oštećenje koje je vizualno primjetno te se osjeti prolaskom kotača preko toga dijela ceste.



Slika 36: Uzdužna pukotina umjerenog stupnja oštećenja (Pazinski Novaki-Cerovlje) [foto autor]



Slika 37: Odvajanje završnog sloja visokog stupnja oštećenja (Pazinski Novaki-Cerovlje) [foto autor]

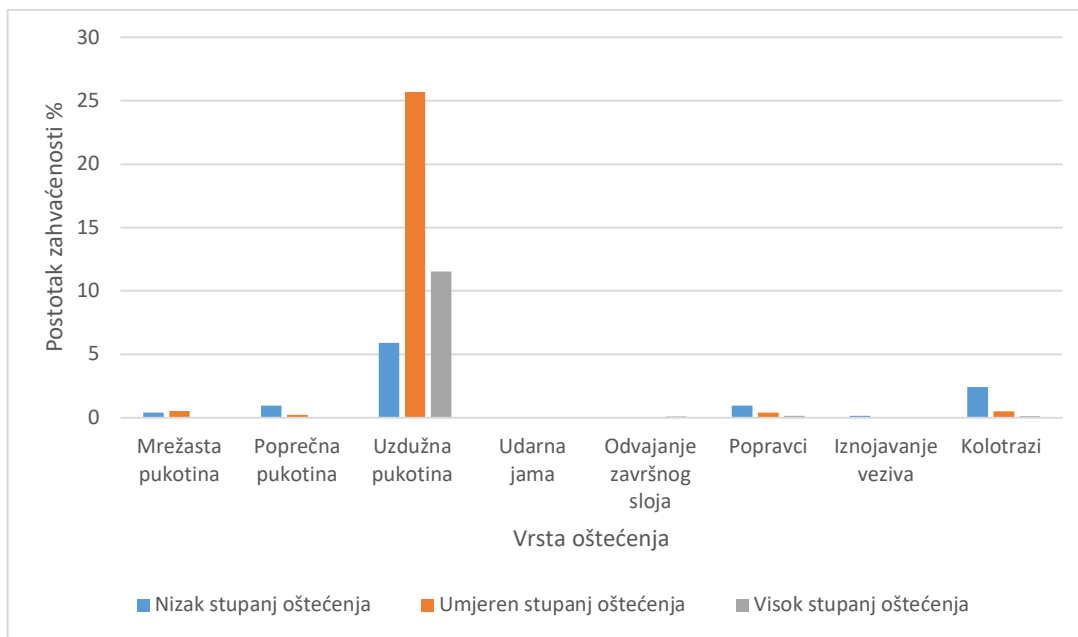
Obzirom na zahvaćenost ceste oštećenjima, može se dati zaključak da je cesta u dobrom stanju. Za kvalitetniji zaključak, u tablici 4. prikazan je postotak zahvaćenosti oštećenjima obzirom na stupanj oštećenja.

Tablica 6. Zahvaćenost ceste Pazinski Novaki-Cerovlje oštećenjima prema stupnju oštećenja
(izradila autorica)

Tip oštećenja	Stupanj oštećenja	Zahvaćenost	Postotak
Mrežasta pukotina	Nizak	119 m ²	0,39 %
	Umjeren	154 m ²	0,51 %
	Visok	0	0 %
Poprečna pukotina	Nizak	41 m'	0,95 %
	Umjeren	10 m'	0,23 %
	Visok	0	0 %
Uzdužna pukotina	Nizak	254 m'	5,91 %
	Umjeren	1105 m'	25,70 %
	Visok	496 m'	11,53 %
Udarna jama	Nizak	0	0 %
	Umjeren	0,5 m ²	0,002 %
	Visoki	0	0 %
Odvajanje završnog sloja	Nizak	5 m ²	0,02 %
	Visok	27 m ²	0,09 %
Popravci	Nizak	287 m ²	0,95 %
	Umjeren	120 m ²	0,40 %
	Visok	39 m ²	0,13 %
Iznojavanje veziva	Nizak	45 m ²	0,15 %
	Visok	0 m ²	0 %
Kolotrazi	Nizak	104 m'	2,41 %
	Umjeren	21 m'	0,49 %
	Visok	5 m'	0,12 %

Na grafu 4. prikazani su podaci iz tablice 6.

Graf 4. Zahvaćenost ceste Pazinski Novaki-Cerovlje oštećenjima prema stupnju oštećenja (izradila autorica)



Analizom tablice 6. i grafa 4. potvrđuje se da je oštećenje uzdužnom pukotinom u najvećem zahvatu na dionici Pazinski Novaki-Cerovlje. Vizualno uočena pukotina umjerenog je stupnja oštećenja te zahvaća više od 25,00 % ukupne dužine analizirane dionice. U određenom postotku pukotina je visokog stupnja oštećenja. Za tu vrstu oštećenja, na zadanoj dionici se predlaže sanacija.

5. PRIJEDLOG SANACIJE DIONICA

Sanacija kolničke konstrukcije ovisi o stupnju oštećenja. Ovisno o stupnju oštećenja pojedine vrste oštećenja, mogući su različiti načini saniranja. Za niske stupnjeve oštećenja prvenstveno se pristupa manjim zahvatima kao što su zapunjavanje pukotina i zakrpe, dok se za veća oštećenja pristupa izradi novih asfaltnih slojeva ili čak cijele kolničke konstrukcije ovisno o tipu oštećenja i vrsti oštećenja. U tablici 7. prikazan je prijedlog sanacija ovisno o stupnju oštećenja pojedine vrste.

Tablica 7. Prijedlog sanacija oštećenja prema stupnju oštećenja (izradila autorica)

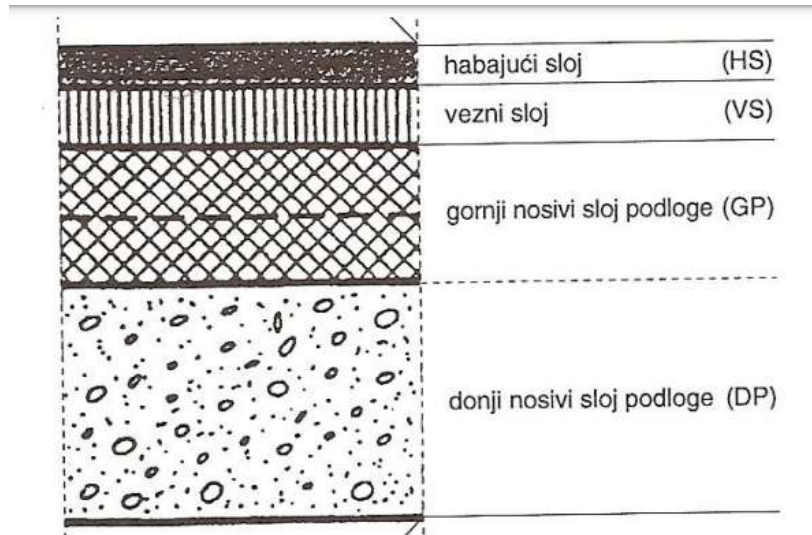
Vrsta oštećenja	Stupanj oštećenja	Prijedlog sanacije oštećenja
Mrežasta pukotina	Nizak	Zapunjavanje pukotina punilom
	Umjeren	-Zapunjavanje pukotina punilom -Presvlačenje novog asfaltnog sloja
	Visok	Glodanje/frezanje i izrada novog asfaltnog zastora – popravak
Uzdužna pukotina	Nizak	Zapunjavanje pukotina punilom
	Umjeren	-Zapunjavanje pukotina punilom -Popravak remikserom
	Visok	-Zapunjavanje pukotina punilom -Popravak remikserom -Glodanje/frezanje i izrada novog asfaltnog zastora – popravak
Poprečna pukotina	Nizak	Zapunjavanje pukotina punilom
	Umjeren	-Zapunjavanje pukotina punilom -Popravak remikserom
	Visok	-Zapunjavanje pukotina punilom -Popravak remikserom -Glodanje/frezanje i izrada novog asfaltnog zastora – popravak
Udarna jama	Nizak	Zakrpe
	Umjeren	Zakrpe

	Visok	Izrada novog asfaltnog sloja – popravak
Odvajanje završnog sloja	Nizak	Zakrpe
	Visok	Izrada novog asfaltnog sloja – popravak
Iznojavanje veziva	Nizak	Polaganje sloja sitnog agregata
	Visok	Izrada novih asfaltnih slojeva
Kolotrazi	Nizak	Praćenje stanja i napredovanja oštećenja
	Umjeren	Glodanje/frezanje i izrada novih asfaltnih slojeva – poboljšana konstrukcija
	Visok	Izrada nove kolničke konstrukcije
Popravci	Nizak	Praćenje stanja i napredovanja eventualnih oštećenja na području popravka
	Umjeren	Glodanje/frezanje i izrada novog asfaltnog zastora
	Visok	-Glodanje/frezanje i izrada novog asfaltnog zastora -Izrada nove kolničke konstrukcije

5.1. Sanacija dionice Cerovlje-Borut

Kao prijedlog sanacije dionice Cerovlje-Borut predlaže se kompletna zamjena kolničke konstrukcije obzirom na razne vrste oštećenja koje se javljaju na malim razmacima. Popravci i zakrpe čine puno štete te nikako ne doprinose kvaliteti kolničke konstrukcije i udobnosti vožnje tom trasom. Prije svega potreban je projekt za novu cestu te uzimanje u obzir sve utjecajne faktore te prometno opterećenje do sada, ali i predviđanje i prometnog opterećenja u budućnosti. Kolnička konstrukcija svakako bi novim projektom trebala biti ojačana u usporedbi sa sadašnjom kolničkom konstrukcijom. Kompletnom zamjenom kolničke konstrukcije zamijenio bi se gornji i donji ustroj čime bi se osigurala stabilnost i dugoročna kvaliteta svih slojeva. Osim zamjene i izrade stabilnog donjeg ustroja ceste, gornji ustroj ceste trebao bi imati više slojeva nego sadašnji; asfaltni zastor trebalo bi izraditi u dva sloja što bi sigurno utjecalo na smanjenje budućih deformacija i oštećenja. Na pojedinim dijelovima trebalo bi urediti odvodnju vode sa cesta, a osim toga cestu opremiti prometnim znakovima,

smjerkaznim stupićima te odgovarajućim prometnim znakovima obzirom na karakteristike dionice. Iako je cesta svrstana u lokalnu cestu, obzirom na veći broj teretnih vozila, trebala bi biti bolje i kvalitetnija opremljena. Na slici 38. prikazan je presjek ceste kao primjer kakva bi kolnička konstrukcija odgovarala na toj dionici obzirom na oštećenja, utjecajne faktore oštećenja te ostale parametre.



Slika 38: Primjer slojeva kolničke konstrukcije [24]

5.2. Sanacija dionice Pazinski Novaki-Cerovlje

Na cesti Pazinski Novaki-Cerovlje nije potreban tako veliki zahvat; od većih popravaka ističe se potreba za zapunjavanjem pukotina koje se protežu duž dionice. Brtvljenje pukotina trebalo bi odraditi dok su one još niskog intenziteta, te time spriječiti možebitno širenje i povećavanje. Kroz pukotine prodiru kiša i vlaga u niže slojeve kolničke konstrukcije što negativno utječe na istu. Punjenjem pukotina sprječava se propadanje kolnika. Postoji više vrsta materijala za punjenje pukotina:

- Bitumenska punila
- Epoksidna punila
- Akrilna punila

[17]

Najčešće se koristi punilo na bazi bitumena koje je općenito vrlo pristupačno te izdržljivo. Takvo punilo bi zadovoljilo zahtjeve pukotina na zadanoj dionici te bi se time kvalitetno sanirala sva takva oštećenja. Potrebno je čišćenje utora posebnom mehaničkom rotacionom četkom određenog oblika kako bi se prilagodila izrezanom utoru ili upotrebom plinskog plamenika pod tlakom čime se ispuhuje radna površina te utora, te se uklanja prah i eventualna zrnca agregata. Pukotina mora biti čista i suha od prašine kao i radna površina, te se tada nanosi tanki sloj bitumenskog prednamaza odnosno bazni sloj. On služi za bolje povezivanje bitumenskog premaza i same ceste odnosno asfalta u kojem je nastala pukotina. Nakon kondicioniranja prednamaza, nanosi se bitumenski premaz odnosno polimerom modificirana bitumenska masa koju se izravna do nivoa asfaltne površine. Bitumenska masa nanosi se pri temperaturi 160-180 stupnjeva Celzijeva. [18]

Jedan od načina saniranja uzdužnih pukotina je i korištenje remiksera (Slika 39.) Postupak saniranja opisan je od strane tvrtke Frekomos koja nudi uslugu saniranja pukotina remikserom:

“Za popravak oštećenja uzdužnih i radnih reški koristi se remikser sa radnom širinom od 300mm, 500mm, 600mm ili 1000 mm, ovisno o širini oštećenja. Kod vruće reciklaže cesta je predgrijana infracrvenim grijačima remiksera do dubine od 60 – 70 mm dok se sama reciklaža izvodi na dubini od 30 – 40 mm. Zagrijavanje kolnika se vrši propanbutanskim grijačima remiksera kod primjene tehnologije vruće reciklaže. Zagrijani sloj remikser zahvaća i obogaćuje doziranjem bitumena i nove uvaljane asfaltne mješavine. Zahvaćanjem već zagrijanog sloja ne dolazi do oštećivanja zrna kamenog agregata u smjesi kao kod uobičajenog frezanja po hladnom postupku, stoga nije potrebno podešavati granulometrijsku krivulju dodavanjem novog kamenog agregata. Nakon toga se obrađena smjesa rasprostire i prednabija letvom remiksera. Ovako izveden sloj u konačnici se nabija cestovnim valjkom. Uzdužni i poprečni spojevi zagrijavaju se s preklapom od 50 – 100 mm, čime se postiže savršen spoj bez radne reške obiju susjednih traka habajućeg sloja kolnika, bez potrebe prskanja bitumenske emulzije na spojevima.”
[19]



Slika 39: Mini remikser [29]

6. ZAKLJUČAK

Oštećene prometne površine utječu na sigurnost prometa stoga je bitno posvetiti pažnju cestama koje mogu biti opasne zbog oštećenih dijelova. Vizualni pregled je prvi korak bitan za pravovremeno održavanje cesta, te se njime analiziraju površinska oštećenja i deformacije kolničke konstrukcije.

Na analiziranom području prema Borutu, vizualnim pregledom uočena je veća količina oštećenja. Dionica Borut-Cerovlje dugi niz godina čeka sanaciju, a oštećenja se povećavaju s vremenom. Manji popravci ne čine previše koristi već još više oštećuju cestu te vožnju čine još neudobnijom i nelagodnijom. Obzirom da se radi o lokalnoj cesti sa puno zavoja, svako oštećenje može donijeti neželjene posljedice. Saniranje dionice je nužno u što skorijem vremenu, a osim toga pažnju treba posvetiti i opremi ceste koja je, obzirom na povećani broj teretnih vozila, od izuzetne važnosti na takvoj lokalnoj cesti bez nogostupa.

Dionica Pazinski Novaki-Cerovlje u boljem je stanju iako bi pojedini dijelovi trebali biti sanirani, ali u manjem obimu obzirom na nedavnu obnovu dijela dionice te na kvalitetnije izvođenje ali i projektiranje tog dijela.

Sanacijom kolničke konstrukcije osigurava se sigurnost u prometu, međutim tada bi trebalo razmisliti o ograničenjima i utjecaju novog kolnika na brzinu vožnje obzirom da je u takvim ruralnim područjima puno manje kontrole brzine nego u gradskom području, pa stanovništvo nerijetko ne mari o prometnim propisima. Osim toga, nogostupi nisu izgrađeni duž cijele ceste, te je sigurnost bitno ugrožena obzirom da se poljoprivredna zemljišta nalaze uz samu cestu.

Sanacija oštećenja na kolniku treba biti izvršena pravovremeno, kako se oštećenja ne bi širila odnosno povećavala, te kako bi se maksimalno zaštitio vozač, ali i vozila na cesti.

7. LITERATURA

1. Materijali s predavanja; Gospodarenje kolnicima, Marijana Cuculić, viši predavač, 2022.
2. Tehnički propis za asfaltne kolnike, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_05_48_977.html (08.03.2022.).
3. Cindori Kovačević M., CESTE - donji i gornji ustroj, 2013.
4. Babić B., Prager A., Rukavina T., Palković B., Sršen M., Tomljanović Z., Studija kolničkih konstrukcija za autoceste, GRAĐEVINAR 52 br. 4, 217-227 str., Zagreb, 2000. g. .
5. Pravilnik o održavanju cesta. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/full/2021_01_3_62.html (11.06.2022.).
6. Županijska uprava za ceste Istarske županije, <http://zuc-pazin.hr/pocetna/> (04.04.2022.).
7. Glibota A., Ocjena stanja asfaltnih kolničkih konstrukcija, Diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Građevinski fakultet Osijek, 2015.
8. Zekušić M. Šafran T., Tehnički uvjeti za izradu nosivih slojeva kolnika tehnologijom recikliranja po hladnom postupku, HRVATSKE CESTE d.o.o., Zagreb, 2013.
9. Marić I., Metode i uređaji za mjerenje kvalitete asfaltbetonskih kolničkih zastora, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2020.
10. Pavemetrics, Laser Crack Measurement System (LCMS®-2) <https://www.pavemetrics.com/applications/road-inspection/lcms2-en/#> (12.06.2022.)
11. Hrvatske autoceste, Promet, <https://www.hac.hr/hr/promet-i-sigurnost/promet> (08.03.2022.)
12. [15] Hrvatske autoceste, Brojanje prometa, <https://www.hac.hr/hr/promet-i-sigurnost/promet/brojanje-prometa> (08.03.2022.)

13. Novačić T., Aplikacija za višekorisničko brojanje prometa, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
14. Općina Cerovlje, <https://cerovlje.hr/hr/> (08.03.2022.).
15. Katalog oštećenja; Građevina: kolnik, Izdanje 3, prosinac 2012.
16. Bina Istra, Istarski ipsilon, <https://bina-istra.com/o-nama/istarski-ipsilon?rCH=2> (07.03.2022.).
17. The best asphalt driveway crack fillers for repairs, <https://hr.tipsjournal.com/10474730-the-best-asphalt-driveway-crack-fillers-for-repairs>.
18. Sanacija uzdužnih pukotina, <https://frekomos.hr/hr/usluga/sanacija-uzduznih-pukotina-10> (22.06.2022.).
19. Sanacija uzdužnih pukotina, <https://frekomos.hr/hr/usluga/sanacija-uzduznih-pukotina-10> (22.06.2022.).
20. Hrvatske autoceste, Promet, <https://www.hac.hr/hr/promet-i-sigurnost/promet> (08.03.2022.).
21. ICC Concept, <https://www.icc-concept.hr/> (07.03.2022.)
22. Geoportal, <https://geoportal.dgu.hr/> (11.06.2022.)
23. Google Karte, <https://www.google.com/maps> (07.03.2022.)
24. Kobasić D., Prometna infrastruktura 3, Škola za cestovni promet, Zagreb, 2011.
25. Betonski kolnici, <https://www.cemex.hr/betonski-kolnici> (22.06.2022.)
26. Skoko D., Projektiranje i proračun kolničke konstrukcije vjetroparkova, Završni rad, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2018.