Upravljanje održavanjem cestovne infrastrukture

Babojelić, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

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:119:015587

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Karlo Babojelić

UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM CESTOVNE INFRASTRUKTURE

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM CESTOVNE INFRASTRUKTURE

MAINTENANCE MANAGEMENT OF ROAD INFRASTRUCTURE

Mentor: dr. sc. Luka Novačko

Student: Karlo Babojelić, 0135230187

Zagreb, rujan 2015.

SAŽETAK

Održavanje cestovne infrastrukture najvažniji je dio posla nakon što se prometnica pusti u eksploataciju. Hrvatske autoceste d.o.o. koriste Sustav gospodarenja građevinama kako bi učinkovito, brzo, sigurno i s najmanjim zastojima izvele obnovu oštećenih dijelova. Pri gradnji prometnica koriste se Opći tehnički uvjeti iz 2001. godine, također Pravilnik o održavanju cesta, NN, 90/14 daje smjernice kako pravilno i u skladu sa Zakonom postupati održavanju cesta. Strategija prometnog razvitka temeljni je spis za planiranje i gradnju prometnica. Prije i tijekom građenja izvođači su dužni dostaviti certificirane dokaze o ispravnosti materijala za ugradnju. Važan čimbenik sustava održavanja infrastrukture je i vertikalna prometna signalizacija te oznake na kolniku. Mjere se pomoću uređaja za mjerenje retrorefleksije statičkom ili dinamičkom metodom. Kao prijedlog poboljšanja sustava predlaže se korištenje GIS i GPS mobilnih sustava zbog mogućnosti dostavljanja, pregleda i analiziranja podataka u stvarnom vremenu. Također, predlaže se i suradnja s građanima i otvaranjem dijela aplikacije za javnost kako bi i oni mogli dostaviti podatke o nepravilnostima na prometnicama.

Ključne riječi: *cestovne prometnice, redovno i izvanredno održavanje, gospodarenje prometnicama*

Summary

Maintenance of road infrastructure is the most important part of the job after the road is put into exploitation. Croatian Motorways Ltd. are using system of facility management to efficiently, quickly, safely and with the smallest setbacks carried out the restoration of damaged parts. In the construction of roads used General technical conditions in 2001, also Regulations on road maintenance, OG 90/14 provides guidance how to properly and in accordance with the law proceed road maintenance. Transport Development Strategy is a fundamental document for planning and construction of roads. Before and during the construction contractors are required to submit certified proof of the correctness of the material for installation. An important factor of the system infrastructure maintenance are also vertical traffic signs and road markings. They are measured using the measuring device with static or dynamic method. As a suggestion to improve the system it is proposed to use GIS and GPS mobile systems because of the possibility of submission, review, and analyze data in real time. Also, it is suggested the cooperation with the citizens and the opening portion of the application to the public so that they could submit the data on irregularities in the roads.

Key words: roads, regular and extraordinarily maintenance, management of roads

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U RH I EU 3
2.1. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U RH . 3
2.2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U EU 10
3. OSNOVNE ZNAČAJKE SUSTAVA ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE 12
4. ANALIZA SUSTAVA ODRŽAVANJA I GOSPODARENJA CESTOVNOM INFRASTRUKTUROM U HRVATSKOJ 19
4.1. IZVANREDNO ODRŽAVANJE 19
4.2. GOSPODARENJE GRAĐEVINAMA 25
5. PREGLED I ANALIZA SUSTAVA ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U SVIJETU 34
6. NAČINI MJERENJA I INSPEKCIJE STANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE 41
6.1. NAČINI MJERENJA I INSPEKCIJE STANJA KOLNIKA 41
6.1.1. MEHANIČKI ZBIJENI NOSIVI SLOJ – MNS 43
6.1.2. NOSIVI SLOJ OD ZRNATOG KAMENOG MATERIJALA STABILIZIRANOG HIDRAULUČNIM VEZIVOM – CNS 44
6.1.3. ASFALTERSKI RADOVI – PRIJE I TIJEKOM IZVOĐENJA RADOVA 45
6.2. NAČINI MJERENJA I INSPEKCIJE STANJA HORIZONTALNE I VERTIKALNE PROMETNE SIGNALIZACIJE 48
6.2.1. VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA 48
6.2.2. HORIZONTALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA 51
7. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG SUSTAVA ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U HRVATSKOJ 54
8. ZAKLJUČAK 59
9. LITERATURA 60
10. POPIS TABLICA, SLIKA, GRAFIKONA, SHEMA 62

1. UVOD

Cestovni promet je najraširenija prometna grana s najvećim brojem korisnika te najvećom mogućnošću dolaženja do konfliktnih situacija kao što su prometne nesreće sa ozlijeđenim ljudima ili do uništenja imovine, ili oboje. Sigurnost ljudi i dobara najvažniji je čimbenik kada govorimo o prometu. Nadalje kao ostale važne čimbenike mogu se spomenuti propusnu moć te ekonomičnost.

Nakon što je prometnica puštena u eksploataciju, održavanje iste je tehnički i ekonomski najzahtjevnija stvar. Možemo govoriti o prometnici kao sustav te treba uzeti u obzir sve dijelove tog sustava od kolnika, vertikalne i horizontalne signalizacije, rasvjete, sustava odvodnje do zaštitnih ograda i ostale opreme koja je neophodna za siguran protok ljudi i dobara. Svrha završnog rada je analizirati sustav održavanja u Hrvatskoj i svijetu, navesti zakonske okvire za održavanje cestovne infrastrukture te načine mjerenja i inspekcije određenih dijelova tog sustava. Naslov završnog rada je: „Upravljanje održavanjem cestovne infrastrukture“. Rad je podijeljen u 8 cjelina:

1. Uvod
2. Pregled zakonske regulative iz održavanja cestovne infrastrukture u RH i EU
3. Osnovne značajke sustava održavanja cestovne infrastrukture
4. Analiza sustava održavanja cestovne infrastrukture u Hrvatskoj
5. Pregled i analiza sustava održavanja cestovne infrastrukture u svijetu
6. Načini mjerenja i inspekcije stanja cestovne infrastrukture
7. Prijedlozi poboljšanja postojećeg sustava održavanja cestovne infrastrukture u Hrvatskoj
8. Zaključak

U drugom poglavlju su opisani zakoni kojeg se sudionici u planiranju, projektiranju, gradnji te održavanju moraju pridržavati.

U trećem poglavlju definirane su definicije za lakše razumijevanje sustava cestovnih prometnica.

Četvrto poglavlje obuhvaća analizu stanja sustava u Hrvatskoj. Redovno, izvanredno održavanje te je prikazan računalni sustav Hrvatskih autocesta d.o.o. Sustav gospodarenja građevinama koji je neprocjenjiv alat za učinkovito obavljanje održavanja cestovnih prometnica.

U petom poglavlju opisan je sustav održavanja cestovne infrastrukture zemalja iz svijeta te korištenje njihovog računalnog pomagala.

Šesto poglavlje obuhvaća načine mjerenja i inspekcije stanja cestovne infrastrukture i to dva glavna dijela tog sustava, a to su kolnici i vertikalna i horizontalna prometna signalizacija.

U sedmom poglavlju dati su prijedlozi poboljšanja postojećeg sustava održavanja cestovne infrastrukture projektima iz Europske Unije te implementacija GIS i GPS sustava.

2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U RH I EU

2.1. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U RH

Sustavi nacionalnih javnih cesta zasnovani su na europskoj cestovnoj mreži (TEN, AGR) i njenim temeljnim normativima. Hrvatska cestovna mreža temelji se na novijim zakonskim osnovama, a u pogledu samih cesta i cestovnog prometa to su:

- Zakon o cestama, Narodne novine, br. 92/14
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama, NN, br. 64/15.

U pogledu razvoja i dopune nove cestovne mreže ključni su relevantni dokumenti:

- Strategija prometnog razvitka Republike Hrvatske, NN, br. 139/99
- Program građenja i održavanja javnih cesta za razdoblje od 2013. do 2016. godine, Vlada Republike Hrvatske, Zagreb, prosinac 2013.
- Pravilnik o održavanju cesta, NN, br. 90/14.

Napominje se da je vremenski horizont za strateško-razvojni dokument dvadesetak godina, za programe četiri godine, a za provedbene planove po jedna godina.

Dogradnja sustava javnih cesta te održavanje s upravljanjem i gospodarenjem mreže cesta u nadležnosti je državno-pravnih subjekata.

Autoceste i brze ceste te mreža državnih cesta neposredno su odgovorne državi odnosno resornom ministarstvu za promet (preko tvrtki Hrvatske autoceste d.o.o. i Hrvatske ceste d.o.o.). Gospodarenje mrežom županijskih i lokalnih cesta povjereno je županijskim upravama za ceste, a cjelovito gospodarenje našim javnim cestama Vlada Republike Hrvatske povjerila je sljedećim pravnim subjektima:

- Hrvatske ceste d.o.o. (HC) za gospodarenje mrežom državnih cesta (D-ceste) i koordinaciju prema županijskim i lokalnim cestama te za pripremu dokumentacije za autoceste do lokacijskih dozvola
- Hrvatske autoceste d.o.o. (HAC) za gospodarenje mrežom autocesta i ostalih objekata s naplatom
- koncesijska društva za izgradnju i gospodarenje autocestama i objektima:
    - Autocesta Rijeka - Zagreb d.d. (ARZ)
    - Autocesta Zagreb - Macelj d.o.o. (AZM)
    - BINA ISTRA d.d. (BI) [1].

Do sredine 90-ih godina prošlog stoljeća poslove upravljanja Hrvatskim cestama obavljalo je Javno poduzeće Hrvatske ceste. Donošenjem Zakona o javnim cestama (NN 100/96) upravljanje javnim cestama podijeljeno je na 2 subjekta:

- Upravu za ceste kao pravnu osoba koja upravlja državnim cestama
- Županijske uprave za ceste koje obavljaju poslove upravljanja županijskim i lokalnim cestama.

Članak 18. navedenog zakona govori kako pravne osobe koje upravljaju javnim cestama izravno ne izvode radove građenja, rekonstrukcije i održavanja javnih cesta, već ih preko javne nabave ustupaju drugim pravnim ili fizičkim osobama koje su opremljene i specijalizirane za obavljanje istih [2].

Temeljem gore navedenih Zakona, radovi održavanja i zaštite cesta ustupali su se temeljem sljedećih zakona:

1. Zakona o nabavi roba i usluga te ustupanju radova (NN 142/97 i 32/01) koji je ubrzo zamijenjen
2. Zakonom o javnoj nabavi (NN 117/01), koji je zbog usklađenja zakona sa Europskom unijom zamijenjen jedinstvenim zakonom koji uređuje sve postupke javne nabave bez ostalih podzakonskih akata. Ovaj zakon također je zamijenjen novim
3. Zakonom o javnoj nabavi (NN 110/07) koji je također zbog pojednostavljenja postupka i svih administrativnih poslova zamijenjen
4. Zakonom o javnoj nabavi (NN 90/2011) koji je u primjeni od 01.01.2012. godine [2].

Važećim Zakonom o javnoj nabavi reguliran je tijek provedbe svih postupka sklapanja ugovora o javnoj nabavi (otvoreni, ograničeni, pregovarački, natjecateljski dijalog i natječaj) te sklapanje okvirnih sporazuma radi nabave roba, radova ili usluga. Uz navedeno istim zakonom je regulirana i pravna zaštita u vezi s postupcima javne nabave te nadležnost središnjeg tijela državne uprave za sustav javne nabave [2].

Strategija prometnog razvitka Republike Hrvatske je prvi dugoročni razvojni dokument prometnog sustava Republike Hrvatske usvojen od strane Hrvatskoga sabora 1999. godine. U dokumentu su jasno utvrđeni ciljevi prometnog razvitka te je iz tog razloga postao osnovica, odnosno temelj za donošenje svih planskih, zakonskih i normativnih akata i, samim time, politike koja se u cestovnoj infrastrukturi provodi i danas [3]. Također, treba spomenuti i novu Strategiju prometnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2030. godine koja predstavlja polazišnu točku u novom procesu planiranja prometnog razvoja Republike Hrvatske [4].

Od donošenja Strategije prometnog razvitka Republike Hrvatske (»Narodne novine«, broj 139/99, u daljnjem tekstu: Strategija) Vlada Republike Hrvatske je usvojila tri četverogodišnja Programa građenja i održavanja javnih cesta. Hrvatska je kao zemlja kandidat za ulazak u Europsku uniju, uložila velike napore i značajna financijska sredstva u rješavanje prometnih problema te izgradnju i održavanje cestovne infrastrukture kako bi istu približila razini koja odgovara standardima Europske unije [3].

Posebnim programima obnove kolnika i opreme na cestama te modernizacijom i rekonstrukcijom najkritičnijih dionica i objekata, podignuta je razina kvalitete cestovne mreže za potrebe suvremenog cestovnog prometa. U promatranom su razdoblju izgrađene dionice cesta i objekata, uključujući obilaznice gradova, za rješavanje problema cestovnog prometa u gradskim i prigradskim područjima, te kvalitetnijeg povezivanja otoka s kopnom.

Kilometri izgrađenih autocesta, državnih, županijskih i lokalnih cesta u skladu su sa strateškim opredjeljenjem ukupnog razvitka Republike Hrvatske [3].

U Republici Hrvatskoj je u javne ceste razvrstano ukupno 26.963,90 km cesta (stanje: lipanj 2013. godine, Narodne novine, broj 66/2013) i to:

• 1.413,10 km autocesta,

• 6.867,70 km državnih cesta,

• 9.703,40 km županijskih cesta i

• 8.979,70 km lokalnih cesta [3].

Planiranje izgradnje i održavanja javnih cesta, prema Zakonu o cestama, provodi se:

• dugoročno, kroz Strategiju razvitka javnih cesta koju donosi Hrvatski sabor,

• srednjoročno, kroz četverogodišnje programe građenja i održavanja javnih cesta koje donosi Vlada Republike Hrvatske na prijedlog Ministarstva pomorstva, prometa i infrastrukture (u daljnjem tekstu: Ministarstvo),

• godišnje, kroz planove građenja i održavanja koje uz suglasnost Vlade Republike Hrvatske donose Hrvatske autoceste d.o.o. i Hrvatske ceste d.o.o., a uz suglasnost Ministarstva županijske uprave za ceste [3].

Financiranje građenja i održavanja javnih cesta utvrđeno je Zakonom o cestama, prema kojem su osnovni izvori sredstava:

• za autoceste koje nisu u koncesiji (HAC) naknada iz goriva, cestarina koja se plaća za korištenje autocesta, te druge naknade vezane za korištenje autocesta,

• za autoceste u koncesiji (ARZ, AZM, BINA ISTRA) cestarina koja se plaća za korištenje autocesta u koncesiji i izvori financiranja određeni ugovorom o koncesiji,

• za državne ceste naknada za ceste iz goriva, te druge naknade vezane za korištenje državnih cesta,

• za županijske i lokalne ceste godišnja naknada za ceste koja se plaća kod registracije motornih vozila, te druge naknade vezane za korištenje županijskih i lokalnih cesta [3].

Zakon o cestama kao lex specialis koji u potpunosti uređuje pitanja koja se tiču cesta. Namjena samog Zakona iz članka 1. govori: „Ovim se Zakonom uređuje pravni status javnih cesta i nerazvrstanih cesta, način korištenja javnih cesta i nerazvrstanih cesta, razvrstavanje javnih cesta, planiranje građenja i održavanja javnih cesta, upravljanje javnim cestama, mjere za zaštitu javnih i nerazvrstanih cesta i prometa na njima, koncesije, financiranje i nadzor javnih cesta [5].“

Zakon o cestama sadrži odredbe koje su u skladu sa sljedećim aktima Europske unije:

1. Direktiva 1999/62/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 17. lipnja 1999. o pristojbama za korištenje određene infrastrukture za teška teretna vozila (SL L 187 od 20. srpnja 1999.),
2. Direktiva 2006/38/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 17. svibnja 2006. kojom se mijenja Direktiva 1999/62/EC o pristojbama za korištenje određene infrastrukture za teška teretna vozila (SL L 157 od 9. lipnja 2006.),
3. Direktiva 2011/76/EU Europskog parlamenta i Vijeća od 27. rujna 2011. kojom se mijenja Direktiva 1999/62/EC o pristojbama za korištenje određene infrastrukture za teška teretna vozila – Tekst od značaja za EGP (SL L 269 od 14. listopada 2011.),
4. Direktiva 2004/54/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o najnižim sigurnosnim zahtjevima za tunele u transeuropskoj cestovnoj mreži (SL L 201 od 7. lipnja 2004.),
5. Direktiva 2004/52/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o interoperabilnosti elektroničkih sustava za naplatu cestarine u Zajednici – Tekst od značaja za EGP (SL L 166 od 30. travnja 2004.),
6. Direktiva 2008/96/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenog 2008. o sigurnosti upravljanja cestovne infrastrukture (SL L 319 od 29. studenog 2008.),
7. Direktiva 2010/40/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 7. srpnja 2010. o okviru za uvođenje inteligentnih transportnih sustava u cestovnom prometu i za veze s ostalim vrstama prijevoza – Tekst od značaja za EGP (SL L 207 od 6. kolovoza 2010.),
8. Direktiva vijeća 2013/22/EU od 13. svibnja 2013. o prilagodbi određenih direktiva u području prometne politike radi pristupanja Republike Hrvatske (SL L 158, 10. 6. 2013.) [5].

Direktiva je zakonodavni akt kojim se utvrđuje cilj koji sve države članice EU-a moraju ostvariti. Međutim svaka država samostalno odlučuje o načinu [6].

Posljedice suvremenog prometa su povećana prometna zagušenja te veće brzine prometnog toka. Kako bi ublažili negativne posljedice potrebno je primijeniti primjerena rješenja na području prometne signalizacije koja će sudionicima omogućiti pravodobno i ispravno donošenje odluka radi sigurnog odvijanja prometa. Prometna signalizacija predstavlja vizualnu komunikaciju te utječe na ponašanje svih sudionika u prometu. U cestovnom prometu utjecaj neposrednih informacija dolazi do izražaja više nego u drugim granama prometa zbog velikog broja sudionika, intenziteta prometnih tokova i prepuštenosti odlučivanja individualnim sudionicima u različitim situacijama [7].

Jedan od ključnih elemenata prometne signalizacije je mogućnost njenog pravodobnog uočavanja. Pravodobno uočavanje, a nakon toga i čitanje i razumijevanje prometne signalizacije omogućuje pravodobno reagiranje u skladu sa zahtjevima situacije. Prilikom vožnje noću ili u lošim vremenskim uvjetima vozaču se znatno smanjuje vidno polje te količina vizualnih informacija koje dobiva iz okoline. Zbog smanjenih vizualnih informacija dobivenih iz okoline smanjuje se udaljenost na kojoj vozač uočava i prepoznaje poruku prometne signalizacije te se produžuje ukupno vrijeme reagiranja što može dovesti do nepoželjnih situacija (prometnih nesreća) [7].

Hrvatske norme vezane za prometne znakove su sljedeće: HRN 1114:2002., HRN 1115:2002., HRN 1116:2002., HRN 1117:2002., HRN 1118:2002., HRN 1119:2002., HRN 1120:2004., HRN 12899-1:2008., HRN 12899-4:2008., HRN 12899-5:2008 [7].

Norma HRN 1114:2002 definira tehničke zahtjeve vezane uz dimenzije standardnih oblika prometnih znakova i njihovo pismo, dok norme HRN 1115:2002, HRN 1116:2002, HRN 1117:2002, HRN 1118:2002 i HRN 1119:2002 definiraju oblikovanje pojedinih prometnih znakova: znakovi opasnosti (HRN 1115:2002), znakovi izričitih naredbi (HRN 1116:2002), znakovi obavijesti (HRN 1117:2002), znakovi obavijesti za vođenje prometa (HRN 1118:2002) te dopunske ploče (HRN 1119:2002). Normom HRN 1120:2004 definiraju se tehnički zahtjevi vezani uz dimenzije standardnih oblika promjenjivih prometnih znakova [7].

Normom HRN EN 12899-1:2008 specificiraju se zahtjevi za postavljanjem prometnih znakova (uključujući nosače), znakove (ploče znaka s licem znaka), ploče znakova (bez lica znakova) i za ostale glavne komponente (retroreflektivne folije, potpore za znakove i rasvjetna tijela). Ova europska norma:

- može se koristiti za odobravanje (homologaciju) i certifikacijsko testiranje,
- ne zahtijeva zamjenu postojećih znakova,
- obuhvaća zahtjeve izvedbe i metode ispitivanja,
- definira razine performansi i obuhvat klasa. Kolorimetrijska i retroreflektivna svojstva, kao i osvijetljenost i osvjetljenje, navedeni su [7].

Normom HRN 12899-4:2008 opisuju se zahtjevi za kontrolu tvorničke proizvodnje, za dijelove 1, 2, 3. norme HRN 12899, dok norma HRN 12899-5:2008 opisuje zahtjeve za početno ispitivanje, za dijelove 1., 2., i 3. norme HRN 12899. Norme HRN 12966-1:2011, HRN 12966-2:2007 i HRN 12966-3:2007 definiraju norme za proizvodnju (HRN 12966-1:2011), ispitivanja (HRN 12966-2:2007) te tvorničku kontrolu (HRN 12966-3:2007) promjenjivih prometnih znakova [7].

Kao i kod prometnih znakova, norme i tehnički uvjeti definiraju osnovne značajke materijala korištenih za izvođenje oznaka na kolniku, minimalne razine retrorefleksije koje oznake moraju zadovoljavati te načine ispitivanja kvalitete oznaka na kolniku:

- prva određuje dizajn, dimenzije i boju oznaka na kolniku, ovisno o raznim namjenama, u svrhu ujednačenosti signalizacije. Korisnici prometnice moraju biti uvjereni da određena oznaka ima uvijek isto značenje;
- druga razina obuhvaća tehničke specifikacije materijala koje pojednostavljuju izradu oznaka i jamče njihovu minimalnu postojanost;
- treća razina određuje specifične fotometrijske i sigurnosne zahtjeve koji osiguravaju sukladnost oznaka s minimalnim sigurnosnim standardima [7].

Kontrola kvalitete radova na oznakama na kolniku počinje provjerom kvalitete materijala na skladištu, zatim tijekom njihovog nanošenja i na kraju kontrolom primijenjenih performansi oznaka na kolniku tijekom njihovog postojanja. Utvrđivanje slaganja materijala sa specificiranim zahtjevima razlikuje se ovisno o tome jesu li:

- materijali certificirani: nije potrebna verifikacija jer ako dođe do pogrešaka u radovima, omogućeno je praćenje,
- materijali nisu certificirani: nema drugog načina, praćenje se može postići samo pomoću verificiranja slaganja prije nanošenja [7].

Ako certificirani proizvodi (koji imaju ključnu marku nacionalne kvalitete ili slično) ne postoje, da bi se postiglo praćenje radova označavanja prije njihova postavljanja, reprezentativni uzorci materijala koji će biti korišten u pripremi oznaka na kolniku bit će verifikacijski testirani kako bi se utvrdilo zadovoljavaju li zahtjeve specificirane u standardu proizvoda. Uzorci dobiveni u skladu s postupcima navedenim u EN standardima bit će testirani prema metodama: EN 1423, EN 1424, EN 1790 i EN 1871 [7].

Sva roba koja ne odgovara zahtjevima određenim za svaki od materijala propisanih normama EN 1423, EN 1424, EN 1790 i EN 1871 bit će odbačena, a izvođač ih mora označiti, odmah povući i zamijeniti drugima koji će biti ponovno podvrgnuti testiranju [7].

2.2. PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE IZ ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U EU

Direktiva je zakonodavni akt kojim se utvrđuje cilj koji sve države članice EU-a moraju ostvariti. Međutim svaka država samostalno odlučuje o načinu [6]. Sve zemlje kandidati za ulazak u Europsku Uniju moraju provesti određene Direktive, tako je morala i Hrvatska prije nego je ušla u EU. Neke direktive koje se odnose na cestovnu infrastrukturu cjelokupne Unije su:

- Direktiva 1999/62/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 17. lipnja 1999. o pristojbama za korištenje određene infrastrukture za teška teretna vozila (SL L 187 od 20. srpnja 1999.),
- Direktiva 2004/54/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o najnižim sigurnosnim zahtjevima za tunele u transeuropskoj cestovnoj mreži (SL L 201 od 7. lipnja 2004.),
- Direktiva 2008/96/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenog 2008. o sigurnosti upravljanja cestovne infrastrukture (SL L 319 od 29. studenog 2008.).

Najznačajnija je Direktiva 2008/96/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenog 2008. o sigurnosti upravljanja cestovne infrastrukture (SL L 319 od 29. studenog 2008.) jer je sigurnost korisnika ceste najvažnija. Namjena Direktive je osiguravanje odgovarajuće razine sigurnosti prometa tijekom cijelog životnog ciklusa ceste od planiranja, projektiranja, održavanja ceste koja je već u eksploataciji [8].

Direktiva se odnosi na ceste koje su dio trans-europske cestovne mreže, pri tome ne uključujući tunele koji su pokriveni Direktivom Europskog parlamenta i Vijeća br. 2004/54/EC o minimalnim sigurnosnim uvjetima za tunele unutar transeuropske cestovne mreže [8].

Cilj je ove Direktive (2004/54/EC) osigurati najmanju razinu sigurnosti za korisnike cesta u tunelima u transeuropskoj cestovnoj mreži sprečavanjem kritičnih događanja koja mogu ugroziti ljudski život, okoliš i tunelske instalacije, kao i pružanje zaštite u slučaju nesreća. Ona se primjenjuje na sve tunele dulje od 500 m u transeuropskoj cestovnoj mreži koji su bilo u pogonu, u izgradnji ili u fazi planiranja [9].

3. OSNOVNE ZNAČAJKE SUSTAVA ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE

Pojam sustav je grčkog podrijetla i on definira skup određenih dijelova koji su međusobno povezani čineći jednu cjelinu. U suvremenoj teoriji i praksi nalaze se vrlo različite definicije sustava, odnosno:

- sustav obuhvaća ukupnost ili cjelovitost elemenata ili pojedinačnih dijelova;
- sustav je skup objekata s relacijama među tim objektima i njihovih atributa;
- sustav je skup objekata ujedinjenih pravilima uzajamne interakcije;
- sustav ima strukturu, realizira funkciju i predaje informacije ili ih uspoređuje.

Prema tim točkama, sustav se može definirati kao skup objekata koji čine jednu cjelinu sa svim njihovim međusobnim odnosima i obilježjima. Odnosi čine određeni poredak i relacije veza između elemenata u skupu odnosne cjeline. Elementi unutar skupa i odnosi daju strukturu sustava pa se zbog toga može govoriti o njihovoj određenoj sintezi unutar sustava, a nikako o jednostavnom mehaničkom zbroju. Dakle, sustav podrazumijeva međusobno povezani kompleks komponenata elemenata koje su u funkcionalnoj međuovisnosti [10].

Infrastrukturu cestovnog prometa čine sve vrste i kategorije cesta i putova uključujući i mostove, vijadukte, tunele i sl., i uređaji stalno fiksirani za određeno mjesto koji služe proizvodnji prometnih usluga te cjelokupna signalizacija i uređaji koji služe reguliranju i sigurnosti cestovnog prometa, kao i kamionski i autobusni kolodvori. U infrastrukturu cestovnog prometa treba ubrojiti i zgrade s fiksiranim uređajima koji služe održavanju i servisiranju suprastrukture i infrastrukture u cestovnom prometu [11].

Člankom 2. Zakona o cestama (Urednički pročišćeni tekst, „Narodne novine“, broj 84/11, 18/13, 22/13, 54/13, 148/13 i 92/14**)** jasno je protumačena bit sljedećih važnih pojmova koji se odnose na održavanje cestovne infrastrukture :

1. „javne ceste“ su ceste razvrstane kao javne ceste sukladno ovom Zakonu, koje svatko može slobodno koristiti na način i pod uvjetima određenim ovim Zakonom i drugim propisima,
2. „autoceste“ su javne ceste s tehničkim karakteristikama autoceste određenim propisima kojima se uređuje sigurnost prometa na cestama, koje imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-ceste (međunarodnim i međudržavnim sporazumima određena kao europska cesta), prometno povezivanja regija Republike Hrvatske, omogućavanja tranzitnog prometa, a koje su razvrstane kao autoceste sukladno ovom Zakonu,
3. „državne ceste“ su javne ceste koje imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-ceste prometnog povezivanja regija Republike Hrvatske, prometnog povezivanja sjedišta županija međusobno, povezivanja sjedišta županija s većim regionalnim sjedištima susjednih država (gradovi veći od 100.000 stanovnika), omogućavanja tranzitnog prometa, koje čine cestovnu okosnicu velikih otoka i kojima se ostvaruje kontinuitet državnih cesta kroz gradove, a koje su razvrstane kao državne ceste sukladno ovom Zakonu,
4. „županijske ceste“ su javne ceste koje povezuju sjedišta županija s gradovima i općinskim sjedištima, koje povezuju sjedišta gradova i općina međusobno, preko kojih se ostvaruje veza grada ili gradskih dijelova s državnim cestama, a koje su razvrstane kao županijske ceste sukladno ovom Zakonu,
5. „lokalne ceste“ su javne ceste koje povezuju sjedište grada, odnosno općine s naseljima s više od 50 stanovnika unutar grada ili općine, ceste u urbanom području koje povezuju gradske četvrti sa županijskim cestama, ceste koje povezuju susjedne gradske četvrti međusobno, a koje su razvrstane kao lokalne ceste sukladno ovom Zakonu,
6. „nerazvrstane ceste“ su ceste koje se koriste za promet vozilima, koje svatko može slobodno koristiti na način i pod uvjetima određenim ovim Zakonom i drugim propisima, a koje nisu razvrstane kao javne ceste u smislu ovoga Zakona,
7. „raskrižje“ je prometna površina na kojoj se u istoj razini ili na različitim razinama križaju dvije ili više cesta ili na kojoj se više cesta spaja u širu prometnu površinu,

8. „križanje“ je prometna površina na kojoj se u istoj razini ili na različitim razinama križaju cesta i druga prometna infrastruktura,
9. „redovito održavanje“ čini skup mjera i radnji koje se obavljaju tijekom većeg dijela godine ili cijele godine na cestama uključujući i sve objekte i instalacije, sa svrhom održavanja prohodnosti i tehničke ispravnosti cesta i sigurnosti prometa na njima,
10. „izvanredno održavanje“ cesta su povremeni radovi koji se obavljaju radi mjestimičnog poboljšanja pojedinih dijelova ceste bez izmjene tehničkih elemenata ceste, osiguranja sigurnosti, stabilnosti i trajnosti ceste i cestovnih objekata i povećanja sigurnosti prometa,
11. „prekomjerna uporaba javne ceste“ je privremeno ili trajno povećanje prometa teških i srednje teških vozila na javnoj cesti ili njezinom dijelu koje nastaje kao posljedica eksploatacije mineralnih sirovina, sječe šuma, industrijske proizvodnje, izvođenja građevinskih radova i sličnih djelatnosti,
12. „izvanredni prijevoz“ je prijevoz vozilima koja sama ili s teretom premašuju propisane dimenzije ili ukupnu masu, odnosno propisana osovinska opterećenja [12].

Redovno održavanje cesta čini skup poslova odnosno radova i radnji te mjera koje se provode tijekom cijele godine sukladno mjesečnom odnosno višemjesečnom operativnom programu [13].

Pod redovnim održavanjem cesta podrazumijevaju se osobito sljedeći poslovi:

- Radovi na kolniku,
- Radovi na bočnim dijelovima ceste,
- Radovi na uređajima za odvodnju,
- Radovi na održavanju vegetacije
- Radovi na održavanju opreme ceste,
- Radovi na održavanju građevina,
- Održavanje cesta i građevina zimi [14].

Radovi na kolniku

Održavanju kolnika treba posvetiti najveću pozornost. Treba na vrijeme popraviti sva mala oštećenja koja bi kasnije mogla uzrokovati veće štete i izrazitiju nesigurnost prometa.

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

- ručno krpanje svih udarnih rupa,
- ručno izravnavanje neravnina cestovnog zastora,
- popravak pojedinačnih pukotina i mrežastih pukotina na asfaltnim zastorima,
- zalijevanje razdjelnih reški i pukotina na betonskom zastoru,
- čišćenje kolnika od blata, prašine i smeća,
- krpanje betonskih pasica i namještanje pomaknutih rubnjaka,
- posipavanje asfaltnog zastora razmekšanog pri visokim temperaturama kamenom sitneži,
- odstranjivanje posipnog materijala nakon zime [14].

Radovi na bočnim dijelovima ceste

U ove skupine radova pripadaju aktivnosti na održavanju bankina, pokosa usjeka i nasipa, održavanju žičanih mreža protiv odrona te stabilnosti i funkcionalnosti potpornih i obložnih zidova.

Zbog bitne sigurnosti uloge stanja bankina, treba im posvetiti pažnju u pogledu propisane širine, zbijenosti i nagiba na vanjsku stranu ceste.

Pokosi usjeka, zasjeka i nasipa moraju se održavati u propisanom nagibu, a nestabilno kamenje i manji odroni pažljivo uklanjati i popraviti. Na sličan način treba pratiti i održavati stanje zidova, obloga, žičanih mreža i drugih građevina za osiguranje osnovnoga cestovnog tijela [14].

Radovi na uređajima za odvodnje

Značajnije su skupine radova:

- ručno prekopavanje, čišćenje i produbljivanje odvodnih kanala,
- čišćenje rigola i otvora kanalizacije,
- skretanje vode koja pritječe na kolnik isprečavanje stvaranja vododerina na kolniku i bankinama,
- održavanje slobodnog profila svih propusta od nanosa i popravak podlokalnog temelja,
- obnavljanje i izrada novih drenaža i tamponskog sloja na mjestima gdje su se pojavile deformacije donjeg ustroja [14].

Radovi na održavanju vegetacije

U te radove pripada košenje trave, sječenje i potkresivanje šiblja i živica. Trava se može kositi ručno i mehanički. Pri mehaničkom radu koriste se razne vrste kosilica, koje su obično priključene na traktore. Ima i samohodnih kosilica s uređajima na prikupljanje trave i njeno ubacivanje u vozila.

Sječenje i potkresivanje šiblja i živica s kosina usjeka i nasipa te s bankina obavlja se radi osiguranja bolje vidljivosti. Pritom se mogu rabiti razni tipovi kosilica ojačanih mehanizmom za sječenje. Sječenje i potkresivanje šiblja i živica potrebno je radi održavanja postojećih živih ograda.

U radove na održavanju vegetacije, osim toga, pripadaju obnova i dopuna nasada ukrasnoga bilja i grmlja, osiguranje kosina zasjeka i usjeka sadnjom busenja, sadnica i sl. [14].

Radovi na održavanju opreme ceste

U ovu skupinu radova mogu se ubrojiti aktivnosti na održavanju bočnih ograda, kolobrana, tlocrtne i okomite te svjetlosne i promjenjive signalizacije, rasvjete, instalacija i posebne opreme za kontrolu i upravljanje prometom.

Tlocrtnu i okomitu signalizaciju kao i ostalu opremu potrebno je povremeno obnavljati zamjenom dotrajalih dijelova i ličenjem. Održavanje mogu obavljati pokretne ekipe, koje su opskrbljene kamionetom, kompresorom za ličenje i sitnim alatom za popravke.

Osim toga, potrebno je osigurati stalni nadzor nad radom semafora i ispravnost telefonskih govornica uz cestu. Posebnu pažnju treba posvetiti obnovi reflektirajućih traka i čišćenju zrcala što se postavljaju na nepreglednim mjestima [14].

Radovi na održavanju građevina

Pod građevinama se razumijevaju prvenstveno mostovi, vijadukti, podvožnjaci i nadvožnjaci, pothodnici i nathodnici, veći propusti, tuneli, galerije itd.

U radove kontrole i redovitog održavanja mogu se ubrojiti:

- obvezan pregled drvenih mostova jedanput u mjesecu, a ostalih dvaput u godini,
- zamjena dotrajale drvene građe,
- impregnacija mosnica i ograde drvenih mostova,
- čišćenje donjih dijelova mostova od nanosa i granja te čišćenje diletacijskih sprava uz obavezno pritezanje vijaka,
- ličenje oštećenih mjesta na čeličnim mostovima,
- čišćenje ležajeva, nosača i sl.,
- održavanje kolnika na mostu,
- čišćenje ledenih siga na svodu tunela,
- održavanje osvjetljenja u tunelu uza zamjenu dotrajalih dijelova,
- odstranjivanje zemlje i ostalog materijala ispred portala,
- čišćenje reflektirajućih stakala,
- čišćenje ventilacijskih vodova u tunelu i čišćenje kolnika i rigola,
- čišćenje i osiguranje prohodnosti u podvožnjacima, pothodnicima, galerijama, propustima i ostalim građevinama ispod ili iznad ceste [14].

Održavanje cesta i građevina zimi

Pod održavanjem cesta u zimskim uvjetima (uobičajeno: zimska služba) razumijevaju se radovi neophodni za održavanje prohodnosti cesta i sigurnog odvijanja prometa u zimskim uvjetima definiranim propisima.

S ciljem pravodobne u učinkovite zimske službe, nadležne uprave za ceste donose operativni program radova i aktivnosti, koji posebno sadrži:

- mjesta u stupnjeve pripravnosti zimske službe,
- potrebne resurse i njihov smještaj,
- dinamiku i nadzor provođenja aktivnosti,
- uvjete za obustavu ili ograničenje prometa,
- sustav veza i sustav obavješćivanja o prohodnosti cesta.

Pod radovima održavanja u zimskim uvjetima razumijevaju se osobito:

- pripremni radovi prije zimskih uvjeta,
- organiziranje mjesta pripravnosti i njihovo označivanje,
- mjere protiv stvaranja poledice, snježnih nanosa i lavina,
- čišćenje snijega s kolnika i prometne signalizacije,
- obilježivanje rubova kolnika,
- osiguranje odvodnje i uklanjanje vozila s kolnika,
- obavješćivanje javnosti o stanju i prohodnosti cesta [14].

4. ANALIZA SUSTAVA ODRŽAVANJA I GOSPODARENJA CESTOVNOM INFRASTRUKTUROM U HRVATSKOJ

4.1. IZVANREDNO ODRŽAVANJE

U Republici Hrvatskoj, temeljni pravilnik za održavanje cesta je Pravilnik o održavanju cesta (NN, br. 90/14). Prema Pravilniku o održavanju cesta (NN, br. 90/14) izvanredno održavanje spada u grupu zahtjevnijih i opsežnijih radova održavanja cesta, a temeljni im je cilj dugotrajnije uređenje i poboljšanja pojedinih dijelova ceste bez izmjene njenih tehničkih elemenata, osiguranja sigurnosti, stabilnosti i trajnosti ceste i cestovnih objekata i povećanja sigurnosti prometa [15].

Izvanredno održavanje cesta posebno obuhvaća:

- obnavljanje i zamjenu kolničkog zastora
- ojačanje kolnika u svrhu obnove i povećanja nosivosti i kvalitete vožnje
- mjestimične popravke kolničke konstrukcije ceste u svrhu zaštite i povećanja nosivosti ceste,
- poboljšanje sustava odvodnje ceste, sanaciju obložnih zidova,
- zamjenu, ugrađivanje nove i poboljšanje vertikalne prometne signalizacije i opreme ceste (kilometarski i smjerokazni stupići, zaštitne ograde i slično) na većim dijelovima ceste
- saniranje odrona, popuzina, radovi na zaštiti kosina od erozije,
- zaštitu ceste od podlokavanja,
- radove na uređenju zelenila u svrhu biološke zaštite ceste, ukrašavanja okoliša i zaštite od snježnih zapuha,
- pojedinačne korekcije geometrijskih elemenata ceste (ublažavanje oštrih krivina, uređenje poprečnih nagiba, stajališta uz cestu i drugo) sa svrhom poboljšanja sigurnosti prometa, kojima se ne mijenja usklađenost s lokacijskim uvjetima u skladu s kojim je cesta izgrađena,
- uređenje raskrižja u istoj razini (oblikovanje, preglednost, ugradnja nove signalizacije i opreme) kojima se ne mijenja usklađenost s lokacijskim uvjetima u skladu s kojim je cesta izgrađena,
- poboljšanje uvjeta prometa uređenjem stajališta, odmorišta, pješačkih staza,
- obnovu i postavu instalacija, opreme i uređaja ceste [15].

Izvanredno održavanje cestovnih objekata posebno obuhvaća:

- zamjenu kolnika
- zamjenu hidroizolacije
- popravak ili zamjenu rasponske konstrukcije, stupova i upornjaka
- popravak ili zamjenu sustava za odvodnju,
- popravak ili zamjenu ležajeva
- popravak ili zamjenu prijelaznih naprava
- uređenje prijelaza na nasip
- zaštitu stupova i upornjaka od podlokavanja
- cjelovitu antikorozivnu zaštitu
- sanaciju i zaštitu betonskih površina
- zamjenu i obnovu propusta i mostova do 10 m raspona
- sanaciju tunelske obloge
- sanaciju i obnovu zidova [15].

Ovisno o svojim značajkama, radovi održavanja razvrstavaju se u sljedeće osnovne skupine:

1. Neodgodive radove, čije bi neizvođenje moglo ugroziti javnu cestu i sigurnost odvijanja prometa,

2. Nužno potrebne radove, koji se izvode u skladu s utvrđenim planom i u određenim rokovima,

3. Bitne radove za trajno očuvanje javne ceste i njene funkcionalnosti, zbog čijeg se neizvođenja trenutno ne ugrožava javna cesta niti sigurnost odvijanja prometa, a koji se izvode u skladu s unaprijed utvrđenim planom [15].

Tablica 1. Opseg i rokovi izvođenja radova razvrstani su ovisno o vrsti javne ceste

Opis rada	Javna cesta/Skupina radova			
	AC	DC	ŽC	LC
Nadzor i pregled cesta i objekata				
Ophodarska služba	1	1	1	1
Održavanje prometnih površina				
Čišćenje kolnika	1	1	2	2
Čišćenje prometnih površina izvan kolnika	2	2	2	2
Popravci oštećenog kolnika npr. nakon zimskog razdoblja	1	1	1	1
Asfaltni kolnici				
Udarne jame (krpanje ili prevlačenje asfaltom)	1	1	1	1
Mrežaste pukotine (krpanje ili prevlačenje asfaltom	1	1	2	2
Popravak lokalnih neravnina (uleknuća, ispupćenja)	1	1	2	2
Zaljevanje pukotina i reški	1	2	2	2
Ohrapavljenje kolnika (frezanjem, posipanjem)	1	2	2	2
Popravak uzdužnih pukotina	1	2	2	2
Betonske prometne površine				
Zaljevanje reški i pukotina	1	2	2	3
Krpanje kolnika	1	2	2	2
Makadamske prometne površine				
Krpanje udarnih jama		1	1	1
Nasipavanje kolnika		2	2	2
Profiliranje kolnika		3	3	3
Popravci ispuha		2	2	2
Protuprašno špricanje		3	3	3
Prometne površine od kocke				
Krpanje udarnih rupa		1	1	1
Zapunjavanje reški		2	2	2
Preslagivanje		3	3	3
Bankine				
Čišćenje	2	2	2	2
Popravak, zbijanje i profiliranje, frezanje	3	3	3	3
Prekop za odvod vode	1	1	1	2
Pokosi				
Čišćenje	2	2	2	2
Utvrđivanje i uklanjanje nestabilnog materijala	1	2	2	2
Lokalno dopunjavanje zelenila	3	3	3	3
Lokalni popravci pokosa i nasipa	2	2	2	2
Odstranjivanje materijala iza zaštitnih mreža	1	1	1	1
Popravak zaštitne mreže	1	1	2	2
Odvodnja				
Čišćenje	2	2	2	2
Lokalni popravci ili zamjena pojedinih dijelova	1	1	1	2
Produbljivanje i profiliranje cestovnih jaraka	3	3	3	3
Zamjena poklopaca slivnika i revizionih okana	3	3	3	3
Iskopi zapunjenih cestovnih jaraka	3	3	3	3

Izvor: [15]

Djelokrug službe održavanja Autoceste Rijeka – Zagreb d.d. (dalje ARZ) obuhvaća dionicu autoceste A1 od naplate Lučko u Zagrebu do čvora Bosiljevo-2 u dužini 66 km, te dionicu autoceste A6 od čvora Bosiljevo-2 do čvora Orehovica u Rijeci u dužini 80 km. Stanje pripravnosti za gorski dio trase počinje od 15.10. tekuće godine i traje do 15.04. naredne godine dok za ravničarski i priobalni dio traje od 01.11. do 31.03. naredne godine. ARZ posjeduje sve potrebne strojeve i uređaje za kvalitetno zimsko održavanje autoceste. Koriste se tri skupine strojeva za čišćenje snijega:

- jednostrane čeone i bočne ralice za čišćenje snijega,
- glodalice za odbacivanje snijega,
- posipače [16].

Uz dobre preventivne mjere male su vjerojatnosti da se kolnik autoceste zaledi, osim u izuzetnim prilikama. Meteo prognoze o mogućnosti pojave leda na autocesti mogu biti neprecizne ili pogrešne. Zbog toga je važno da se kontinuiranim nadzorom ophodnje i operatera u CKP-u, te preventivnim posipavanjem onemogući stvaranje leda [16].

Ako se posipanje kolnika izvrši prerano, velika je vjerojatnost da će se sol od tekućeg prometa dijelom odbaciti na rubove ceste i time onemogućiti preventivno djelovanje bez obzira na vlažan posip [16].

Ako se pak posipanje kolnika izvrši prekasno, neminovno je stvaranje poledice do početka djelovanja soli. Idealno bi bilo kad bi se mogle prognozirati snježne oborine i pad temperature jedan sat unaprijed, što bi bilo dovoljno da se obave svi preventivni posipi na cijeloj trasi autoceste [16].

Da se smanji utrošak soli i poveća njena efikasnost, u preventivnom posipanju koristi se najčešće vlažno posipanje, odnosno, upotrebljava se kašasta sol koja je mješavina suhe NaCl i 25% koncentrirane otopine CaCl2 soli. S obzirom na njihova svojstva i cijenu, natrijev klorid upotrebljava se za temperature do -10°C, a za temperature niže od -10°C upotrebljava se ili mješavina jedne i druge soli ili samo čisti kalcijev klorid. Natrijev klorid otapa se sporije, a kalcijev klorid brže [16]. U tablici 2 prikazana su utrošena financijska sredstva za zimsko održavanje autoceste Rijeka – Zagreb za razdoblje od 2005.-2007. godine.

Tablica 2. Prikaz utrošenih financijskih sredstava za zimsko održavanje autoceste Rijeka – Zagreb za razdoblje od 2005.-2007. godine.

	Potrošeno u 2005/2006 (t)	**Iznos u kn**	**Plan za nabavu 2006/2007 (t)**	**Iznos u kn**
NaCl	11.282	4.400.000,00	10.700	4.840.000,00
CaCl2	280	616.000,00	280	648.000,00
Prometna zimska oprema i signalizacija		230.000,00		250.000,00
Amortizacija objekata i strojeva zimskog održavanja, te trošak goriva		9.394.000,00		10.329.000.00
UKUPNO	11.562	14.640.000,00	10.280	16.067.000,00

Izvor: [16]

Tablica 3. Razvrstavanje cesta u odnosu na razine prednosti i osiguranje prohodnosti u zimskim uvjetima

Razine prednosti	Vrsta javne ceste	Osiguranje prohodnosti	Intezitet snježenja	
			Prosječni	Iznadprosječni
I.	Autoceste i brze ceste	24 sata	Osiguranje prohodnosti kolnika, važnijih raskrižja, prilaza većim odmorištima i zaustavnih traka	Osiguranje prohodnost jednog prometnog traka i prilaza većim parkiralištim a
II.	Javne ceste s PGDP > 4000, priključne ceste, koje povezuju državne ceste sa autocestama, kada je državna cesta prva javna cesta na koju se autocesta priključuje, međunarodnim cestovnim graničnim prijelazima, međunarodnim zračnim lukama, morskim lukama od osobitog gospodarskog interesa za Republiku Hrvatsku, državnim riječnim lukama, trajektnim lukama kojima se ostvaruje kontinuitet državne cestovne mreže.	od 5:00 do 22:00 sata	Osiguranje prohodnosti s mogućim zastojima do 2 sata između 22:00 i 5:00 sati	Osiguranje prohodnosti (kod kolnika s više prometnih trakova samo jednog) s mogućim zastojima do 2 sata između 22:00 i 5:00 sati
III.	Županijske ceste te osobito one koje povezuju državne i županijske ceste s morskim i riječnim lukama županijskog značenja, zračnim lukama, željezničkim kolodvorima, robnim terminalima, izdvojenim građevinskim područjima i lokalitetima ugostiteljsko turističke i sportsko-rekreacijske namjene, izdvojenim građevinskim područjima proizvodne i poslovne namjene, lokalitetima i građevinama ubilježenim u državnim registrima kao povijesno-kulturna ili prirodna baština, naseljima većim od 300 stanovnika, s tim da je udaljenost početka naselja od razvrstane ceste veća od 500 m te važnije lokalne ceste	od 5:00 do 20:00 sati	Osiguranje prohodnosti s mogućim zastojima do 2 sata između 20:00 i 5:00 sati	Osiguranje prohodnosti (kod kolnika s više prometnih trakova samo jednog prometnog traka) s mogućim zastojima do 2 sata između 20:00 i 5:00 sati
IV.	Ostale lokalne ceste	od 7:00 do 20:00 sati, uskladiti s lokalnim potrebama	Osiguranje prohodnosti s mogućim kraćim zastojima	Osiguranje prohodnosti s mogućim zastojima do jednog dana
V.	Ostale javne ceste i površine, parkirališta, biciklističke staze	Uskladiti s lokalnim potrebama	Osiguranje prohodnosti s mogućim zastojima do jednog dana	Osiguranje prohodnosti s mogućim višednevnim zastojima
VI.	Ostale javne ceste koje su u zimskom razdoblju zatvorene	-	-	-

Izvor: [15]

4.2. GOSPODARENJE GRAĐEVINAMA

Gospodarenje građevinama obuhvaća djelatnosti kojima se optimizira korištenje određene građevinske infrastrukture tako da se tijekom unaprijed određenog razdoblja ostvari najveća moguća korist [17].

Sustav gospodarenja je organizacija koja stvara okvir za donošenje odluka o održavanju, očuvanju i produljenju trajnosti građevina kao i osiguranju bitnih svojstava građevine što zahtijeva korištenje financijskih resursa. Sustav povezuje tehničke i ekonomske analize uspoređujući alternativne opcije s ciljem poboljšanja investicijskih odluka. Na taj način sustav gospodarenja građevinama postavlja okvir za upravljanje, odnosno kratkoročno i dugoročno planiranje. Sustav gospodarenja građevinama (dalje: SGG) HAC-a prepoznaje sedam tipova cestovnih građevina (mostovi, geotehničke građevine, kolnici, tuneli, odvodnja, oprema, građevine visokogradnje) [17].

Cjelovit sustav gospodarenja razmatra održavanje građevina s tri motrišta: tehničkog, financijskog i organizacijskog, i to kroz vremensku dimenziju. Proučavaju se uzroci dotrajavanja građevina u prošlosti kako bi se mogla dati procjena napredovanja oštećenja u budućnosti.

Temeljem procjene stanja i cijene popravaka oblikuju se strategije održavanja koje će na najbolji način ispuniti zahtijevane ciljeve. Ciljevi upravitelja cesta su isti: na prvom je mjestu sigurnost prometa, slijedi protočnost, kao mjera ispunjavanja zahtjeva korisnika, a potom i ekonomičnost ulaganja. U novijim sustavima gospodarenja sve veći naglasak se stavlja na ekološki aspekt gospodarenja te održivi razvoj cestovne mreže [17].

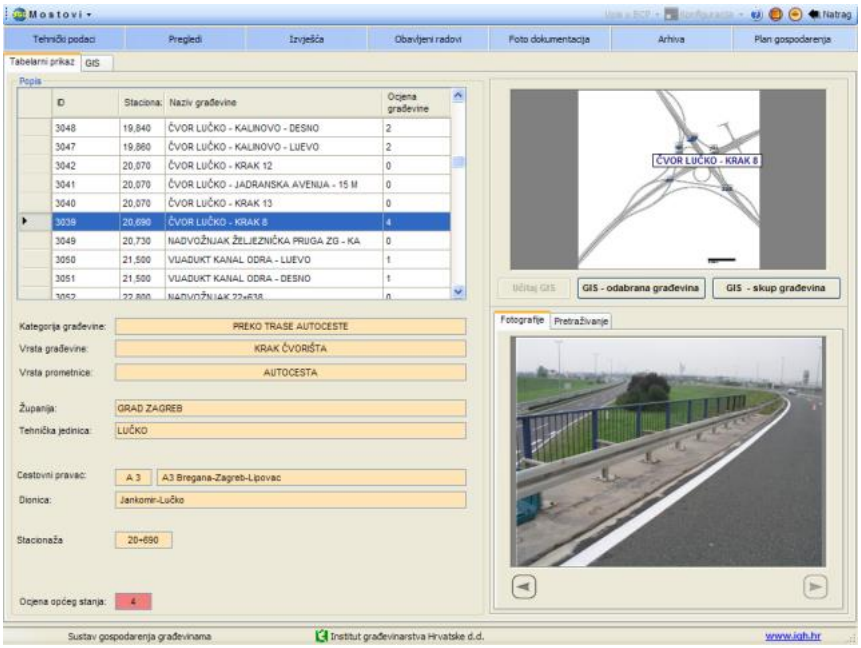
S tehničkog motrišta treba znati koje građevine održavamo, koliko ih je, kakve su im osnovne značajke, kakva oštećenja na njima nastaju i na koji način se ta oštećenja otklanjaju.

Pri ocjenjivanju stanja bitno je prepoznati uzrok oštećenja, pretpostaviti brzinu njegovog napredovanja, kao i važnost oštećenja za funkcionalnost cjelovite građevine. Na razini mreže ocjenjuje se utjecaj oštećenja i popravaka pojedinih građevina na sigurnost i protočnost prometa. Strategije i planovi održavanja razrađuju se na razini pojedinačne građevine ali i sveobuhvatno, na razini prometne mreže [17].

Sustav gospodarenja građevinama (SGG) je informacijski sustav pomoću kojeg se evidentiraju tehnički podaci o građevinama (tehnička dokumentacija, foto dokumentacija, arhiva), planiraju i provode pregledi građevina da bi se ustanovilo njihovo stanje te planiraju radovi na održavanju građevina. Cilj Sustava gospodarenja građevinama usmjeren je na utvrđivanje koristi pojedinih investicijskih odluka i s njima povezanih troškova, uzimajući u obzir čitav spektar građevina kojima se upravlja [18]. Kao što je ranije navedeno SGG prepoznaje sedam tipova cestovnih građevina (mostovi, geotehničke građevine, kolnici, tuneli, odvodnja, oprema, građevine visokogradnje).

Za svaku vrstu građevine računalni program omogućuje

1) unos i pohranu tehničkih podataka o građevini (tehnička dokumentacija, foto dokumentacija, arhiva)
2) planiranje i provedbu pregleda te ocjenu stanja građevine
3) evidentiranje obavljenih radova na građevini
4) planiranje gospodarenja građevinama (algoritam za planiranje gospodarenja, upute za proračun i analizu troškova, za predviđanje budućeg stanja, za određivanje optimalnih planova održavanja)
5) izradu priručnika za pregled građevine
6) izradu priručnika za ocjenu stanja građevine
7) izradu priručnika za popravak i obnovu građevine
8) izradu kataloga oštećenja građevine [18].

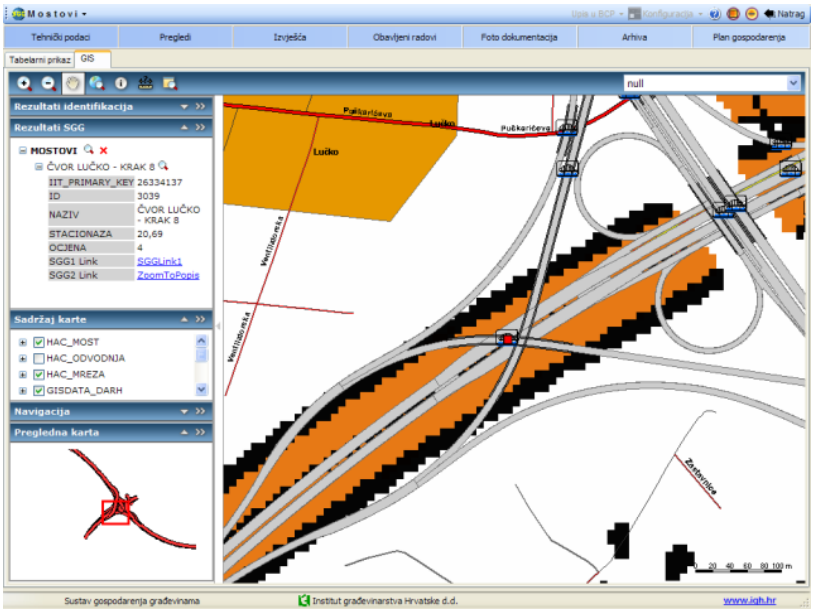


Slika 1. Identifikacija i lokacija - tabelarni prikaz

Izvor: [19]

Unosom i pohranom tehničkih podataka o građevini dobivaju se podaci o popisu građevina s jedinstvenom identifikacijskom oznakom, relevantni podaci iz perioda projektiranja i gradnje (projektant, lokacijska i građevna dozvola, godina početka i završetka gradnje, izvoditelj, uporabna dozvola, propis i opterećenje po kojem je građevina dimenzionirana), osnovni geometrijski podaci za građevinu, geometrijski i opisni podaci za pojedine karakteristične elemente. Identifikacija i lokacija građevine vidljiva je kroz GIS prikaz. Kroz arhivu projektne dokumentacije dostupni su projekti, podaci o građenju, projekt izvedenog stanja, financijska dokumentacija pojedine građevine, foto dokumentacija i video zapisi [18].

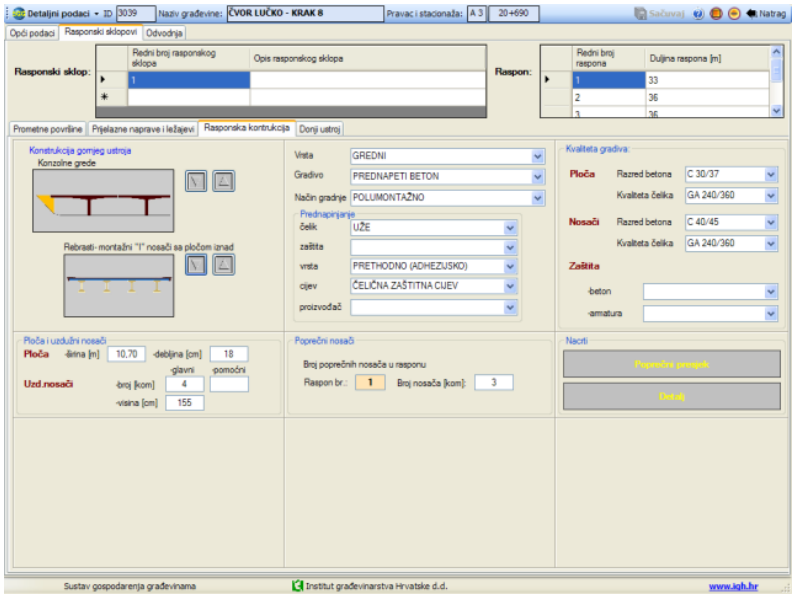
Pregled građevine je planska aktivnost koja se provodi po unaprijed utvrđenom protokolu, i uključuje korištenje različitih tehnika kako bi se ustanovio kontinuirani prikaz stanja građevine i njenog neposrednog okoliša. Društvo koje upravlja građevinama ima zakonsku obvezu vršiti kontinuiranu djelatnost pregledavanja istih. Svrha tih pregleda je odrediti stanje građevine u smislu njene nosivosti, prometne sigurnosti i trajnosti, te pokretanja radova održavanja u trenutku kada je to najbolje za građevinu, ali i za Upravitelja [18].



Slika 2. Identifikacija i lokacija- GIS prikaz

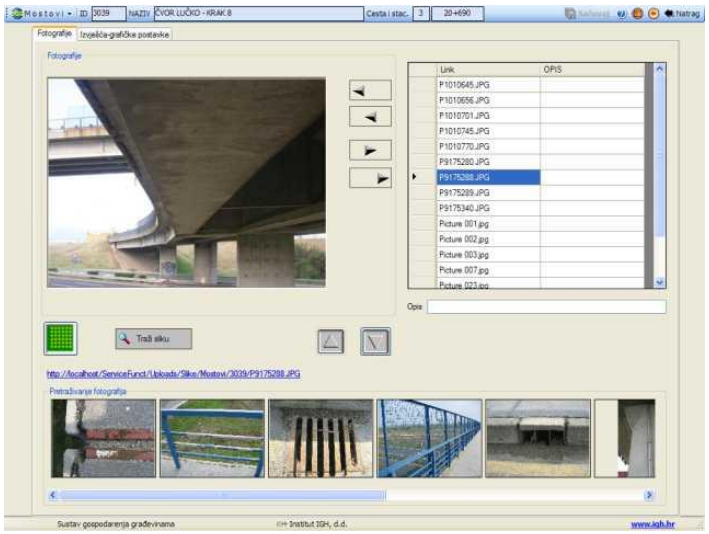
Izvor: [19]

U sustav se, prema katalogu oštećenja za svaki pojedini dio građevine, ucrtavaju uočeni defekti sa svojim izmjerenim veličinama i točnim položajem prema prethodno definiranom lokalnom koordinatnom sustavu, te se sa pridruženom fotografijom unose u aplikaciju. Svaka ovakva popunjena podloga sa pregleda skenira se i pohranjuje u arhivu Sustava gospodarenja građevinama. Ovim se izbjegava subjektivno ocjenjivanje svakog pojedinog elementa konstrukcije od strane inženjera koji vrši pregled, već se to prepušta računalnoj aplikaciji, koja pomoću definiranog algoritama i raznih kriterija daje ocjenu stanja, kako cijele građevine, tako i pojedinih dijelova [18].



Slika 3. Detaljni podaci o dijelovima građevine

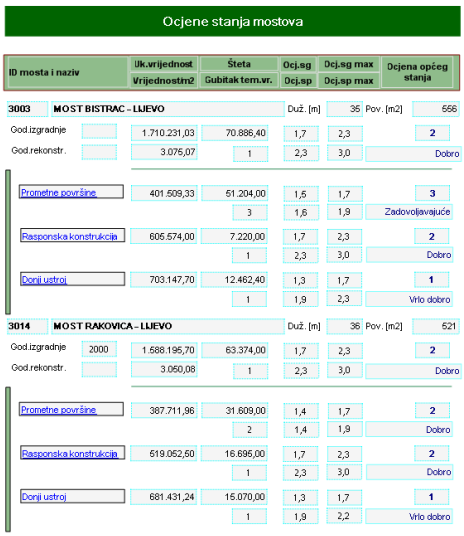
Izvor: [19]



Slika 4. Unos foto-zapisa

Izvor: [19]

Kada se dobije ocjena stanja, kako pojedinih elemenata, tako i cijele građevine određuju se prioriteti održavanja (popravaka) prema zadanim kriterijima: kategorija prometnice, PGDP, pravci obilaska, ukupne duljine, najveći rasponi, indikatori sigurnosti konstrukcije i prometa, trajnost i opće stanje građevine. Određivanje prioriteta popravaka vrši algoritam za izradu Plana gospodarenja, odnosno matematička metoda višekriterijalne analize. Planovi održavanja se uzimaju za razdoblje od 20 godina (za prve četiri godine izrađuju se godišnji planovi, a ostatak je podijeljen na četverogodišnja razdoblja) [18].



Slika 5. Ocjene općeg stanja- po građevinama

Izvor: [19]

Gospodarenje i održavanje mostova

Procesi koji ugrožavaju mostove uglavnom započinju bez vidljivih znakova, a tek u odmakloj fazi očituju se pojavama vidljivim na površini građevine. Zadatak inženjera pri pregledu je vidjeti, zabilježiti i prepoznati pojave koje su bitne za ocjenu stanja konstrukcije i opreme mosta, odnosno indikacije ili manifestacije procesa koji vode oštećenju. Interpretacijom viđenog i zabilježenog, elementima mosta dodjeljuju se ocjene stanja, koje se potom ugrađuju u jedinstvenu ocjenu čitave građevine [20].

U sklopu sustava gospodarenja mostovima, u različitim zemljama razvijena su posebna pomagala koja prate preglede mostova, kao što su priručnici, smjernice i proračunski postupci kojima se uočena oštećenja nastoje objektivno kvantificirati.

U većem broju razvijenih država ovom se djelatnošću bave specijalisti. Ovakav pristup posljedica je specifičnosti mostova u odnosu na ostale građevine:

1) Mostovi se sastoje od skupina dijelova koji se često razlikuju po materijalu, kakvoći, izloženosti različitim djelovanjima i načinu izvedbe, pa sukladno tome dotrajavaju različitom brzinom i prema zakonitostima što podliježu različitim mehanizmima.
2) Tijekom relativno dugog uporabnog vijeka dijelovi mostova prolaze kroz karakteristične faze dotrajavanja koje su, za neki dominantni proces, prepoznatljive.
3) Proces dotrajavanja ne napreduje jednoliko po promatranom elementu mosta, jer većina oštećenja ima žarište na mjestima početnih nedostataka, odnosno na mjestima koja su posebno izložena agresivnim djelovanjima [20].

Hrvatske ceste d.o.o. gospodare mrežom državnih cesta od 6585 km na kojoj se nalazi 1538 mostova raspona većeg od 2 m. Izvorno su bili obuhvaćeni mostovi raspona većeg od 5 m, no 2001.,zbog proširenja sustava, evidentirani su i cestovni propusti raspona od 2 do 5 m [20].

Sredstva za održavanje mostova, u što su uključeni i vizualni pregledi, planiraju se četverogodišnjim programima. Preglede mostova na državnim cestama obavljaju dva diplomirana inženjera građevinarstva koji su školovani za obavljanje tog posla. Oni predlažu i načine saniranja oštećenja. Na čitavoj mreži državnih cesta potrebno je otprilike 3 mjeseca za pregled svih mostova. Pregled obavlja 14 timova po dva inženjera. Od 2008. – 2010. na državnim cestama evidentirano je 1160 mostova raspona većeg od 5 m [20].

Zbog nove kategorizacije cesta, 2012. godine evidentirano je 823 mosta. 723 grednih, od toga 587 s armiranobetonskim glavnim nosačima, 113 s betonskim prednapetim glavnim nosačima i 18 s glavnim nosačima izgrađenim od drugih materijala (uglavnom čeličniglavni nosači) [20].

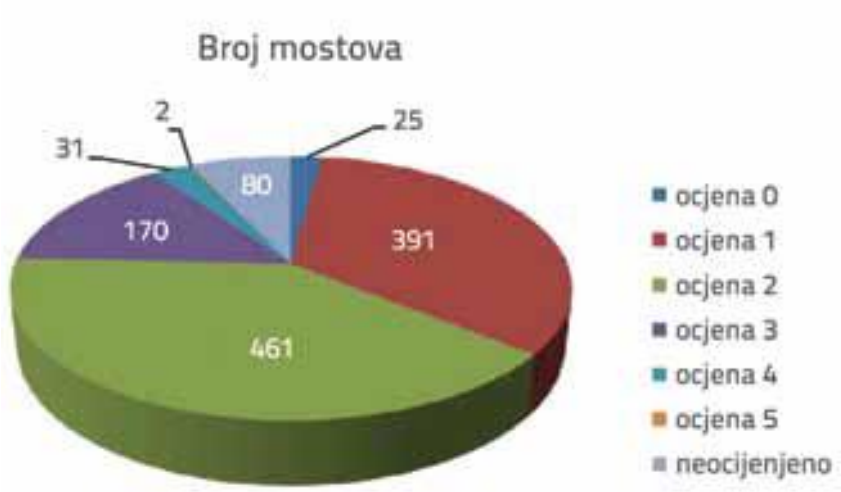
Pregled velikog broja mostova obavljen je u sklopu Katastra mostova sredinom osamdesetih godina prošlog stoljeća. Tom su prilikom mostovi ocijenjeni na osnovi vizualnih pregleda, prema opisnoj ljestvici stupnjevanoj sa: dobar – manje oštećen - znatnije oštećen – potreban je potpuniji pregled – dotrajao. Vrijedeća metodologija ocjenjivanja mostova koristi ljestvicu sa šest stupnjeva: od 0, što znači da na mostu ili elementu mosta nema oštećenja, do 5, što znači da su uočena velika oštećenja. Tijekom općeg pregleda mostova ocjenjuje se 13 standardnih elemenata mostova na temelju čega se donosi opća ocjena mosta.

U tablici 4. prikazano je 12 elemenata, jer su kategorijski dvije ocjene: za kolnik i za hodnik svedene na jednu: D1 kolnik + hodnik. Razdioba mostova po općim ocjenama 2010. godine prikazana je na slici 6 [20].

Tablica 4. Oznake elemenata mostova koji se ocjenjuju u sklopu sustava gospodarenja državnim cestama poduzeća Hrvatske ceste, s prosječnim ocjenama (2010.)

Skupine elemenata	**Elementi mostova**	**Prosječne ocjene**
A	Prilazi i čunjevi	1,8
B Donji ustroj	B.1. Temelji upornjaka i stupova	1,6
	B.2. Upornjaci	1,6
	B.3. Stupovi	1,4
C Gornji ustroj	C.1.1. Glavni nosači	1,6
	C.1.2. Rasponski sklop	1,6
	C.2. Prijelazne naprave	2,2
	C.3. Ležajevi	1,4
D Oprema	D.1. Kolnik + hodnik	1,9
	D.2.1. Odbojna ograda	2,0
	D.2.2. Pješačka ograda	2,0
	D.3. Ostalo	2,0
Most općenito		1,8

Izvor:[20]



Slika 6. Ocjene mostova na državnim cestama Republike Hrvatske – stanje 2010. godine
Izvor: [20]

Kao što je i prikazano, na autocestovnoj mreži u sustavu naplate uveden je Sustav gospodarenja građevinama. Bitna razlika između sustava HRMOS i SGG je u tome što se HRMOS više oslanja na kvalitetu prosudbe vršitelja pregleda koji ocjenjuje elemente mosta, dok SGG predviđa postupke opažanja i bilježenja oštećenja unošenjem prikupljenih podataka u računalo koje određenim algoritmima dolazi do ocjene elemenata mosta [20].

5. PREGLED I ANALIZA SUSTAVA ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U SVIJETU

Kao primjer pregleda i analize sustava održavanja cestovne infrastrukture u svijetu uzet će se Republika Irska koja je brojem stanovnika gotovo jednaka Hrvatskoj iako je površinom veća za oko 15 000 km^2. Razlog analiziranja cestovne infrastrukture Republike Irske je i u tome što Hrvatska i Irska imaju približno jednaku duljinu autocesta te se mogu međusobno uspoređivati.

Irska je pretežno nizinska, sa samo 15-ak % teritorija iznad 200 m n. m. Klima je pod izrazitim utjecajem oceana koji ni od jedne točke nije udaljen više od 110 km, svježa, s dosta padalina i malo sunčanih dana. Siječanjske temperature, zahvaljujući Golfskoj struji, uglavnom se kreću 4–7 °C. U Hrvatskoj prosječne siječanjske temperature iznose -2°C do 0°C za panonsku Hrvatsku, za gorsku Hrvatsku temperature su niže od -2°C, dok gradovi na obali imaju srednju siječanjsku temperaturu od 5, 6 ºC za Rijeku do 9 ºC za Dubrovnik.

Ljeti zapadni vjetrovi s oceana donose svježinu, pa su srednje kolovoške temperature većinom 14–16 °C. Srednje srpanjske temperature u Hrvatskoj iznose za gorsku Hrvatsku od 15 do 20 ºC, kontinentalna nizinska od 18-22 ºC, a primorska od 22 do 24 ºC [21]. Padalina ima tijekom cijele godine, u prosjeku oko 1500 mm dok je u Hrvatskoj prosjek padalina 800 – 1000 mm. Dijelovi nizina u unutrašnjosti i istočna obala primaju i manje od 1000 mm, a zapadnim vjetrovima izložene padine planina na zapadnoj obali i 2500 mm [22].

Klima je veoma bitan čimbenik za izgradnju, upravljanje i održavanje cestovne infrastrukture.

Prema Zakonu o cestama iz 1993. (Roads Act 1993), primarna funkcija Državne uprave za ceste (National Roads Authority, dalje: NRA, od 5. kolovoza 2015. Transport Infrastructure Ireland, dalje TII) je osigurati pružanje sigurne i učinkovite mreže državnih cesta. U tu svrhu, sveukupna odgovornost pada na planiranje, upravljanje te nadzor nad izgradnjom i održavanjem cesta.

Mreža državnih cesta sastoji se od 5 415 kilometara cesta, od koji 2 739 kilometara otpada na Državne primarne ceste (National Primary Road), a ostalih 2 676 kilometara otpada na Državne sekundarne ceste. Državne primarne ceste označene su slovima M1 do M50, uključujući i N ceste, a Državne sekundarne ceste označene su slovima N51 do N87. Unutar nacionalne cestovne mreže duljina autocesta s naplatom iznosi 1 224 kilometara, od toga 328 kilometara autocesta upravljano je preko javno-privatnog partnerstva, a 744 kilometara upravljano je direktno od Državne uprave za ceste kroz Ugovore za održavanje autocesta. Preostalih 152 kilometara preuzela je lokalna samouprava te ona upravlja tim dijelom autocesta [23].

Usluge održavanja uključuju:

- Rutinsku kontrolu i održavanje cjelokupne imovine uključujući kolnik, odvodnju, objekte, mostove te opremu ceste (prometnu signalizaciju te zaštitne ograde),
- Odaziv na incidente na mreži, uključujući hitne slučajeve te popravak oštećenih dijelova ceste,
- Odgovore na sve zahtjeve vremenskih neprilika te zimsku službu održavanja,
- Prikupljanje i procesiranje informacija o imovini unutar sustava za upravljanje zalihama,
- Poduzimanje radove poboljšanja, rehabilitacije i obnavljanja cesta [23].

Nadzor i održavanje kolnika

Kako bi se identificirali oštećeni dijelovi kolnika koji se trebaju sanirati, na teren se izvode posebni strojevi za mjerenje podataka:

- longitudinalne i transverzalne ravnosti kolnika,
- otpora na zanošenje (klizanje) i teksture kolnika,
- oštećenog kolnika [23].

Stanje cesta se istražuje posebno opremljenim vozilima:

- ARAN - Automatic Road Analyser

Ravnost i tekstura kolnika mjerena je ARAN-om koji se kreće brzinom kako je definirano znakom ili uvjetima prometnog toka te u isto vrijeme s video kamerom snima kolnik radi vizualnih pregleda.

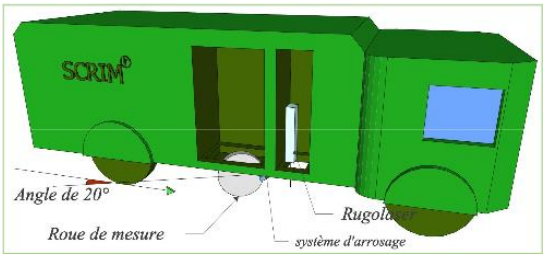


Slika 7. Suvremeno ARAN vozilo za mjerenje kolnika

Izvor: [24]

- SCRIM - Sideways Coefficient Routine Investigation Machine

Otpor na zanošenje (klizanje) mjeri se sa SCRIM-om.



Slika 8. Simulacija SCRIM vozila za mjerenje otpora klizanja

Izvor: [25]

- FWD - Falling Weight Deflectometer

Strukturno stanje prioritetnih kolnika mjeri se sa FWD-om u svrhu utvrđivanja najpovoljnije strategije održavanja dionice.



Slika 9. FWD vozilo za mjerenje stanja kolnika

Izvor: [23]



Slika 10. Suvremeno FWD vozilo za mjerenje stanja kolnika

Izvor: [26]

Podaci o stanju cesta dobiveni od strane posebno opremljenih vozila kombiniraju se sa podacima koje su prikupili cestovni ophodari u svrhu utvrđivanja prioriteta za održavanje cesta. Informacije se dostavljaju nadležnim ustanovama za ceste kako bi se programi održavanja unaprijed planirali [23].

Zimska služba održavanja

Transport Infrastructure Ireland u suradnji sa lokalnim vlastima odgovorna je za vise od 5 000 kilometara Državnih primarnih i sekundarnih cesta. Primarni cilj je održavati ceste sigurne i protočne tijekom zimskih nepogoda. Ceste se posipavaju solju prije nego što padne snijeg [23].

Konstantno se nastoji poboljšati usluga zimske službe. Međutim, TII i lokalne vlasti nemaju zakonsku obvezu soliti cestu radi sprečavanja smrzavanja prometnice. Prioritet imaju ceste sa povećanom gustoćom prometa kao što su autoceste, ceste s dva traka te ostale primarne i sekundarne ceste kako bi se povećala korist za sudionike u prometu. Sezona zimske službe počinje u studenom te traje do ožujka ali se usluga zimskog održavanja pruža ovisno o potrebama i izvan tog vremena [23].

Vrijeme soljenja ovisi o vremenskoj prognozi. Točno predviđanje temperature kolnika i vlažnosti kolnika od kritične su važnosti kada su uvjeti marginalni odnosno kada su temperature blizu nule. Vremenske prognoze su 85 % točne. To može značiti da 10 dana snijeg nije prognoziran, a on će ipak padati. Također, moguće su i značajne lokalne promjene vremena koje su teško predvidljive. Vremenske prognoze služe kao vodič, a lokalne vlasti i njezini stručnjaci trebali bi znati kada obaviti potrebno soljenje [23].

Mostovi i tuneli

Godine 2001. uveden je Eirspan sustav upravljanja mostovima za koordinirano i integrirano obavljanje inspekcija, popravaka i obnova kako bi se osiguralo optimalno upravljanje objektima. Prema Zakonu o cestama iz 1993. (Roads Act 1993), primarna funkcija Državne uprave za ceste (Transport Infrastructure Ireland, dalje: TII) je osigurati pružanje sigurne i učinkovite mreže državnih cesta. U tu svrhu, sveukupna odgovornost pada na planiranje, upravljanje te nadzor nad izgradnjom i održavanjem cesta. Odgovornost za održavanje „ne-državnih“ cesta preuzelo je Ministarstvo okoliša [27].

Eirspan sustav uključuje upravljanje mostovima raspona većim od 2,0 metara na Državnim primarnim i sekundarnim cestama. U početku su u sustav bili uključeni i potporni zidovi, no očito je bilo da bi bilo više potpornih zidova nego mostova stoga je TII odlučio u sustav staviti samo mostove, a onda bi na temelju istraživanja i pregleda u održavanje bili uključeni i potporni zidovi [27].

Organizacija održavanja podijeljena je na tri regije. Upravitelj održavanja pojedine regije odgovoran je za prikupljanje strukturnih podataka, upravljanje inspekcijama i programima redovnog održavanja te upravljanje popravcima i obnovi mostova u svojoj regiji. Nadalje, svaka regija podijeljena je na lokalnu samoupravu koja je odgovorna za rutinske inspekcije i osiguranje redovnog održavanja. TII osigurava potrebna sredstva za redovno održavanje [27].

Eirspan sustav upravljanja mostovima sadrži mnogo aktivnosti potrebnih za učinkovito upravljanje kao što su:

- prikupljanje informacija,
- obavljanje pregleda i svrstavanje radova koji su već obavljeni,
- planiranje radova koje treba izvesti [27].

Cilj prikupljanja informacija je kako bi se korisniku sustava omogućio uvid u pojedine, zasebne građevine kao i u cjelokupnu građevinu. Odabrani podaci sadrže ime, identifikacijski broj, lokaciju građevine, vrstu prepreke koju građevina prelazi (cestu, rijeku, željeznicu,...), datum izgradnje, datum rekonstrukcije, vrstu infrastrukture i suprastrukture, geometrijske značajke (duljina, širina, kosine, vertikalne razmake,...) te detalje komponenata (vrsta ležaja, ograda te dilatacijskih naprava). Podaci se mogu koristiti za pregled izvještaja kao npr. broj mostova u pojedinoj regiji ili broj vertikalnih razmaka na određenoj cesti [27].

Vizualni pregled

Vizualni pregled je sustavni pregled svih dostupnih dijelova građevine. Svrha je procijeniti kada će biti potrebno izvođenje rekonstrukcije, praćenje redovnog održavanja te praćenje promjena u strukturi cjelokupne građevine. Ocjenjivanje se obavlja na svih 13 dijelova mosta (kolnik, dilatacijske naprave, pločnik, zaštitne ograde, pokose nasipa i usjeka, krilni zidovi, nosači, stupovi, ležajevi, ploče, poprečne nosače, riječna korita, te ostale elemente).

Ocjenjivanje mosta vrši se brojevima od 0 (nema oštećenja) do 5 (značajno oštećenje ili postoji mogućnost značajnog oštećenja). Svako oštećenje se bilježi, također bilježi se i svaka potrebna ponovna inspekcija i pregled. Bilježi se i kvantiteta radova, troškovi te godina izvršenja predloženog popravka. Digitalne fotografije koje nadopunjuju opise štete također su pohranjene u sustavu. Nadzorni inženjer ocjenjuje stanje i prati da li se redovno održavanje izvodi u skladu s tehničkim propisima te također procjenjuje vrijeme završetka radova [27].

Radovi redovnog održavanja obavljaju se u vremenskim intervalima, a uključuju radove kao što su čišćenje kolnika, uklanjanje raslinja, čišćenje i održavanje odvodnje te izvršenje radova na zidanim građevinama. Odgovornost za obavljanje radova redovnog održavanja leži na lokalnim vlastima. Pregled se vrši jednom godišnje. Tijekom pregleda inženjer pregledava sve vidljive dijelove građevine te bilježi sva oštećenja i donosi odluku treba li se provesti vizualni pregled koji bi donio jedinstvenu i objektivniju ocjenu građevine. Inženjer dolazi do podataka radova koji su se obavljali ranije na toj građevini te tako lakše odlučuje o radovima koji će se tek izvesti. Ispisani popis šalje izvođačima radova. Izvršeni radovi su uneseni u bazu podataka te se šalju regionalnom upravitelju mosta koji pregledava izvršene radove te preporučuje i moguća poboljšanja u cilju smanjivanja troškova [27].

6. NAČINI MJERENJA I INSPEKCIJE STANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE

6.1. NAČINI MJERENJA I INSPEKCIJE STANJA KOLNIKA

U hrvatskoj cestogradnji još se uvijek projektira i izvode radovi sukladno Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama OTU/2001, kojima su propisani uvjeti izvedbe radova i kontrole kvalitete materijala. Ako se tehničkim uvjetima predvide neki radovi koji nisu obuhvaćeni OTU, projektant ima pravo sastaviti posebne tehničke uvjete PTU. Opći tehnički uvjeti propisuju minimalne zahtjeve kakvoće za materijale, proizvode i radove. Sadrže i tehničke uvjete izvođenja, osiguranja i kontrole kakvoće izvedenih radova. Uz OTU treba spomenuti i Tehničke uvjete za asfalterske radove održavanja kolničkih konstrukcija na autocestama TU 2004 i Tehničke uvjete za izvanredno održavanje cesta. Primjena istih uvjeta obavezna je ako je tako definirano u projektnoj dokumentaciji [28].

Zakonom o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07, 38/09, 55/11, 90/11, 50/12) regulirane su obveze sudionika u gradnji o provođenju kontrole tijekom izgradnje cesta.

Treba spomenuti i ostale zakone i pravilnike koji reguliraju cestogradnju u Hrvatskoj, a to su:

- Zakon o arhitektonskim i inženjerskim poslovima i djelatnostima u prostornom uređenju i gradnji (»Narodne novine«, br. 152/08., 124/09., 49/11. i 25/13.) koji je prestao važiti 24. srpnja 2015. te ga je zamijenio Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15).
- Pravilnik o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode (NN 103/08)
- Pravilnik o nadzoru građevnih proizvoda (NN 113/08)
- Pravilnik o suglasnosti za započinjanje obavljanja djelatnosti građenja (NN43/09)
- Pravilnik o uvjetima i načinu vođenja građevnog dnevnika (NN 6/00) [28].

Da bi se osigurala kvaliteta tijekom izvođenja radova potrebno je provest niz procedura ispitivanja materijala i ugrađenih slojeva koji se provode u svrhu dobivanja završne kolničke konstrukcije koja u potpunosti zadovoljava propisane uvjete.

Investitorsku kontrolu kvalitete obavlja naručitelj građevine tj. investitor u svrhu provjere kvalitete materijala i radova. Za provedbu kontrole izvodi se pokusna dionica te se uzimaju paralelni uzorci. Laboratorij koji izvodi kontrolna ispitivanja mora biti akreditiran prema HRN EN/ISO 17025, a osoblje mora imati položene stručne ispite za obavljane poslova ispitivanja [30]. Rezultati prikupljeni tijekom ispitivanja sirovina, materijala, izvedenih slojeva te proizvedene asfaltne mješavine u okviru izvođačke i investitorske kontrole služe za ocjenu kvalitete izvedenih radova. Na osnovi tih rezultata nadzorni inženjer izrađuje izvještaj s ocjenom kvalitete [28].

Program kontrole kakvoće materijala i radova provodi se prema unaprijed definiranim shemama ispitivanja sirovina i materijala u okviru izvođačke i investitorske kontrole kvalitete koji predlaže izvođač radova, ovjerava investitor ili njegov nadzorni inženjer.

Na složenijim građevinama poput autoceste ili ceste s velikim prometnim opterećenjem, prije početka kontinuiranog izvođenja radova, predviđa se izvedba pokusne dionice. Lokaciju, veličinu pokusne dionice te broj strojeva i režim rada strojeva predlaže izvođač, a ovjerava nadzorni inženjer. Pokusna dionica služi kao dokaz da se sa izabranim materijalima, određenim strojevima te tehnologijom ugradbe mogu izraditi slojevi kolničke konstrukcije sukladno projektom ili tehničkim uvjetima (OTU/2001, TU/2004) [28].

Ukoliko su rezultati ispitivanja koje je provelo ovlašteno tijelo sukladni rezultatima Izvještaja o pokusnoj dionici, nadzorni inženjer će ovjeriti izvođačev Izvještaj o pokusnoj dionici i odobriti početak kontinuirane proizvodnje, a ako pak rezultati pokusne dionice nisu sukladni propisanim zahtjevima kakvoće iz projekta ili tehničkih uvjeta, izvođač će izvesti novu dionicu i prethodnu sanirati o vlastitom trošku. Po završetku radova rezultati se prikazuju u pisanom obliku. Nadzorni inženjer preuzima rezultate ispitivanja te na temelju istih donosi konačnu ocjenu o kakvoći izvedenog sloja. Sve moguće manjkavosti izvođač sanira o svom trošku, uključujući i sva dodatna mjerenja [28].

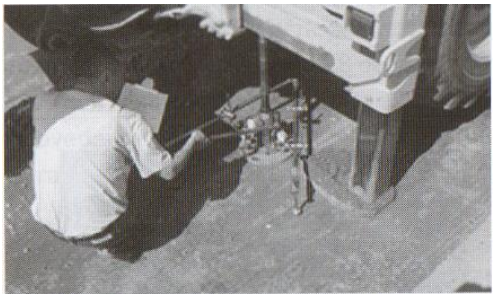
6.1.1. MEHANIČKI ZBIJENI NOSIVI SLOJ – MNS

Prije nego što se krene sa izvođenjem nosivih slojeva od nevezanog mehanički stabiliziranog kamenog materijala potrebno je prethodno provesti ispitivanje materijala s ocjenom pogodnosti koje služi kao dokaz upotrebljivosti materijala za izradu nosivog sloja. Izvještaj o pogodnosti, uz opći dio, mora sadržavati rezultate laboratorijskih ispitivanja:

- granulometrijski sastav (udio zrna manjih od 0,02 mm, promjer najvećeg zrna, stupanj neravnomjernosti),
- gustoću, vlažnost, prostornu masu i upijanje vode,
- oblik zrna kamenih agregata, određivanje slabih zrna, postojanost prema mrazu natrijevim sulfatom,
- otpornost prirodnog i drobljenog agregata na drobljenje i habanje postupkom „Los Angeles“,
- približno određivanje zagađenosti organskim tvarima, određivanje sagorljivih i organskih tvari, određivanje lakih čestica,
- optimalni udio vode prema normi i kalifornijski indeks nosivosti,
- prirodni šljunak i drobljeni kameni materijal, te mineraloško-petrografski sastav [28].

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju:

- ispitivanje modula stišljivosti kružnom pločom 300 mm ili dinamičkom pločom, ili stupnja zbijenosti volumometrom u odnosu na maksimalnu zbijenost po modificiranom Proctorovom postupku, ili nuklearnim denzimetrom,
- ispitivanje granulometrijskog sastava,
- ispitivanje ravnosti površine sloja letvom od 4 m, na svakom poprečnom profilu ili prema zahtjevu nadzornog inženjera, i ispitivanje sloja po visini, položaju i nagibu geodetskim snimanjem [28].



Slika 11. Ispitivanje modula stišljivosti kružnom pločom promjera 300mm

Izvor: [28]



Slika 12. Ispitivanja dinamičkom pločom

Izvor: [28]

6.1.2. NOSIVI SLOJ OD ZRNATOG KAMENOG MATERIJALA STABILIZIRANOG HIDRAULUČNIM VEZIVOM – CNS

U svrhu dobivanja kvalitetnog hidrauličnim vezivom stabiliziranog nosivog sloja kolničke konstrukcije provode se slijedeće aktivnosti:

1. Prethodno ispitivanje svih sastavnih materijala s ocjenom pogodnosti, izradu dokaznog radnog sastava i izradu pokusne dionice,
2. Ispitivanja koja se provode u okviru tekućih i kontrolnih ispitavanja, a koja se razlikuju po vrsti, opsegu i učestalosti ispitivanja, a ispituje se:
    - tlačna čvrstoća na ispitnim tijelima izrađenim od svježe stabilizacijske mješavine,
    - stupanj zbijenosti svježe ugrađenoga sloja u odnosu na zbijenost po Proctorovom postupku,
    - granulometrijski sastav zrnatog kamenog materijala,
    - osnovni parametri koji određuju kakvoću veziva,
    - ravnost, točnost profila i debljina ugrađenog sloja na svakom poprečnom profilu ili prema odluci nadzornog inženjera,
3. Održavanje izvedenog sloja [28].

Na osnovi rezultata tekućih i kontrolnih ispitivanja, a koja zadovoljavaju iznose zahtjevane projektom, nadzorni inženjer donosi konačnu ocjenu. Kakvoća stabilizacijske mješavine ocjenjuje se ovisno o prometnom opterećenju, a prema postignutoj tlačnoj čvrstoći koja se dobije nakon 7 odnosno 28 dana. Izvještaj mora sadržavati sve opće podatke i rezultate provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja [28].

6.1.3. ASFALTERSKI RADOVI – PRIJE I TIJEKOM IZVOĐENJA RADOVA

Aktivnosti prije početka izvođenja asfalterskih radova

- Prethodno ispitivanje upotrebljivosti materijala,
- Izrada prethodnog i radnog sastava (dokazivanje proizvodnje) asfaltne mješavine,
- Izrada pokusne dionice (dokazivanje ugradnje) i izrada programa kontrole kakvoće materijala i radova.

Pokusna dionica služi kao dokaz da se sa asfaltnom mješavinom proizvedenom prema radnom sastavu, uz odgovarajuću tehnologiju ugradbe, može izraditi asfaltni sloj propisane kakvoće. Na pokusnoj dionici se ispituje:

- sastav i fizikalno-mehanička svojstva asfaltne mješavine na najmanje jednom paralelnom uzorku,
- stupanj zbijenosti, udio šupljina i debljinu izvedenog asfaltnog sloja na originalnim uzorcima koje je prethodno ispitao izvođač.

Na temelju rezultata izvođač izrađuje izvještaj o pokusnoj dionici, te u slučaju da se rezultati koje je napravilo ovlašteno tijelo ne podudaraju s rezultatima koje je izvođač naveo u izvještaju odnosno s propisanim zahtjevima iz projekta ili ugovorenih tehničkih uvjeta, izvođač mora izvesti novu pokusnu dionicu, a prethodnu sanirati o vlastitom trošku [28].

Aktivnosti tijekom izvođenja asfalterskih radova

Aktivnosti tijekom izvođenja asfalterskih radova dijele se na tekuća ispitivanja i kontrolna ispitivanja.

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju: ispitivanje kakvoće sastavnih materijala za izradu asfaltne mješavine, ispitivanje proizvedene asfaltne mješavine i ispitivanje ugrađene asfaltne mješavine. Prilikom preuzimanja materijala izvođač je dužan napraviti ispitivanja materijala i dokaz priložiti nadzornom inženjeru.

Sastavni materijali su:

- kamena sitnež i separirani ili djelomično separirani kameni materijal,
- drobljeni i prirodni pijesak,
- kameno brašno i povratno kameno brašno,
- cestograđevni bitumen ili polimerom modificirani bitumen (PmB),
- bitumenska ili polimerna emulzija za sljepljivanje slojeva,
- polimerna emulzija ili PmB za mikroasfalt i površinsku obradu [28].

Sukladno normi EN 12697-13 izvođač je dužan kontrolirati temperaturu asfaltne mješavine svakih sat vremena tijekom proizvodnje, a prema normi EN 12967-28 se vrši ispitivanje. Tijekom izvedbe kontrolira se:

- temperatura asfaltne mješavine te stupanj zbijenosti ugrađene asfaltne mješavine nerazornom metodom,
- debljina, povezanost, ravnost i visina sloja [28].

Nakon što je sloj izveden, geodetskim snimkom se snima cijeli sloj (visina, položaj) te se snimaju karakteristične točke na svakih 50 m: os, lijevi i desni rub sloja.
Sve aktivnosti i kao i rezultate ispitivanja prikazane su u pisanom izvještaju [28].

Osnovni cilj svih aktivnosti ispitivanja kakvoće materijala da se dobiju što realniji, objektivniji i pouzdaniji rezultati proizvedene i ugrađene asfaltne mješavine te da se na temelju tih saznanja objektivno vrednuju izvedeni radovi. Ni s tehničke, niti s ekonomske strane nije ispravno asfalt, koji u nekim svojim segmentima ne zadovoljava propise, proglasiti potpuno nevaljanim. Ispravno je stupnjevano vrednovati asfalterske radove, ovisno o stupnju odstupanja. Konačnu ocjenu radova donosi nadzorni inženjer na temelju ispitanih rezultata. Ocjena kakvoće proizvedene asfaltne mješavine donosi se na temelju rezultata kontrolnog ispitivanja sastava i svojstva, a ocjena kakvoće izvedenog asfaltnog sloja donosi se na temelju rezultata kontrolnih ispitivanja fizikalno – mehaničkih svojstva sloja [28].

Ocjenjivanje stanja oštećenosti kolnika

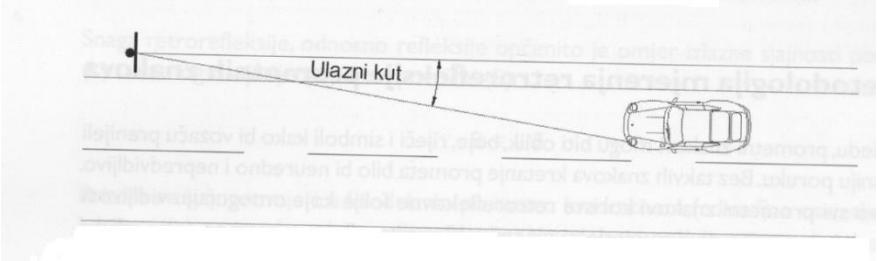
OCJENA 0 – kolnici bez oštećenja ili sa lokalnim oštećenjima na površini manjoj od 30 %
OCJENA 1 – mrežaste pukotine na kolniku od 30 % – 40 % ukupne površine kolnika, zatim ulegnuća i neravnost kolnika
OCJENA 2 – mrežaste pukotine na kolniku od 40 % - 50 % od ukupne površine kolnika, zatim ulegnuća i neravnost kolnika
OCJENA 3 - mrežaste pukotine na kolniku od 50 % - 70 % od ukupne površine, sa izraženim većim napuklinama, i mjestimičnim udarnim rupama, zatim ulegnuća i neravnine
OCJENA 4 – mrežaste pukotine na kolniku 70 % - 80 % od ukupne površine sa većim površinama razorenog kolovoznog zastora, zatim veća ulegnuća i denivelacije kolnika
OCJENA 5 – mrežaste pukotine na kolniku preko 80 % ukupne površine sa potpunim uništenjem kolovoznog zastora na cijeloj širini kolnika, prema propisima ovakovi kolnici smatraju se neprohodnim [29].

6.2. NAČINI MJERENJA I INSPEKCIJE STANJA HORIZONTALNE I VERTIKALNE PROMETNE SIGNALIZACIJE

6.2.1. VERTIKALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA

Gotovo svi prometni znakovi koriste retroreflektivne folije koje omogućuju bolju vidljivost znaka noću, na način da se dio svjetlosti reflektira od znaka prema očima vozača. Znakovi bi se trebali provjeravati jedanput godišnje radi provjere retrorefleksije. Poželjno je provjeravati znakove noću zbog boljeg utvrđivanja nedostataka na znaku koja se ne bi mogla uočiti tijekom dnevnog svjetla. Kada govorimo o provjeri prenosivim uređajima, koji koriste vlastiti izvor svjetlosti i fotoreceptor, provjeru je bolje raditi danju. Uređaje je potrebno redovno kalibrirati [30].

Geometriju bi trebalo odabrati tako da odgovara vrijednostima sukladno nacionalnim specifikacijama. Ulazni kut od 5°, te kut gledanja 0,33°. Ulazni kut određuje se položajem znaka uz rub ceste i geometrijom nadolazećeg vozila te on predstavlja kut koji se formira izzmeđu svjetlosne zrake koja pada na površinu znaka i linije koja izlazi okomito od površine.



Slika 13. Ulazni kut za znak sa strane ceste

Izvor: [30]

Kut gledanja je kut između ulazne zrake svjetlosti i reflektirane zrake svjetlosti i funkcija je visine vozačevog oka u odnosu na prednja svjetla vozila. Optimalni kut mora biti nula, ali to nije moguće pošto su vozačeve oči na većoj visini nego farovi vozila. Svaka boja prometnog znaka mjeri se tri puta. Kao vrijednost retrorefleksije navodi se prosjek sva tri mjerenja [30].



Slika 14. Kut gledanja

Izvor: [30]

Na svim mjernim mjestima prikupljaju se i sljedeći podaci:

- vrsta, naziv, šifra, grafički prikaz znaka,
- oblik, dimenzije i odstupanje, boja (podloge, ruba i simbola),
- način postave, pričvršćenja,
- visina znaka, udaljenost od ruba, vrsta podloge,
- način konstrukcije, datum postave,
- podaci o proizvođaču i postavljaču znaka,
- klasa retrorefleksije, podaci o proizvođaču retroreflektivne folije,
- odnos najmanjih dopuštenih i izmjerenih koeficijenata retrorefleksije [30].

Minimalni početni koeficijent retrorefleksije R_A ($cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$) mjeren u skladu s europskim normama ranije navedenim u poglavlju 2. mora odgovarati vrijednostima iz tablice 5., 6., 7 [30].

Tablica 5. Koeficijent retrorefleksije RL:klase I jedinice $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$

Geometrija mjerenja		**Boja**							
α	β1 (β_2=0)	bijela	žuta	crvena	zelena	plava	smeđa	narančasta	siva
12'	+5°	70	50	14.5	9	4	1	25	42
	+30°	30	22	6	3.5	1.7	0.3	10	18
	+40°	10	7	2	1.5	0.5	#	2.2	6
20'	+5°	50	35	10	7	2	0.6	20	30
	+30°	24	16	4	3	1	0.2	8	14.4
	+40°	9	6	1.8	1.2	#	#	2.2	5.4
2'	+5°	5	3	1	0.5	#	#	1.2	3
	+30°	2.5	1.5	0.5	0.3	#	#	0.5	1.5
	+40°	1.5	1.0	0.5	0.2	#	#	#	0.9
# označava „vrijednost veća od nule ali nije značajna ili nije primjenjiva									

Izvor: [30]

Tablica 6. Koeficijent retrorefleksije RL:klase II jedinice $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$

Geometrija mjerenja		**Boja**								
α	β1 (β_2=0)	bijela	žuta	crvena	zelena	tamno zelena	plava	smeđa	narančasta	siva
12'	+5°	250	170	45	45	20	20	12	100	125
	+30°	150	100	25	25	15	11	8.5	60	75
	+40°	110	70	15	12	6	8	5	29	55
20'	+5°	180	120	25	21	14	14	8	65	90
	+30°	100	70	14	12	11	8	5	40	50
	+40°	95	60	13	11	5	7	3	20	47
2'	+5°	5	3	1	0.5	0.5	0.2	0.2	1.5	2.5
	+30°	2.5	1.5	0.4	0.3	0.3	#	#	1	1.2
	+40°	1.5	1.0	0.3	0.2	0.2	#	#	#	0.7
# označava „vrijednost veća od nule ali nije značajna ili nije primjenjiva										

Izvor: [30]

Tablica 7. Koeficijent retrorefleksije RL:klase III jedinice $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$

Geometrija mjerenja	**Boja**						
α	β1 (β_2=0)	bijela	žuta	crvena	zelena	plava	narančasta
10'	+5°	850	550	170	85	55	260
	+20°	600	390	120	60	40	130
	+30°	425	275	85	40	28	95
20'	+5°	625	400	125	60	40	140
	+20°	450	290	90	45	30	100
	+30°	325	210	65	30	20	70
33'	+5°	425	275	85	40	28	95
	+20°	300	195	60	30	20	65
	+30°	225	145	45	20	15	49

Izvor: [30]

6.2.2. HORIZONTALNA PROMETNA SIGNALIZACIJA

Prema tehničkim uvjetima Hrvatskih cesta d.o.o. (Smjernice i tehnički zahtjevi za izvođenje radova na obnavljanju oznaka na kolniku – Horizontalna signalizacija) ispitivanja koja se provode radi osiguranja propisane kvalitete jesu:

- prethodna ili ispitivanja pogodnosti,
- tekuća,
- kontrolna,
- dodatna kontrolna ispitivanja,
- arbitražna,
- ispitivanja prije isteka jamstva [30].

a) Prethodna ispitivanja podrazumijevaju kontrolu materijala koji se namjeravaju koristiti za izvođenje radova. Izvođač je dužan naručitelju radova dostaviti „Certifikat“ o pogodnosti sustava za označavanje priznat o europskih institucija za certificiranje građevnih proizvoda iz područja oprema na cestama [30].

b) Tekuća ispitivanja izvoditelj radova provodi kontinuirano tijekom izvođenja radova sukladno pripadajućim normama, a obuhvaćaju:

- ispitivanja debljine vlažnog i suhog sloja, sloja plastične mase ili traka za oznake na kolniku, uzorak se vrši na probnim pločicama svakih 5 000 m,
- ispitivanje dnevne i noćne vidljivosti u suhim uvjetima, noćne vidljivosti u vlažnim uvjetima i otpornosti na klizanje izražene kao SRT vrijednosti sukladno njemačkom propisu ZTV M 02,
- ispitivanje geometrije oznaka na kolniku u smisli izvedene širine i duljine oznake na svakih 5 000 m.

c) Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju:
- kontrolna ispitivanja prije izvođenja oznaka,
- kontrolna ispitivanja za vrijeme izvođenja oznaka,
- kontrolna ispitivanja gotovih oznaka.

d) Dodatna kontrolna ispitivanja provode se u slučaju graničnih vrijednosti rezultata kontrolnih ispitivanja.

e) Arbitražno ispitivanje jest ponavljanje kontrolnih ispitivanja, a provodi se ako postoji opravdana sumnja da ono nije provedeno na odgovarajući način [30].

f) Ispitivanja prije isteka jamstva provode se radi utvrđivanja kvalitete izvedenih oznaka za vrijeme trajanja jamstvenog roka, a obuhvaćaju:
- ispitivanje dnevne i noćne vidljivosti u suhim uvjetima, noćne vidljivosti u vlažnim uvjetima i otpornosti na klizanje izražene kao SRT vrijednosti sukladno njemačkom propisu ZTV M 02,
- otpornost na habanje,
- ispitivanje otpornosti na klizanje svakih 10.000 m (posebno za razdjelne i rubne crte) [30].

Retroreflektivna svojstva cestovnih oznaka na kolniku od presudnog su značenja i predstavljaju jedan od osnovnih čimbenika povećanja sigurnosti prometa na cestama te predstavljaju najznačajniji tip ispitivanja. Ispitivanja se provode na dva načina:
- metodom statičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku,
- metodom dinamičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku [30].

Metoda statičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku

ZEHTNER ZRM 6014 je uređaj s kojim se mogu obavljati statička mjerenja retrorefleksije oznaka na kolniku prema Europskoj normi EN 1436, Materijali za oznake na kolniku – Značajke nužne za korisnike. Dnevna vidljivost izražena je modulom Qd i mjerena u $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$, pod kutom od 2,29° na udaljenosti 30 m i predstavlja vrijednost difuznog raspršenog svjetla.

Noćna vidljivost izražena je koeficijentom RL i mjerena $mcd \cdot m^{-2} \cdot lx^{-1}$. Uređaj mjeri retrorefleksiju pod kutom od 2,29°, kutom ulaznog svjetla od 1,24° pri udaljenosti od 30 m [30].

Metoda dinamičkog ispitivanja retrorefleksije oznaka na kolniku

Dinamička ispitivanja vrše se ZEHTNER 6020 uređajem koji je ugrađen na mjerno vozilo te je na taj način omogućeno kontinuirano mjerenje duž cijele dionice. Uređaj se može montirati sa lijeve i desne strane te je tako omogućeno mjerenje središnjih i rubnih crta.

Princip ispitivanja isti je kao i kod statičkog mjerenja. Dodatno uređaj može mjeriti temperaturu, brzinu vožnje, vlažnost zraka.

Ispitivanje se obavlja tako da se vozilo kreće po kolniku te očitava koeficijent retrorefleksije oznaka na kolniku uz koje se kreće. Tijekom vožnje potrebno je voditi računa da se oznake na kolniku uvijek nalaze u zoni mjerenja koja za uređaj ZDR 6020 predstavlja širinu 50 cm i dužinu 100 cm [30].



Slika 15. Uređaj za ispitivanje retrorefleksije oznaka na kolniku

Izvor: [30]

7. PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA POSTOJEĆEG SUSTAVA ODRŽAVANJA CESTOVNE INFRASTRUKTURE U HRVATSKOJ

Obzor 2020. *(Horizon 2020)* novi je program Europske unije za istraživanje i inovacije za razdoblje od 2014. do 2020. godine koji objedinjuje aktivnosti Sedmog okvirnog programa *(FP7),* inovacijske aspekte Programa za konkurentnost i inovacije *(CIP)* i EU doprinos Europskom institutu za inovacije i tehnologiju *(EIT).* Obzor 2020. će doprinijeti ostvarivanju ciljeva ključnih strateških dokumenata Europske unije vezanih za istraživanje, tehnologijski razvoj i inovacije, Europa 2020. i Unija inovacija (Innovation Union) te izgradnji Europskog istraživačkog prostora *(European Research Area)* [31].

Glavni cilj istraživanja iz područja prometa je razvoj sigurnijeg, ekološki prihvatljivijeg i "pametnijeg" pan-europskog transportnog sustava, od kojeg će imati koristi svi građani, koji će biti u skladu sa standardima zaštite okoliša i koji će pridonijeti povećanju konkurentnosti europske transportne industrije na svjetskom tržištu [31].

Među velikim brojem tema iz svih prometnih grana, za cestovni promet najznačajnije su dvije iz područja infrastrukture:

1) Mudrije projektiranje, gradnja i održavanje (Smarter design, construction and maintenance),
2) Transportna infrastruktura nove generacije (Next generation transport infrastructure: resource efficient, smarter and safer) [32].

Prva tema polazi od pretpostavke da se učinkovitost transporta može povećati boljim korištenjem postojeće infrastrukture. Ključna zadaća budućnosti je znatno smanjiti prometne zastoje koje uzrokuju pregledi i radovi gradnje i održavanja. Traže se načini da se ceste održavaju boljim, bržim, održivim i bolje isplaniranim intervencijama koje će udovoljiti maksimalnim sigurnosnim standardima kako za radnike tako i za korisnike cesta [33].

Prijedlozi bi se trebali odnositi na slijedeće aktivnosti:

- napredno, brzo, ekonomično i fleksibilno projektiranje, proizvodnju, izgradnju, održavanje, sanaciju i rekonstrukciju sustava i materijala,
- sposobnost samog promatranja i vrednovanja, donošenje vlastitog izvještaja, nenametljive metode pregleda, uključujući napredne metode planiranja,
- ponovnu uporabu i recikliranje materijala za ponovnu uporabu u izgradnji i održavanju infrastrukture [32].

Istraživanja u ovom području trebaju ciljati na potvrđivanje inovativnih rješenja, ciljajući na određena geografska područja Europe gdje su nove metode izgradnje potrebne za upotpunjavanje prometne mreže te napredni sustav održavanja za poboljšanje i proširenje postojeće prometne mreže [32].

Druga tema otvara prostor različitim novim rješenjima na području upravljanja građevinama. Traže se metode za prikupljanje podataka i njihovu analizu, najavljuju se istraživanja na području smanjenja buke, zagađenja zraka i smanjivanja vibracija. Kada govorimo o građevinama (mostovima) potiče se razmišljanje o monitoringu – automatiziranom prikupljanju podataka koji indiciraju stanje. Također, istraživanja bi se trebala baviti o opremi mostova na način da učinci prometa budu manje štetni za okoliš [33].

Prijedlozi bi se trebali odnositi na slijedeće aktivnosti:

- infrastrukturna rješenja za poboljšanje međupovezanosti i upravljanje prometom,
- inovativni koncepti i metode za uspostavljanje infrastrukture za alternativna goriva (osobito na cestama i lukama) radi olakšavanja raspoređivanja po Europi,
- metode za sprečavanje zlonamjernih radnji na prometnoj infrastrukturi [32].

Također, kao mjera poboljšanja postojećeg sustava održavanja cestovne infrastrukture, uz Sustav gospodarenja građevina Hrvatskih autocesta d.o.o., spominje se i korištenje i implementacija GIS i GPS softvera. Kao jedno od tehnološki naprednijih geoinformatičkih rješenja stoga možemo istaknuti GIS čija je arhitektura dizajnirana i prilagođena internetu i paradigmi računalnog oblaka. Računalni oblak (eng. Cloud Computing) je model korištenja računalnih resursa (servera, diskova, operacijskog sustava i aplikacija) na način da se ti resursi unajmljuju, a ne kupuju. Posljedica takvog pristupa jest da krajnji korisnik plaća samo onoliko računalnih resursa koliko doista i koristi [34].



Slika 16. Aplikacija za upravljanje imovinom

Izvor: [34]

GIS upravljanje imovinom

Aplikacija služi za prikupljanje podataka u stvarnom vremenu. Podaci su geolocirani, dokumentirani, obrađeni i pripremljeni za daljnju obradu u svega nekoliko minuta. Istovremeni rad u aplikaciji, izrada radnih naloga i detaljnih izvješća sa trenutnim podacima doprinose brzom i cjelovitom donošenju odluka.

Osnovne mogućnosti aplikacije za upravljanje imovinom su:

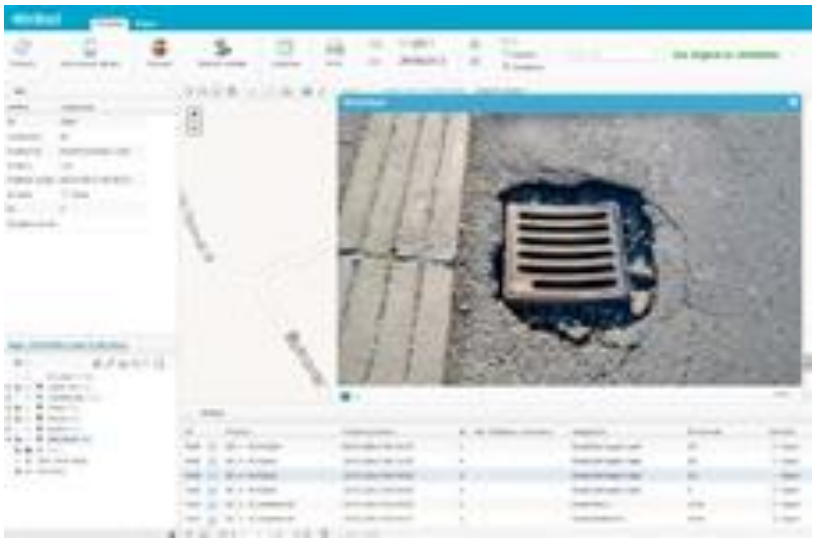
- Upravljanje i prikupljanje podataka u stvarnom vremenu
  - informacije se prikupljaju koristeći pametne telefone sa aplikacijom za Mobilno prikupljanje podataka
  - kreiranje radnih naloga za svaku pojedinu službu
  - korištenje prilagođenih oblika radnog naloga s detaljima (lokacija, kategorija, djelatnik, povijest)
  - višekorisničke uloge (administrator, upravitelj, nadzornik, voditelj, radnik)
- Detaljni izvještaji i ispis radnih naloga
  - dnevna, mjesečna i godišnja izvješća o aktivnostima
  - pregled u tablicama
  - izvoz u Excel
  - generiranje radnih naloga u PDF formatu

- Prosljeđivanje podataka kroz samu aplikaciju
    - proslijeđivanje putem e-maila koji sadrži tekstualne i multimedijske sadržaje sa zapisom svakog maila
    - automatski zapis odgovorne osobe
    - prosljeđivanje telefonom, telefaksom, SMS-om [34].

GIS Upravljanje radovima na cestama i prikupljanje podataka

Aplikacija omogućuje praćenje trenutnih i planiranih projekata i radova na cesti te koordinaciju unutar poduzeća kao i ostalih poduzeća kako bi se ubrzao rad, podigla kvaliteta radova te smanjila zatvorenost prometnice tijekom radova. Program pomaže investitorima uvid u trenutno stanje u svrhu nadzora radova. Također, omogućen je unos podataka drugih komunalnih službi, njihovih lokacija radova i mrežne infrastrukture te daje podlogu za daljnu suradnju na većim projektima [34].

Prikupljanje podataka je veoma jednostavna koristeći mobilne uređaje. Multimedijska georeferencirana informacija dostupna je s bilo kojeg mjesta u točnom trenutku. Podaci se odmah mogu analizirati, dijeliti i objaviti. Informacije su poduzećima dostupne brže i lakše što povećava produktivnost i smanjuje vrijeme odziva. Točkama se automatski dodjeljuje geolokacija pomoću GPS, zapisuje se šifra odnoso identifikacijska kartica osobe koja je prikupila podatke. Točkama se mogu dodjeliti i slikovni i zvučni zapisi. „Oblak infrastruktura“ omogućuje ažurne podatke u bilo kojem trenutku i sa bilo kojeg mjesta, u uredu ili na terenu [34].



Slika 17. Multimedijalni podatak o nađenoj nepravilnosti

Izvor: [34]

GIS sustav omogućuje ažurnost podataka o stanju prometnica, područja koja treba izgraditi, prenamijeniti, obnoviti, kao i obilježiti mjesta mogućih crnih točaka i planiranje njihovih uklanjanja i smanjivanja prometnih nesreća. U tu svrhu potrebno je imati ažurne podatke o stanju cestovne prometne infrastrukture i prometne signalizacije. Zadatak ophodara je nadziranje prohodnosti i uporabnosti cesta. Pravilima i tehničkim uvjetima utvrđuju se postupci pregleda, oprema i osoblja za obavljanje pregleda, dokumentacija o pregledima i načinu obrade i pohranjivanja podataka. GIS sustav omogućuje jednostavnu primjenu tih poslova. Ophodari pomoću aplikacije imaju jednostavan alat za dojavu svih nepravilnosti na prometnici. Podaci su u realnom vremnu dostupni svima u sklopu sustava održavanja cestovne infrastrukture pa je jednostavno reagirati na hitne slučajeve [34].

Za bolje, brže i učinkovitije prikupljanje podataka o nepravilnostima na cestovnoj infrastrukturu u svrhu učinkovitijeg i bržeg održavanja cestovne infrastrukture, predlaže se i suradnja sa građanima otvaranjem dijela sustava putem javnog internet portala kako bi mogli prijavljivati probleme koje uočavaju te ih ujedno i prostorno smjestiti [34].

8. ZAKLJUČAK

Održavanje prometnice koja je puštena u eksploataciju najzahtjevniji je posao s ciljem osiguravanja sigurnog prometa na njima. Hrvatske autoceste d.o.o., u suradnji sa Institutom IGH, izvele su sustav koji je neprocjenjiv alat kada je u pitanju održavanje i gospodarenje cestovnih prometnica – Sustav gospodarenja građevinama. Unos evidentnih i mjerljivih podataka u računalni sustav uvelike ubrzava, olakšava i omogućuje definiranje točnijeg stanja te tako i planiranje sanacija oštećenja u budućnosti te produljenju vijeka trajanja građevine.

Dakako, većina zemalja članica Europske Unije posjeduje svoj računalni sustav kojim analiziraju stanje posebno za njihovu zemlju. U Irskoj je to Eirspan, u Danskoj Danbro, u Mađarskoj Pontis H. U radu se analizirao sustav u Irskoj Eirspan sa značajkama posebnim za Republiku Irsku.

Prije i tijekom izgradnje prometnice svaki izvođač mora imati certificirani dokaz o tehničkoj ispravnosti materijala za ugradnju proizvoda. U Hrvatskoj se još uvijek projektira i gradi sukladno Općim tehničkim uvjetima iz 2001. godine koji propisuju minimalne zahtjeve za materijale, proizvode i radove.

Za poboljšanje postojećeg sustava predlaže se korištenje projekta Europske Unije Obzor 2020. u kojem se istražuje razvoj sigurnijeg, pametnije i ekološki prihvatljivijeg pan-europskog prometnog sustava. Dakako, značajnu ulogu u razvoju poboljšanja ima i razvitak računalnih softvera kao što su GIS i GPS s kojim bi podaci mogli biti uneseni, viđani i detaljno analizirani s bilo kojeg mjesta koji ima pristup internetu. Podaci bi bili geolocirani, uneseni u stvarnom vremenu te bi se povećala produktivnost i ubrzalo održavanje cestovne infrastrukture.

9. LITERATURA

[1] Legac I.: Cestovne prometnice I – javne ceste, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 9-11.

[2] Bakin Mlačak, K.: Postupak javne nabave radova redovnog održavanja i zaštite cesta, u: Zbornik radova, Šibenik, 2012., str. 255-261.

[3] Program građenja i održavanja javnih cesta za razdoblje od 2013. do 2016. godine, Vlada Republike Hrvatske, Zagreb, prosinac 2013.

[4] Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske, http://www.mppi.hr/UserDocsImages/Strategija_prometnog_razvoja_VRH%201-studeni.pdf, 31. kolovoz 2015.

[5] Zakon o cestama, NN, br. 92/14.

[6] Uredbe, direktive i ostali akti, http://europa.eu/eu-law/decision-making/legal-acts/index_hr.htm, 23. srpnja 2015.

[7] Ščukanec A., Babić D.: Metode mjerenja retrorefleksije prometnih znakova i oznaka na kolniku, u: Dani prometnica 2013, Zagreb, ožujak 2013., str. 373-405.

[8] Leko, J., Antolović, D., Babić, S.: Revizori cestovne sigurnosti, u: Zbornik radova, Šibenik, 2013., str. 49-56.

[9] Direktiva 2004/54/EC Europskog parlamenta I Vijeća Od 29. travnja 2004. o minimalnim uvjetima sigurnosti za tunele u trans-europskoj mreži, http://www.huka.hr/v2/objekti/zakonodavstvo/zakonodavstvo-eu/DIREKTIVA%20%20o%20sigurnosti%20u%20tunelima%20HRV%202004-54-EC.pdf, 4. kolovoza 2015.

[10] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Zagreb, 2012., str. 1.

[11] Brnjac, N.: Intermodalni transportni sustavi, Zagreb, 2012., str. 40-41.

[12] Zakon o cestama, NN, br. 92/14.

[13] Pravilnik o održavanju cesta, NN. br. 90/14.

[14] Legac I.: Cestovne prometnice I – javne ceste, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006., str. 142-145.

[15] Pravilnik o održavanju cesta, NN. br. 90/14.

[16] Tandara, J.: Tehnologija i organizacija rada zimske službe na autocesti Rijeka – Zagreb, u: Zbornik radova, Šibenik, 2006., str. 127-135.

[17] Puž, G., Jurić, S., Bleiziffer, J.: Gospodarenje mostovima – europska iskustva i razvojni projekti, u: Dani prometnica 2014, Zagreb, ožujak 2014., str. 327-362.

[18] Čleković, V., Devald, S., Idrizbegović, A.: Korištenje sustava gospodarenja građevinama u održavanju cesta, u: Zbornik radova, Šibenik, 2009., str. 27-32.
[19] IGH – Sustav gospodarenja građevinama, http://www.igh.hr/galerija.asp?parentID=61&recordID=223, 1. rujna 2015.
[20] Tenžera, D., Puž, G., Radić, J.: Vizualni pregled kao pomagalo za ocjenu stanja mostova, *GRAĐEVINAR 64* (2012) 9
[21] http://crometeo.hr/klima/, 30. kolovoza 2015.
[22] Irska, http://proleksis.lzmk.hr/28250/, 30. srpnja 2015.
[23] Održavanje cesta, http://www.tii.ie/roads-tolling/operations-and-maintenance/road-maintenance/, 30. srpnja 2015.
[24] http://www.roadware.com/, 30. kolovoza 2015.
[25] http://vectrafrance.com/materiels-et-solutions/auscultation-des-chaussees/scrimR-adherence-cft-pmt?L=8, 30. kolovoza 2015.
[26] https://www.fhwa.dot.gov/publications/focus/10dec/01.cfm, 30. kolovoza 2015.
[27] Razvoj Eirspan: Sustav gospodarenja mostovima Republike Irske, http://www.tii.ie/roads-tolling/operations-and-maintenance/bridges-tunnels/file-10487-en.pdf, 31. srpnja 2015.
[28] Šimun, M., Škerlj, S.: Kontrola kvalitete materijala i radova u sklopu nadzora izgradnje cesta, u: Dani prometnica 2013, Zagreb, ožujak 2013., str. 61-92.
[29] Ocjene stanja asfaltnih kolnika, http://www.zuc-kc.hr/ftpzuc/KREDIT_ZA_CD/01%20UVOD/01%20Uvod.pdf, 30. kolovoza 2015.
[30] Ščukanec A., Babić D.: Metode mjerenja retrorefleksije prometnih znakova i oznaka na kolniku, u: Dani prometnica 2013, Zagreb, ožujak 2013., str. 373-405.
[31] Obzor 2020., http://www.obzor2020.hr/obzor2020/sto-je-obzor-2020, 1. kolovoza 2015.
[32] http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/work-programmes/smart_green_and_integrated_transport_draft_work_programme.pdf#view=fit&pagemode=none, 2.8. 2015.
[33] Puž, G., Jurić, S., Bleiziffer, J.: Gospodarenje mostovima – europska iskustva i razvojni projekti, u: Dani prometnica 2014, Zagreb, ožujak 2014., str. 327-362.
[34] Zajec, N.: Primjena GIS-a, GPS-a i mobilnih komunikacija u radu ophodarske službe, u: Zbornik radova, Šibenik, 2012., str. 107-112.

10. POPIS TABLICA, SLIKA, GRAFIKONA, SHEMA

POPIS TABLICA

Tablica 1. Opseg i rokovi izvođenja radova razvrstani su ovisno o vrsti javne ceste.....21
Tablica 2. Prikaz utrošenih financijskih sredstava za zimsko održavanje autoceste Rijeka – Zagreb za razdoblje od 2005.-2007. godine…….....23
Tablica 3. Razvrstavanje cesta u odnosu na razine prednosti i osiguranje prohodnosti u zimskim uvjetima ……...…….24
Tablica 4. Oznake elemenata mostova koji se ocjenjuju u sklopu sustava gospodarenja državnim cestama poduzeća Hrvatske ceste, s prosječnim ocjenama (2010.)…….....32
Tablica 5. Koeficijent retrorefleksije RL:klase I jedinice $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$.....50
Tablica 6. Koeficijent retrorefleksije RL:klase II jedinice $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$.....50
Tablica 7. Koeficijent retrorefleksije RL:klase III jedinice $cd \cdot lx^{-1} \cdot m^{-2}$.....51

POPIS SLIKA

Slika 1. Identifikacija i lokacija - tabelarni prikaz.....27
Slika 2. Identifikacija i lokacija- GIS prikaz ……...……28
Slika 3. Detaljni podaci o dijelovima građevine……..29
Slika 4. Unos foto-zapisa ……29
Slika 5. Ocjene općeg stanja- po građevinama…….30
Slika 6. Ocjene mostova na državnim cestama Republike Hrvatske – stanje 2010. godine....33
Slika 7. Suvremeno ARAN vozilo za mjerenje kolnika……...36
Slika 8. Simulacija SCRIM vozila za mjerenje otpora klizanja……...36
Slika 9. FWD vozilo za mjerenje stanja kolnika……..37
Slika 10. Suvremeno FWD vozilo za mjerenje stanja kolnika……..……...37
Slika 11. Ispitivanje modula stišljivosti kružnom pločom promjera 300mm.....43
Slika 12. Ispitivanja dinamičkom pločom.....44
Slika 13. Ulazni kut za znak sa strane ceste.....48
Slika 14. Kut gledanja.....49
Slika 15. Uređaj za ispitivanje retrorefleksije oznaka na kolniku.....53
Slika 16. Aplikacija za upravljanje imovinom…….56
Slika 17. Multimedijalni podatak o nađenoj nepravilnosti…...……57