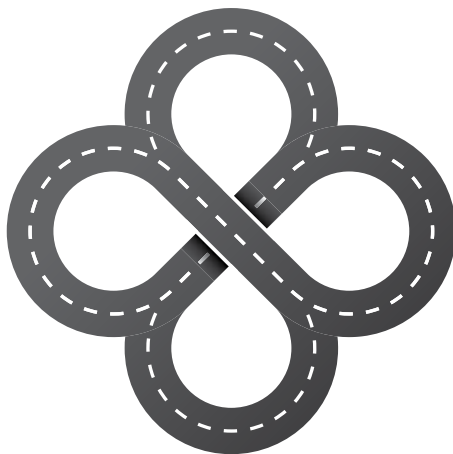


CESTE
2022

ZBORNİK RADOVA
BOOK OF PROCEEDINGS

**46. MEĐUNARODNI STRUČNI SEMINAR
O PROMETNOJ INFRASTRUKTURI I
SIGURNOSTI U PROMETU**



CESTE 2022

ROVINJ, HRVATSKA, 22.-25.03.2022.

Organized by:

Andreja Feistritzer
for



Supported by:

PIENORIA
technical organizer

ZBORNİK RADOVA BOOK OF PROCEEDINGS

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Predsjednica: Andreja Feistritzer dipl.oec.

Članovi: doc.dr.sc. Marko Ševrović, Tomislav Pipić dipl.ing., John Leko dipl.ing., Vlado Bužanić dipl.ing., Saša Tomašić dipl.ing.

ZNANSTVENO PROGRAMSKI ODBOR

Predsjednik: prof.dr.sc. Hrvoje Baričević

Članovi: doc.dr.sc. Marko Ševrović, prof.dr. Osman Lindov, Željko Remenar dipl.ing., Alan Ordulj dipl.ing., Vlado Bužanić dipl.ing., doc.dr.sc. Marko Šoštarić, Slaviša Babić dipl.ing., Jozo Šitum dipl.ing., mr.sc. Miron Huljak, Ivan Laco dipl.ing., Ivan Molnar dipl.ing., dr.sc. Predrag Brlek, Slavko Inić dipl.ing., Josip Mataija dipl.ing., prof.dr. Goran Mijoski, Silvijo Čamber dipl.ing., Mladen Hranilović dipl.ing.

SADRŽAJ / CONTENT

REKLAMNI DIO

DUBINSKA ANALIZA PROMETNIH NESREĆA S UČEŠĆEM MOTORISTA – PRIMJER SLOVENIJE

IN-DEPTH INVESTIGATION OF MOTORCYCLE ACCIDENTS – CASE STUDY SLOVENIA

EVROPSKA DIREKTIVA O UPRAVLJANJU SIGURNOSTI CESTOVNE INFRASTRUKTURE (RISM II) – PROVEDBA U NIZOZEMSKOJ

ROAD INFRASTRUCTURE SAFETY MANAGEMENT – IMPLEMENTATION OF RISM-II IN THE NETHERLANDS

ODREĐIVANJE SLOŽENOSTI MREŽA AUTOCESTA – NOVA METODOLOGIJA

DETERMINING THE COMPLEXITY OF FREEWAY NETWORKS – A NEW METHODOLOGY

POZITIVAN UTJECAJ BETONSKIH PROIZVODA NA ODRŽIVOST KRAJOLIKA I POBOLJŠANJE URBANE MIKROKLIME

POSITIVE EFFECT OF CONCRETE PRODUCTS ON LANDSCAPE SUSTAINABILITY AND IMPROVEMENT OF URBAN MICROCLIMATE

ARMIRANJE ASFALTA GLASGRID MREŽICAMA

ASPHALT REINFORCEMENT WITH GLASGRID

OBRADA POVRŠINA

SURFACE TREATMENT

FINANCIRANJE MREŽE ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

FINANCING SYSTEM FOR COUNTY AND LOCAL ROAD NETWORKS IN REPUBLIC OF CROATIA

PROMETNI PREKRŠAJI, VOZILA I VOZAČI U SVJETLU STAJALIŠTA EUROPSKOG SUDA ZA LJUDSKA PRAVA

TRAFFIC MISDEMEANOURS, VEHICLES AND DRIVERS IN THE LIGHT OF STANDPOINTS OF THE EUROPEAN COURT OF HUMAN RIGHTS

ANGAŽIRANJE GRAĐANA U POBOLJŠANJU SIGURNOSTI NA CESTI: REZULTATI EUROPSKE CHARTER SIGURNOSTI NA CESTAMA

ENGAGING CITIZENS IN IMPROVING ROAD SAFETY: THE RESULTS OF THE EUROPEAN ROAD SAFETY CHARTER

KONTROLNE TOČKE ZA NADZOR VOZILA NA AUTOCESTI U REPUBLICI SLOVENIJI

VEHICLE INSPECTION CONTROL STATIONS ON HIGHWAYS IN SLOVENIA

NACIONALNA PRISTUPNA TOČKA I SREDIŠNJI CENTAR ZA NADZOR I UPRAVLJANJE PROMETOM NA DRŽAVNIM CESTAMA

NATIONAL ACCESS POINT AND MAIN TRAFFIC CONTROL AND MANAGEMENT CENTER ON STATE ROADS

UTICAJ USVAJANJA I PROVOĐENJA PLANA ODRŽIVE URBANE MOBILNOSTI (SUMP) NA RAZVOJ URBANIH SREDINA_CASE STUDY_PODRUČJE SARAJEVA

IMPACT OF ADOPTION AND IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE URBAN MOBILITY PLAN (SUMP) ON THE DEVELOPMENT URBAN AREA_CASE STUDY SARAJEVO AREA

PRILOG EVALUACIJI COST BENEFIT ANALIZE U VREDNOVANJU CESTOVNE PROMETNE INFRASTRUKTURE

CONTRIBUTION TO THE VALORIZATION OF COST BENEFIT ANALYSIS IN THE EVALUATION OF ROAD TRANSPORT INFRASTRUCTURE

DIGITALIZACIJA PROCESA ORGANIZACIJE I PROVEDBE IZVANREDNOG PRIJEVOZA U REPUBLICI HRVATSKOJ

DIGITIZATION OF ORGANIZATIONAL AND OPERATIONAL PROCESSES FOR OVERSIZED AND HEAVY TRANSPORTS IN THE REPUBLIC OF CROATIA

PROMETNA VREMENSKA PROGNOZA I PROGNOISTIČKI PRODUKTI DHMZ-A

ROAD WEATHER FORECAST AND NUMERICAL WEATHER PREDICTION PRODUCTS IN DHMZ

ANALIZA PROMETNE SIGURNOSTI ŠKOLSKIH ZONA U SKLOPU PROJEKTA 10-4KIDS
SCHOOL ZONE TRAFFIC SAFETY ANALYSIS WITHIN THE 10-4KIDS PROJECT

PROMETNA EDUKACIJA DJECE SIMULIRANIM OKRUŽENJEM VIRTUALNE STVARNOSTI
TRAFFIC EDUCATION OF CHILDREN IN A SIMULATED VIRTUAL REALITY ENVIRONMENT

SMIRIVANJE PROMETA PREFABRICIRANIM ARMIRANOBETONSKIM JASTUCIMA
TRAFFIC CALMING WITH PRECAST REINFORCED CONCRETE SPEED CUSHIONS

ISKUSTVA S KORIŠTENJEM NOVIH NEDESTRUKTIVNIH METODA ISPITIVANJA U RAMS PROJEKTU U SJEVERNOJ MAKEDONIJ
EXPERIENCES WITH THE USE OF NEW NONDESTRUCTIVE TESTING METHODS IN THE RAMS PROJECT IN NORTH MACEDONIA

ROTORI I DRUGE VRSTE RASKRIŽJA
ROUNDBOUTS AND OTHER TYPES OF INTERSECTIONS

ZAŠTITNE ODBOJNE OGRADE KAO ČIMBENICI SIGURNOSTI NA AUTOCESTAMA
PROTECTIVE GUARDRAILS AS FACTORS OF HIGHWAYS SAFETY

INOVACIJE U CESTOGRADNJI – NIZOZEMSKI PRISTUP CIRKULARNOJ EKONOMIJI
INNOVATIONS IN ROAD CONSTRUCTION - THE DUTCH APPROACH TO THE CIRCULAR ECONOMY

POSTUPAK DIMENZIONIRANJA KOLNIČKE KONSTRUKCIJE PRIMJENOM TERMOSTABILNE MREŽE OD STAKLENIH VLAKANA ZA OJAČANJE (ARMIRANJE) ASFALTA
PROCEDURE OF PAVEMENT CONSTRUCTION COMPUTING USING THERMOSTABLE GLASS GRID FOR ASPHALT REINFORCEMENT

IZAZOVI IZRADE BIM MODELA U PROJEKTIMA PROMETNICA
CHALLENGES OF PRODUCING BIM MODELS IN ROAD PROJECTS

SANACIJE CESTOVNE INFRASTRUKTURE URETEK GEOSMOLAMA
ROAD INFRASTRUCTURE IMPROVEMENT BY URETEK GEO RESINS

BETONSKI PROIZVODI – KVALITETA I PRIMJENA U SLUŽBI ESTETIKE I TRAJNOSTI
CONCRETE PRODUCTS - QUALITY AND APPLICATION AT THE SERVICE OF AESTHETICS AND DURABILITY

PROMETNA VREMENSKA PROGNOZA I RAD ZIMSKE SLUŽBE
ROAD WEATHER FORECAST AND WINTER SERVICES

RAZVRSTAVANJE CESTOVNE MREŽE S OBZIROM NA SIGURNOST (NSM) ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA NA PODRUČJU OSJEČKO-BARANJSKE ŽUPANIJE
CLASSIFICATION OF COUNTY AND LOCAL ROADS NETWORK REGARDING SAFETY (NSM) IN THE AREA OF OSJEK-BARANJA COUNTY

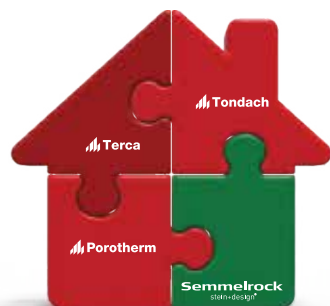
SANACIJA OPASNIH MJESTA NA DRŽAVNIM CESTAMA
BLACK SPOT MANAGEMENT ON STATE ROADS

ANALIZA BIKIKLISTIČKOG PROMETA U REPUBLICI HRVATSKOJ
ANALYSIS OF BICYCLE TRAFFIC IN THE REPUBLIC OF CROATIA

POVEĆANJE (NE)SIGURNOSTI U PROMETU “SHARROW” OZNAKAMA
HOW “SHARROW” (DO NOT) CONTRIBUTE TO TRAFFIC SAFETY

ADAPTIVNE TEHNOLOGIJE REGULIRANJA PROMETA U FUNKCIJI POBOLJŠANJA SIGURNOSNIH I EKOLOŠKIH POKAZATELJA_CASE STUDY_GRAD TUZLA
ADAPTIVE TECHNOLOGIES OF TRAFFIC REGULATION IN THE FUNCTION OF IMPROVING SAFETY AND ENVIRONMENTAL INDICATORS_CASE STUDY_CITY OF TUZLA

Gradimo
dobar osjećaj.



Krajolik beskrajnih mogućnosti.

Boravak u vanjskom prostoru vrlo je bitan za život, a Semmelrock proizvodi nude vam beskrajne mogućnosti uređenja privatnih i javnih površina te život u skladu s prirodom. Wienerberger grupa pruža sve što trebate za održivu i lijepu gradnju.

Vaš BIM partner za ceste budućnosti

- ➔ najmoderniji BIM softver za ceste i mostove
- ➔ najbolja tehnička podrška
- ➔ BIM certificirani trening
- ➔ potpuna BIM integracija

ALLPLAN
A NEMETSCHEK COMPANY

SCIA
A NEMETSCHEK COMPANY

GEOS



**ALLPLAN
PRECAST**

BLUEBEAM

VREX

**Parabuild
STEEL**

FRILO
A NEMETSCHEK COMPANY

**ALLPLAN
BRIDGE**

SOLIBRI
A NEMETSCHEK COMPANY

SketchUp

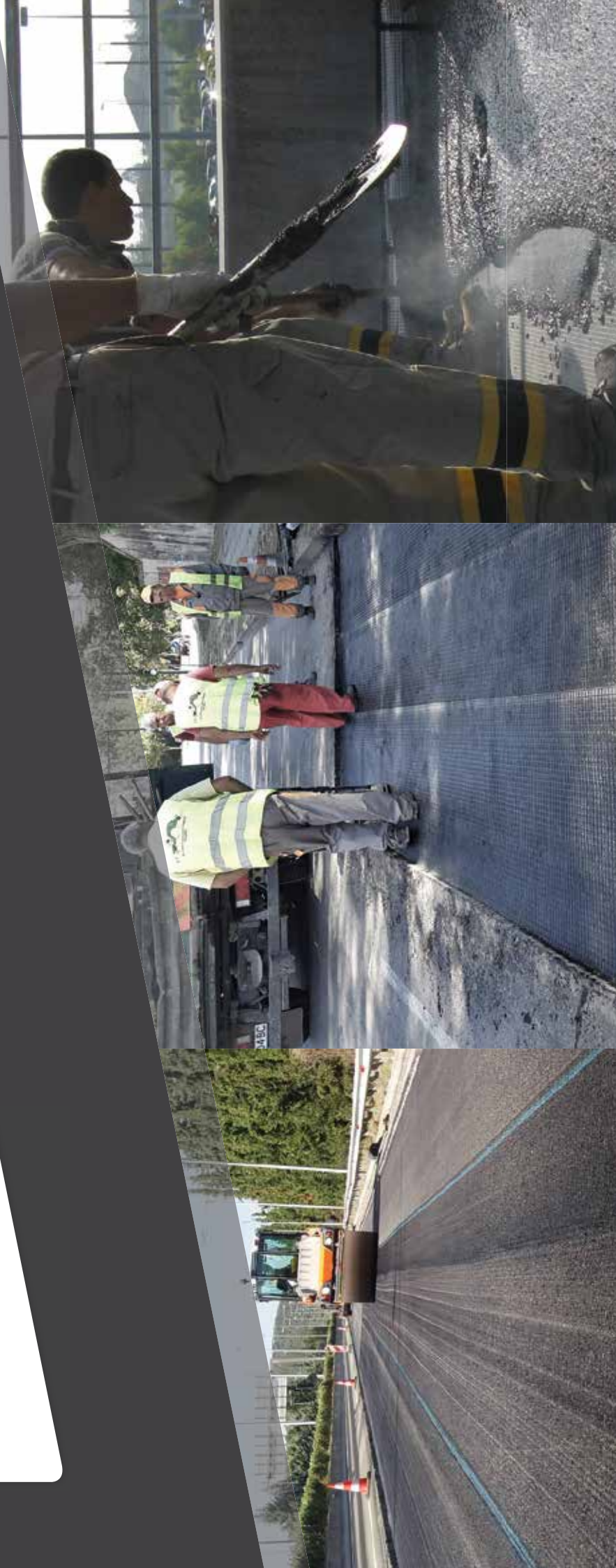
SPACEWELL

AX3000

ALLTO



Armiranje kolnika sustavom GlasGrid®



SANACIJE VELIKIH POVRŠINA

SANACIJE MALIH POVRŠINA
(LOKALNO)

SPECIJALNE SANACIJE



adfors.com
ilija.radenovic@saint-gobain.com


SAINT-GOBAIN



PROGRAM NISKOGRADNJE

**KANALSKI
POKLOPCI I
REŠETKE OD
LIJEVANOG
ŽELJEZA**



ANDROMEDA

**introduced at CESTE 2020
Wednesday 11th March**



SMA Road Safety introduces a totally innovative system suitable for the most innovative road projects.

ANDROMEDA consists of a pre-assembled modular longitudinal barrier which can be used both as a roadside and a median guardrail or bridge rail.

ANDROMEDA has a very low system width and very low deflection as well as incorporating unique smart technology.

www.smaroadsafety.com

DELTABLOC®



Testirani cestovni zaštitni sustavi od betona i čelika

DELTABLOC®, vodeći svjetski ponuđač širokog spektra zaštitnih ograda i barijera za zaštitu od buke, ističe se raznovrstošću proizvoda i stručnim znanjem. Zaštitni sustavi ispitani su crash testom u skladu s normom EN 1317 i predstavljaju standard u području pasivne sigurnosti prometa. Sustavi za zaštitu od buke PHONOBLOC® ispunjavaju sve zahtjeve norme za barijere za zaštitu od buke u cestovnom prometu u skladu s normom EN 14388 i sve zahtjeve za barijere za zaštitu od buke za željeznice. Više informacija možete pronaći na DELTABLOC® Extranetu: extranet.deltabloc.com

HOME OF ROAD SAFETY

deltabloc.com



DELTABLOC® d.o.o., Kroška ulica 58, 9000 Murska Sobota, Slovenija, +386 (0) 817 101 35, office@deltabloc.si



We are the
LEADER
in the production of
dimpled membranes
and geocomposites

— PRODUCTION
— DISTRIBUTION

— WATERPROOFING
— MODERN TECHNOLOGIES

Since **1962**

**PERFECT COLLECTION OF WATER
ON BOTH SIDES OF THE MEMBRANE**

NOVELTY:
LINEAR DRAINAGE: STREETS,
HIGHWAYS, MAIN ROADS, FOUNDATIONS

**GXP DREN
5+5 DUO**

AN INNOVATIVE
PRODUCT COMBINING
A BIDIRECTIONAL DIMPLED
MEMBRANE, CONTINUOUS - FIBRE TYPAR®
GEOTEXTILE AND THE PROTECTION SLAVE
FOR DRAINAGE PIPE





URETEK PIT STOP

**STABILIZACIJA PROMETNICA
BEZ KOPANJA I ZAUSTAVLJANJA PROMETA**

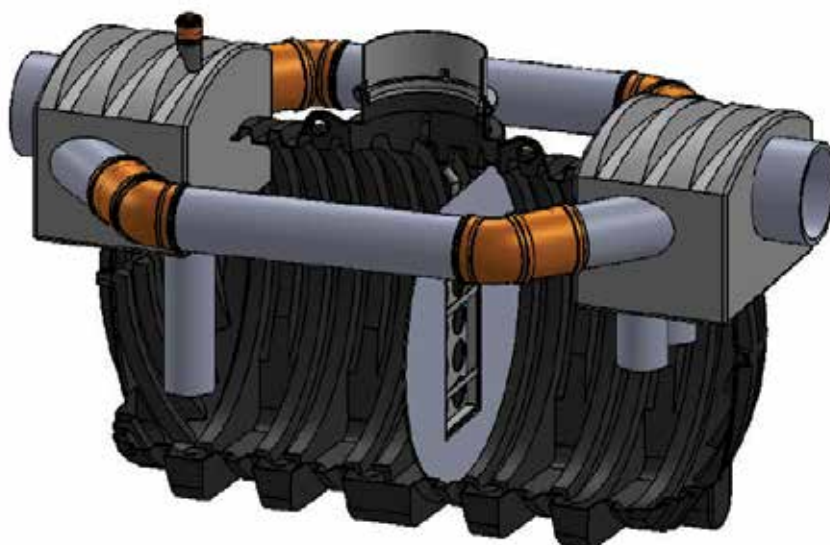
**SANACIJA PROMETNICA
STABILIZACIJA CESTA
PODIZANJE ULEGNUĆA
ISPITIVANJE TLA
PROJEKTIRANJE**

URETEK.HR



Tvrtka Vodoplast promet d.o.o., smještena u Sesevskom Kraljevcu pokraj Zagreba, ekskluzivni je zastupnik tvrtke Aplast d.o.o. koja se bavi proizvodnjom kanalizacijskih okana, okana za oborinske vode uz prometnice kao i separatora ulja i masti.

Vodoplast promet d.o.o. može Vam ponuditi kompletno rješenje odvodnje za svaki tip prometnica te rješenje za površine uz prometnice. U asortimanu, uz okna i separatore ulja imamo drenažne cijevi velikih promjera, cijevni materijal te sav popratni sadržaj koji bi Vam mogao zatrebati.



Kontaktirajte nas sa punim povjerenjem!



Cestovna signalizacija visoke tehnologije

Signalni uređaj T-1, programski sustavi **TRAFCONNECT** i **TRAFCENTAR**, u sinergiji s naprednim **AI/ML** analitičkim senzorima i opremom daju novu perspektivu u upravljanju, planiranju i održavanju pametne prometne infrastrukture.

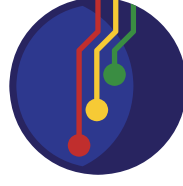
Pametna prometna rješenja

Prometne video kamere visoke razlučivosti uz **osnovne funkcije detekcije** motornih vozila, biciklista i pješaka, nude i **napredne funkcije analitike**, izrade OD/DO matrica, mjerenje kvalitete prometa i svih parametara od značaja za upravljanje prometom u realnom vremenu.

www.trafsignal.hr



Pristup
direktno
iz centra s
računalnih
radnih stanica,
kao i preko
mobilnih
uređaja.



TRAF SIGNAL

CESTOVNI VREMENSKI INFORMACIJSKI SUSTAV I SUSTAV ZA POTPORU ODLUČIVANJU U ZIMSKOJ SLUŽBI VEDRA



VEDRA Roads
by CGS Labs



OPTIMIZACIJA UPORABE SOLI

VEĆA SIGURNOST NA CESTAMA

ODRŽIVA ZIMSKA SLUŽBA



CGS Labs d.o.o. • Brnčičeva 13 • 1000 Ljubljana • Slovenia

www.cgs-labs.com • info@cgs-labs.com

**general representative for
HR, SI, BA and MK for**



roadmarkingsystems



Quality

We always strive to give you the very best! And that is what we do: for over 60 years, HOFMANN marking technology has delivered top quality „Made in Germany“.

Innovation

Research and development are the lifeblood of our company and have a significant impact on road markings around the world. We offer state-of-the-art technology and the comprehensive expertise that you need for your project.

Product Variety

Extensive and future-proof – these are the attributes of our product range. Combined with our flexibility, we offer you the perfect solution to suit your needs.

Services

No matter where you are: we are there for you and your project! Our geographical presence in over 150 countries plus the lasting availability of spare parts and machine expertise are guaranteed – now and in the future.

Consulting

Since 1952, we have not only been manufacturers with a high level of technological competence and experience, but also your global consultant for road markings! Make the most of our potential and contact us with your questions!



kompozitni poklopci composite covers



the Kinext™ manhole cover

HIDROEX

**Vrhunski kompozitni poklopci europske proizvodnje iz Italije.
Proizvodni raspon dimenzija od 300mm do 1200mm u
kvadratnom ili okruglom profilu.
Klase nosivosti: A15kN, B125kN, C250kN, D400kN
Norme: EN124-5; EN13501-1 A1
Garancija: 30 godina životni vijek**

Izvadak referenci:

**Aglomeracije, Projekti EU, A1, HT, Janaf, HEP, HŽ, ARZ,
HAC, Gradovi, Vodoopskrbe i odvodnje diljem EU,
Orange telecom, Autoceste Italije, Francuske,
Dubai, Australija, SAD, Australija...**

Službeni zastupnik i distributer za Hrvatsku, BiH, Crnu Goru i Srbiju:
HIDROEX d.o.o. /Zaprešić/Nova ulica 7, www.hidroex.hr, info@hidroex.hr



POLIECO
GROUP

rješenja koja povezuju

Tomaž Tollazzi, Ph.D., B.Sc.

Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo, Maribor

tomaz.tollazzi@um.si

Andraž Murkovič, MSc PA

Agencija za varnost prometa Republike Slovenije, Ljubljana

Andraz.Murkovic@avp-rs.si

Dubinska analiza prometnih nesreč s učešćem motorista – primjer Slovenije

In-depth investigation of motorcycle accidents – case study Slovenia

Sažetak

U radu je prikazana metodologija dubinske analize prometnih nesreća s učešćem motorista, koju je Slovenija počela uvoditi krajem 2020. godine.

Na početku rada ukratko su prikazane glavne prednosti i nedostaci vožnje motocikla.

U nastavku je prikazano stanje prometne sigurnosti motorista u EU i trendovi razvoja.

Prikazano je i stanje u Sloveniji, koja uvodi metodologiju dubinske analize prometnih nesreća s učešćem motorista, a koja je glavni predmet prikaza ovog rada. Novelacija Direktive 2019/1936 predviđa neke bitne promjene, vezano na analizu prometne sigurnosti motornih vozila s dva kotača, pa su u radu prikazani i ti novi zahtjevi.

Slijedi kratak prikaz nekih stranih metodologija dubinskih analiza prometnih nesreća s učešćem motorista, a naglasak je na novoj slovenskoj metodologiji.

Abstract

The article describes the methodology used to carry out in-depth analyses of motorcyclist accidents, which Slovenia began to introduce at the end of 2020.

The first part of the article provides a brief overview of the main advantages and disadvantages of riding a motorcycle. This is followed by data showing the state of road safety of motorcyclists in the

EU, and development trends. The situation in Slovenia is also described; the country is introducing a methodology for carrying out in-depth analyses of accidents involving motorcyclists, which is the main emphasis of this paper. The amendment to Directive 2019/1936 provides for some significant changes regarding the safety analyses of powered two wheelers (PTWs), so the article also touches on these new requirements.

This is followed by a brief overview of some foreign methodologies for in-depth analyses of traffic accidents involving motorcyclists, with an emphasis on the new Slovenian methodology.

Ključne riječi: dubinska analiza, motociklisti, prometna sigurnost

Keywords: in-depth analysis, motorcyclists, traffic safety

Problematika motociklista

Motorna vozila s dva kotača (Powered Two Wheelers – PTWs) su atraktivno prijevozno sredstvo, naročito u velikim urbanim sredinama ali i izvan njih. Prije svega zbog brzine prometovanja odnosno izbjegavanja zastoja, svog ekonomskog učinka, a vrlo značajan je i socialni čimbenik, naročito u sredinama u kojima nema javnog putničkog prijevoza.

Upotreba motornih vozila s dva kotača ima svoje prednosti [1]:

- motorna vozila s dva kotača zauzimaju bitno manje prostora od osobnih automobila i ne pridonose zastojima u prometu,
- s lakoćom se "dupliraju" na prometnom traku ili "filtriraju" na prometno opterećenim dionicama i time pridonose smanjenju zastoja,
- prosječno u gradovima potroše približno 16–48% manje vremena od osobnih automobila za isti prijeđeni put,
- prosječno potroše između 55 i 81% manje goriva od osobnih automobila za isti prijeđeni put,
- prouzrokuju vrlo malu štetu na cestama u usporedbi s drugim motoriziranim oblicima prijevoza (malo osovinsko opterećenje),
- omogućavaju mobilnost u ruralnim i osamljenim područjima, u kojima nema javnog putničkog prijevoza,
- omogućavaju izvođenje brže dostave, uključujući zdravstvo (krv, organi),
- lakše parkiranje,
- jeftinije održavanje,
- motociklist spasilac brže dolazi na lokaciju prometne nesreće od vozila hitne medicinske službe,
-,

zbog toga u mnogim državama različitim mjerama podstiču upotrebu motornih vozila s dva kotača (npr. Španija, Velika Britanija, Francuska).

Bez obzira na prije navedeno, vožnja motornih vozila s dva kotača ima i svoje nedostatke odnosno predstavlja određene opasnosti [1]:

- vozači motocikala nisu zaštićeni "štitom",
- mala masa s obzirom na ostale vrste motoriziranih sudionika u prometu, koji dolaze iz suprotnog smjera,
- mali presjek (silueta) u usporedbi s ostalim motoriziranim sudionicima,
- razmjer kW/kg,
- (samo) dvije (male) kontaktne plohe preko kojih se sile prenose s motocikla na kolnik i obratno,
- neke mjere za omogućavanje pasivne sigurnosti (npr. čelične zaštitne ograde) su u pravilu izumljene za osobne automobile, autobuse i teretna vozila i mogu motociklistima predstavljati veliku opasnost,
- prilikom vožnje kroz krivinu, sve uzdužne i poprečne sile na motociklista su u ravnoteži, zato može i vrlo mala uzdužna (npr. kočenje) ili poprečna sila

(npr. izbjegavanje prepreke) prouzročiti gubitak kontrole nad motociklom [1]

Stanje prometne sigurnosti motociklista u EU

U dokumentu EK, European Road Safety Observatory, Facts and Figures, Motorcyclists and moped riders [2] navode se statistički podaci vezano na problematiku prometne sigurnosti motociklista i mopedista u EU.

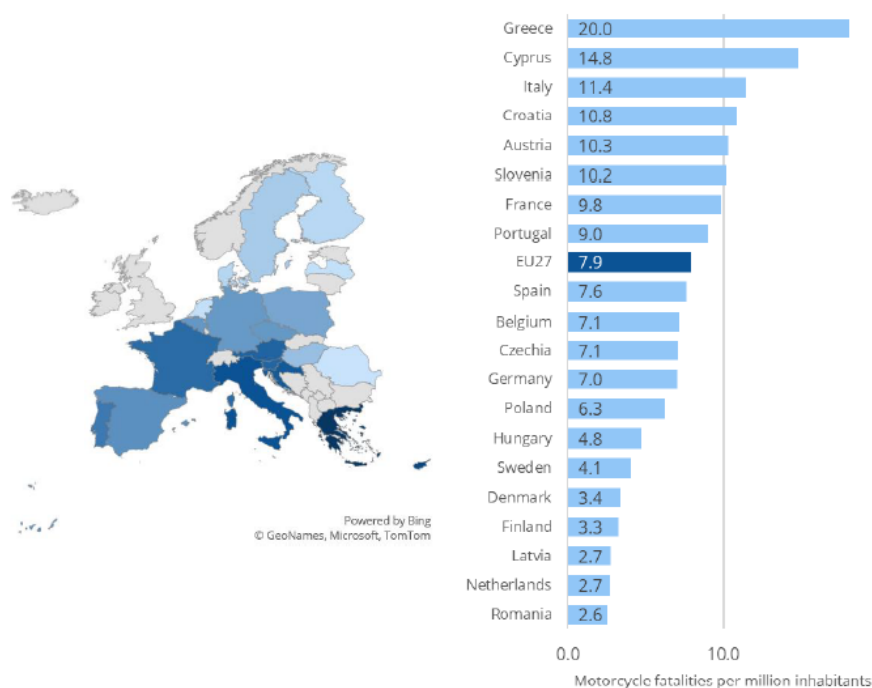
Godine 2018. 15,5% svih poginulih na cestama u EU27 bili su motociklisti. Iako se broj poginulih vozača motocikala smanjio za 15% između 2010. i 2018., ukupan broj poginulih na cestama smanjio se još više (-21%). Kao rezultat toga, relativni udio smrtnih slučajeva vozača motocikala u ukupnom broju stradalih na cestama neznatno se povećao, sa 14,3% u 2010. na 15,5% u 2018.

Države članice EU s najvećim brojem poginulih motociklista su (od najvećeg do najmanjeg broja) Italija, Francuska, Njemačka, Španjolska i Poljska. Ovo su također zemlje s najvećim brojem poginulih vozača mopeda; razlikuje se samo redoslijed zemalja. Francuska ima najveći broj poginulih vozača mopeda, a slijede Italija, Njemačka, Poljska i Španjolska. Za ta dva načina prijevoza zajedno Italija ima najveći broj poginulih vozača motornih vozila s dva kotača.

Vrlo zanimljiv je i podatak o stopi smrtnosti motociklista (tj. broj poginulih motociklista na milijun stanovnika) (Slika 1).

Ali prilikom interpretacije statističkih podataka treba biti vrlo pažljiv. Naime iako je stopa smrtnosti motociklista na jugu EU najveća, potrebno je biti svjestan činjenice, da su tamo motocikli popularniji nego na sjeveru EU. Po jednom istraživanju, 21% odnosno 23% odraslih Talijana i Grka, koristilo je motocikle i mopede za svoju svakodnevnu vožnju u 2018. godini, dok je prosjek za svih 20 zemalja EU koje su sudjelovale u istraživanju iznosio samo 13 %.

Slika 1. Broj poginulih motociklista na milijun stanovnika u državama EU27 (2016-2018)

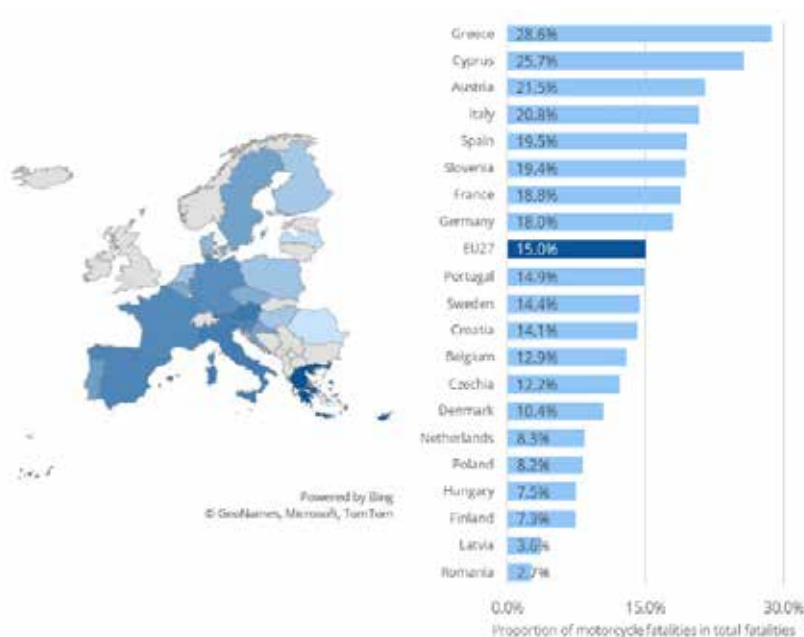


Izvor: [2]

Smrtnost je važan pokazatelj, ali ne uzima u obzir razlike u općem stanju sigurnosti cestovnog prometa u zemljama. Drugim riječima, moguće je da je stopa smrtnosti za vozače motornih vozila s dva kotača u određenoj zemlji visoka jer je ukupna stopa smrtnosti za sve sudionike u prometu u toj zemlji visoka.

Stoga je važno pogledati i udio poginulih motociklista u ukupnom broju smrtnih slučajeva na cestama. Stopa udjela pokazuje relativnu učestalost smrtnih slučajeva među vozačima motornih vozila s dva kotača u određenoj zemlji (Slika 2).

Slika 2. Udio poginulih motociklista u ukupnom broju poginulih na cestama u državama EU27 (2016-2018)



Izvor: [2]

Na kraju ovog poglavlja još samo zanimljivost da je 2018. godine u EU čak 36 % motociklista poginulo u prometnim nesrećama u kojima je sudjelovalo samo jedno motorno vozilo ("single-vehicle collision") i bez učešća pješaka. Ovaj podatak može se tumačiti na dva načina (osposobljenost motociklista ili sigurnost okoline ceste).

Stanje prometne sigurnosti motociklista u Sloveniji

Na početku ovog poglavlja potrebno je napomenuti činjenicu, da broj registriranih motocikala u Sloveniji neprestano raste, a to je potrebno uzeti u obzir prilikom donošenja zaključaka u vezi s njihovom prometno-sigurnosnom situacijom. Naime, porastom broja neke vrste sudionika u prometu, povećava se i mogućnost njihovog učešća u prometnoj nesreći (primjer Italije).

U razdoblju 2010–2019 popularnost motocikala u Sloveniji je u neprestanom porastu, što nam dokazuje sve veći broj registriranih motocikala [3]. Ako usporedimo porast broja registriranih motocikala s porastom broja registriranih osobnih automobila, ustanovit ćemo da se je u razdoblju 2010–2019 broj registriranih osobnih automobila povećao za 10 %, a broj registriranih motocikala za čak 44 %.

Nažalost, ako uzmemo udio umrlih i teško tjelesno povrijeđenih motociklista ustanovit ćemo da je taj udio bitno veći nego što je njihov udio u strukturi prometa.

U razdoblju 2010–2019 se je [3]:

- udio prometnih nesreća s učešćem motociklista povećao s 3,2 % na 3,6 %,
- udio umrlih motociklista povećao s 12,3 % na 19,6 % i
- udio povrijeđenih motociklista povećao s 19,8 % na 23,0 %.

Uzrok za nastanak prometne nesreće s učešćem motociklista jako ovisi od toga tko je prouzročitelj prometne nesreće. Skoro polovina odnosno 48 % svih prometnih nesreća s učešćem motociklista, koje prouzroče motociklisti sami, desi se zbog neprilagođene brzine. Ukoliko je prouzročitelj drugi sudionik u prometu, na prvom je mjestu neuvažavanje pravila o prednosti s 44 %. [3]

Značajan podatak prilikom analize prometnih nesreća motociklista je i podatak s kim je motociklist učestvovao u prometnoj nesreći. U razdoblju posljednjih 10 godina, umrli motociklist je najveći broj puta učestvovao u prometnoj nesreći s osobnim automobilom (u prosjeku u 48 % slučajeva), a u 35 % slučajeva motociklist je učestvovao u "solo" prometnoj nesreći. Trend posljednjih godina ukazuje na to da se broj prometnih nesreća u kojima učestvuje samo motociklist povećava, a broj prometnih nesreća s osobnim automobilom smanjuje.

Najveći broj motociklista – prouzročitelja prometnih nesreća proizlazi iz starostne grupe od 25. do 34. godine starosti. U zadnjem desetljeću je ta starostna grupa prouzrokovala 928 prometnih nesreća. Slijedi im starostna grupa od 35. do 44. godina starosti s 839 prometnih nesreća i starostna grupa od 45. do 54. godina s 789 prometnih nesreća. Najviše prometnih nesreća sa smrtnim ishodom prouzrokuje baš ova posljednja starostna grupa - u zadnjem desetljeću ih je prouzrokovala 33, a trend prouzročenih prometnih nesreća u zadnjem desetljeću raste. Najčešći prouzročitelji prometnih nesreća u razdoblju 2010-2019 bili su motoristi s posjedovanjem vozačke

dozvole do 5 godina. Prouzročili su 1.296 prometnih nesreća, od toga čak 43 sa smrtnim ishodom. Detaljna analiza ove grupe pokazuje da su najkritičnija grupa prouzročitelja prometnih nesreća motoristi koji posjeduju vozačku dozvolu između jedne i tri godine.

Broj prouzročenih prometnih nesreća s godinama trajanja vozačkog staža pada, a broj prometnih nesreća sa smrtnim ishodom je više-manje ravnomjerno raspoređen po grupama vozačkog staža. Posljednjih godina sve više je primjetan trend sve starijih prouzročitelja prometnih nesreća sa smrtnim ishodom. [3]

Zahtjevi novelacije Direktive 2019/1936 vezano na analizu prometne sigurnosti motornih vozila s dva kotača

Prije navedeno loše stanje prometne sigurnosti motornih vozila s dva kotača u EU, zajedno s pritiscima različitih institucija na EK, prouzrokovalo je da su u novelaciji Direktive 2019/1936 [4] oni eksplicitno uvršteni u kategoriju ranjivih sudionika u prometu (članak 2, nova točka 10).

Isto tako, u novelaciji direktive se od država članica zahtijeva (članak 6b) da osiguraju da se potrebe ranjivih sudionika u prometu uzimaju u obzir prilikom provedbe postupaka u cjelokupnom "životnom ciklusu ceste" (navedenim u člancima od 3. do 6.a), a to znači u postupcima RSIA, RSA, RSI i NWRSA, za sve ceste koje obuhvaća novelacija direktive (a to su osim cesta na TEN-T mreži i sve druge autoceste, a ujedno i primarne ceste). Tome su prilagođeni i prilozi noveliranoj direktivi (Prilog 2, novi Prilog 2a, novi Prilog 3).

Ujedno je u članku 9 novelacije direktive umetnut stavak (stavak 1a) koji od država članica zahtijeva da kurikulumi za osposobljavanje revizora sigurnosti na cestama moraju sadržavati aspekte povezane s ranjivim sudionicima u cestovnom prometu i infrastrukturu za takve sudionike.

Smjernice za zahtjeve u pogledu kvalitete povezane s ranjivim sudionicima u prometu izradit će EK, u bliskoj suradnji sa stručnjacima iz država članica.

Neke strane metodologije dubinskih istraživanja prometnih nesreća s učešćem motorista

Sustavno istraživanje čimbenika nastanka prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama provodi se u mnogim europskim državama sa visokim stupnjem sigurnosti u cestovnom prometu (Nizozemska, Švedska, Francuska, Finska, Norveška itd.). Osim toga, na području prometne sigurnosti razvijene države EU već imaju uspostavljene učinkovite sustave manje ili više neovisnog istraživanja čimbenika nastanka prometnih nesreća. [5]

Bez obzira na prije navedeno, dvije metode istraživanja čimbenika nastanka prometnih nesreća su vodeće. To su britanska RAIDS metoda, koja bazira na analizi podataka o prometnim nesrećama i njihovim lokacijama i finska VALT metoda, koja bazira na multidisciplinarnoj grupi stručnjaka, koji detaljno analiziraju prometnu nesreću i zajedno izrađuju konačno izvješće.

Britanska RAIDS metoda (Road Accident In-Depth Studies) namijenjena je dubinskom istraživanju prometnih nesreća. U početnoj fazi, 2016. godine, proizlazili su iz detaljne analize više od 1250 prometnih nesreća, u kojima se ispitala odgovornost vozača, vozila i cestovne infrastrukture za nastanak prometne nesreće. Namjena je bila istražiti uzroke prometnih nesreća, posljedice na sudionicima i troškove za društvo kao cjelinu.

Finska VALT metoda, nastala 2003. godine, temelji na višegodišnjoj tradiciji istraživanja i između ostalog definira djelovanje stručnih grupa za istraživanje čimbenika nastanka prometnih nesreća, koje čine stručnjaci iz brojnih područja (policajac, revizor cestovne sigurnosti, stručnjak za cestovna motorna vozila, liječnik i psiholog, a u nekim slučajevima i npr. stručnjak za željeznice, opasne terete itd.). Po VALT metodi istraživačka grupa na lokaciji prometne nesreće prikuplja potrebne podatke, a u nastavku sprovodi analizu prikupljenih podataka, rekonstrukciju prometne nesreće i analizu ključnih događaja te čimbenika prometne nesreće. [5] Istraživanje se u pravilu provodi u vrijeme kada je prometna policija još na uviđaju. Preporučljivo je da su svi članovi multidisciplinarne grupe tada prisutni na mjestu događaja. Od velike važnosti je njihovo međusobno sudjelovanje, jer na taj način dolazi do razmjene informacija. Svaki član grupe izrađuje svoj zapisnik (za svoje područje). Na kraju se svi zapisi ukomponiraju u završno izvješće.

Razlika u metodama je u tome da u finskoj metodi stručnjaci izvedu analizu prometne nesreće, izrade izvješće i predlože konkretne mjere za poboljšanje postojeće situacije. U britanskoj metodi stručnjaci izvedu analizu prometne nesreće, koju upišu u bazu podataka svih prometnih nesreća, na osnovu koje se na kraju izdaju preporuke za određenu vrstu mjera za većinu vrsta prometnih nesreća.

U VALT metodi se analiza prometne nesreće izvede detaljnije, ali na kraju svejedno nemamo zajedničkog prijedloga (za sve prometne nesreće) koje su to mjere koje treba izvesti, kao što je to predviđeno RAIDS metodom.

Metodologija dubinskog istraživanja prometnih nesreća s učešćem motorista u Sloveniji

Prije navedene metodologije opće su prirode odnosno koriste se za analizu prometnih nesreća svih vrsta motoriziranih sudionika u prometu, što nije dobro. U studiji MAIDS (Motorcycle Accidents In Depth Study) [6] ustanovljeno je naime kako prometne nesreće s učešćem motociklista imaju određene specifičnosti i da postoje velike razlike s obzirom na prometne nesreće u kojima učestvuju osobni automobili ili druga motorna vozila. MAIDS studija predstavlja najsveobuhvatnije europsko istraživanje prometnih nesreća motociklista. Studija je trajala tri godine i uključivala je grupe stručnjaka koje su u dogovoru s lokalnom policijom i bolnicama istraživale prometne nesreće motociklista u Italiji, Njemačkoj, Francuskoj, Nizozemskoj i Španiji. Grupe su analizirale više od 920 prometnih nesreća motociklista, uključeno je bilo 2.000 različitih varijabli, a korištena je OECD metodologija istraživanja.

Agencija za sigurnost prometa Republike Slovenije (AVP) je već 2016. godine počela s "djelomičnim" dubinskim analizama prometnih nesreća bez obzira na vrstu sudionika. "Djelomičnim" zbog toga jer u Sloveniji još nema smjernica za dubinsku analizu prometnih nesreća koju provode multidisciplinarne grupe stručnjaka, slično kao što se to radi po finskoj VALT metodi.

Krajem 2017. godine AVP je počela s istraživanjem prometnih nesreća ne samo sa stanovišta cestovne infrastrukture nego i sa stanovišta ponašanja motociklista, a krajem 2020. godine AVP je inicirala ideju o formiranju multidisciplinarne grupe za analizu prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama s učešćem motornih vozila na dva kotača.

Prije početka izrade strukture metodologije provjereno je stanje na području dubinske analize prometnih nesreća motociklista u nekim drugim zemljama. Tako je u sklopu istraživanja između ostalog provedeno i anketiranje predstavnika policije u Hrvatskoj, Austriji, Italiji, Mađarskoj, Njemačkoj i Nizozemskoj. [3]

- države, koje graniče sa Slovenijom, bile su izabrane zato, jer je stanje prometne sigurnosti motociklista u široj regiji lošije nego u ostalim državama EU, a ujedno su i motociklisti iz susjednih država često na slovenskim cestama i pojavljuju se kao sudionici u prometnim nesrećama,
- Italija i Njemačka su države s najvećim brojem registriranih motocikala,
- Nizozemska je jedna od država s najboljim stanjem na području prometne sigurnosti motociklista.

Anketiranjem predstavnika policije pridobili smo spoznaje o tome kako analizi prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama s učešćem motornih vozila na dva kotača pristupaju u tim državama.

Nakon toga pristupili smo idejnom kreiranju multidisciplinarne grupe.

Multidisciplinarnu grupu, osim predstavnika AVP (nadležnog za prometnu sigurnost motornih vozila s dva kotača), tvore i predstavnici policijskih uprava, zaduženi za komuniciranje s AVP vezano na prometne nesreće sa smrtnim posljedicama s učešćem motornih vozila na dva kotača, predstavnik Direkcije RS za infrastrukturu, revizori cestovne sigurnosti s dodatnim znanjima i poznavatelji ponašanja motociklista.

"Revizor cestovne sigurnosti s dodatnim znanjima" (RDZ) znači da ta osoba mora ujedno biti i ovlašteni inženjer građevinarstva ili ovlašteni inženjer tehnologije prometa i transporta, a ujedno i motociklist s dužim vozačkim stažem.

"Poznavatelj ponašanja motociklista" (PPM) je osoba koja ima dodatna znanja s područja poznavanja ponašanja motociklista. U pravilu su to bivši policajci (instruktori policajaca-motociklista), sa znanjem psihologije vožnje motociklista.

Revizor cestovne sigurnosti s dodatnim znanjima (RDZ) i poznavatelj ponašanja motociklista (PPM) zajedno čine "dvojac".

Prilikom analize prometnih nesreća koriste se, ovisno od područja koncentracije prometnih nesreća (točka odnosno raskrižje ili dionica ceste odnosno više uzastopnih raskrižja), nizozemske metode AVOC ili AGEb. [7]

Tablica 1. sadrži postupak postojećeg dubinskog istraživanja prometnih nesreća (DIPN) s učešćem motociklista u Sloveniji s nekim dodacima koje ćemo tek uvesti u budućnosti.

Tablica 1. Postupak dubinskog istraživanja prometnih nesreća (DIPN) s učešćem motociklista u Sloveniji

Korak	Faza	Opis faze	Obrazloženje
1	Filtriranje prometnih nesreća	1. filter: na PU	Analiziraju se samo one PN kod kojih se kao razlog sumnja na cestovnu infrastrukturu
		2. filter: na AVP	
2	Odabir dvojca	Odabir dvojca po lokaciji PN, mjestu boravka i raspoloživom vremenu RDZ i PPM ¹⁾	AVP šalje prve pridobivene informacije o PN ²⁾ svim RDZ-ima i PPM-ima i provjerava interes za provedbu DIPN.
3	AVP → PU	Komunikacija između AVP i nadležne PU	AVP javlja nadležnoj policijskoj upravi koji dvojac (RDZ i PPM) će doći na teren i usklađuje termin terenskog pregleda s policijom ³⁾
4	Terenska istraživanja (TI)	Prvo TI: s motociklima	Prisutnost policije i predstavnika AVP, razmjena informacija, RDZ i PPM više puta prijeđu predmetnu dionicu motociklima ⁴⁾ i istražuju moguće razloge za nastanak PN, snimanje kamerom, mjerenja
		Drugo TI: s osobnim automobilom ⁵⁾	Ukoliko je za kvalitetno terensko istraživanje potrebna oprema ⁶⁾ koja ne može stati na motocikl
5	Pisanje izvještaja	Posljedični	RDZ i PPM pišu odvojene izvještaje, nakon toga ih razmjenjuju i na kraju napišu zajednički izvještaj koji šalju AVP
		Statistički	RDZ ispunjava statistički izvještaj (sa svim detaljnim podacima, potrebnim za statističku obradu) i šalje ga na AVP
6	AVP → upravitelj ceste	Slanje posljedičnog izvještaja upravitelju ceste	AVP šalje posljedični izvještaj upravitelju ceste
7	Upravitelj ceste	Pokretanje aktivnosti upravitelja ceste	Upravitelj ceste pokreće aktivnosti za eliminaciju uzroka za nastanak PN ili ublažavanje posljedica: izlazak na teren stručnog osoblja koncesionara za održavanje ceste, provjera nalaza RDZ i PPM, obavješćavanje upravitelja ceste o ustanovljenim činjenicama, pisanje radnog naloga od strane upravitelja ceste, izvođenje mjera za sprječavanje nastanka PN ili ublažavanje njihovih posljedica
8	Upravitelj ceste → AVP	Slanje izvještaja o izvedenim mjerama	Upravitelj ceste šalje AVP izvještaj o izvedenim mjerama. Ukoliko se upravitelj ceste ne slaže s nekom od predloženih mjera od strane RDZ i PPM, to obrazloži u izvještaju.

¹⁾ Izlazak na teren što prije, a najkasnije do četrnaest dana od dana nastanka PN

²⁾ Uz opis PN i obrazac "Kriteriji procjene PN motociklista"

- 3) Po mogućnosti u vrijeme kada su policajci koji su radili uviđaj PN na radnom mjestu
- 4) Po mogućnosti u vrijeme nastanka PN
- 5) Opcija
- 6) Mjerač koeficienta prionljivosti, dron, retroreflektometar ...

Izvor: T. Tollazzi

Zaključak

Motorna vozila s dva kotača (Powered Two Wheelers – PTWs) su atraktivno prijevozno sredstvo, naročito u velikim urbanim sredinama ali i izvan njih. Prije svega zbog brzine prometovanja odnosno izbjegavanja zastoja, svog ekonomskog učinka, a vrlo značajan je i socialni čimbenik, naročito u sredinama u kojima nema javnog putničkog prijevoza. Upotreba motornih vozila s dva kotača ima svoje prednosti, ali i nedostatke odnosno predstavlja određene opasnosti.

Prosječno stanje u EU na području prometne sigurnosti motociklista je loše. Loše stanje prometne sigurnosti motornih vozila s dva kotača u EU, zajedno s pritiscima različitih institucija na EK da se nešto promijeni, prouzrokovalo je da su u novelaciji Direktive 2019/1936 oni eksplicitno uvršteni u kategoriju ranjivih sudionika u prometu. Isto tako, u novelaciji direktive se od država članica zahtijeva da osiguraju da se potrebe ranjivih sudionika u prometu uzimaju u obzir pri provedbi postupaka u cjelokupnom "životnom ciklusu ceste", a to znači u postupcima RSIA, RSA, RSI i NWRSA, za sve ceste koje obuhvaća novelacija direktive.

Sustavno istraživanje čimbenika nastanka prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama provodi se u mnogim europskim državama sa visokim stupnjem sigurnosti u cestovnom prometu. Osim toga, na području prometne sigurnosti razvijene države EU već imaju uspostavljene učinkovite sustave manje ili više neovisnog istraživanja čimbenika nastanka prometnih nesreća. Bez obzira na prije navedeno, dvije metode istraživanja čimbenika nastanka prometnih nesreća su vodeće. To su britanska RAIDS metoda, koja bazira na analizi podataka o prometnim nesrećama i njihovim lokacijama i finska VALT metoda, koja bazira na multidisciplinarnoj grupi stručnjaka, koji detaljno analiziraju prometnu nesreću i zajedno izrađuju konačno izvješće. Prije navedene metodologije opće su prirode odnosno koriste se za analizu prometnih nesreća svih vrsta motoriziranih sudionika u prometu, što nije dobro. Za analizu prometnih nesreća motociklista adekvatnija je MAIDS metoda.

Broj registriranih motocikala u Sloveniji neprestano raste. Ako usporedimo porast broja registriranih motocikala s porastom broja registriranih osobnih automobila, ustanovit ćemo da se je u razdoblju 2010–2019 broj registriranih osobnih automobila povećao za 10 %, a broj registriranih motocikala za čak 44 %. Nažalost, ako uzmemo udio umrlih i teško tjelesno povrijeđenih motociklista ustanovit ćemo da je taj udio bitno veći nego što je njihov udio u strukturi prometa.

Krajem 2020. godine AVP je inicirala ideju o formiranju multidisciplinarne grupe za analizu prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama s učešćem motornih vozila na dva kotača. Prikazana je metodologija koja se trenutno koristi u Sloveniji.

Napomena

Izradu Metodologije dubinske analize prometnih nesreč s učeščem motociklista u Republici Sloveniji finansijski su posredno i neposredno omogućili Ministrstvo za infrastrukturo RS, Direkcija RS za infrastrukturo i Agencija za varnost prometa. Metodologija podliježe autorskim pravima.

Literatura

- [1] Tollazzi, T. (2020). Key components of motorcyclists' safety: motorcycle - rider - environment. Generis Publishing. ISBN 979-8-7064-9237-3.
- [2] European Commission, European Road Safety Observatory, Facts and Figures, Motorcyclists and moped riders, (2020).
- [3] Murkovič, A. (2021). Varnost motoristov v cestnem prometu – dileme pri ogledu kraja prometne nesreče. Magistrsko delo. Nova univerza, Fakulteta za državne in evropske študije.
- [4] Direktiva 2019/1936 Evropskog Parlamenta i Vijeća o izmjeni Direktive 2008/96/EZ o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture. (2019).
- [5] Strah, R. (2016). Učinkovito raziskovanje dejavnikov nastanka prometnih nesreč. Magistrsko delo. Nova univerza, Fakulteta za državne in evropske študije.
- [6] ACEM. (2009). In-Depth investigation of motorcycle accidents - MAIDS. Final report.
- [7] Kenjić, Z. (1998). Metodologija eliminiranja uzroka nastajanja prometnih nezgoda. Prvi kongres Transport, Promet in Logistika, Maribor.

EVROPSKA DIREKTIVA O UPRAVLJANJU SIGURNOSTI CESTOVNE INFRASTRUKTURE (RISM II) – PROVEDBA U NIZOZEMSKOJ

ROAD INFRASTRUCTURE SAFETY MANAGEMENT – IMPLEMENTATION OF RISM-II IN THE NETHERLANDS

Zoran Kenjić, mag.ing.građ.
Ministry of Infrastructure and Water Management
zoran.kenjic@gmail.com
zoran.kenjic@rws.nl

Patrick Broeren, MSc
Arcadis Netherlands
Patrick.broeren@arcadis.com

Sažetak

Direktivom Europske unije 2019/1936 Upravljanje sigurnošću cestovne infrastrukture (RISM-II) nastoji se dodatno poboljšati sigurnost na cestama u državama članicama. Prethodnica ove Direktive iz 2008. primjenjivala se na ceste TEN-T mreže, a ova se Direktiva primjenjuje na sve autoceste i druge primarne ceste. Direktiva iz 2019. sadržava i nekoliko novih instrumenata i postupaka za praćenje provođenja rezultata provedenih procedura za sigurnost na cestama. U Nizozemskoj su nacionalni, pokrajinski i općinski upravljači cestama surađivali na provedbi RISM-II. Različiti instrumenti razrađeni su u postupcima i utvrđene su metodologije.

U ovom radu dijele se iskustva s implementacijom RISM-II u Nizozemskoj. Poseban naglasak je dat na dva nova instrumenta: ciljanoj inspekciji sigurnosti na cestama i procjeni sigurnosti na cestama na razini cijele mreže.

Ključne riječi: Direktiva, RISM, prometna sigurnost, izmjene

Summary

The European Union Directive 2019/1936 Road Infrastructure Safety Management (RISM-II) aims to further improve road safety within the Member States. The predecessor of this Directive from 2008 applied to TEN-T roads, this Directive applies to all motorways and other primary roads. The 2019 Directive also contains several new instruments and procedures for the follow-up of findings from the road safety instruments.

In the Netherlands, the national, provincial and municipal road authorities have worked together on the implementation of RISM-II. The various instruments have been elaborated in the procedures and methodologies have been determined.

In this paper, experiences are shared with the implementation of RISM-II in the Netherlands. In addition, two new instruments are specifically discussed: the targeted road safety inspection and the network-wide road safety assessment.

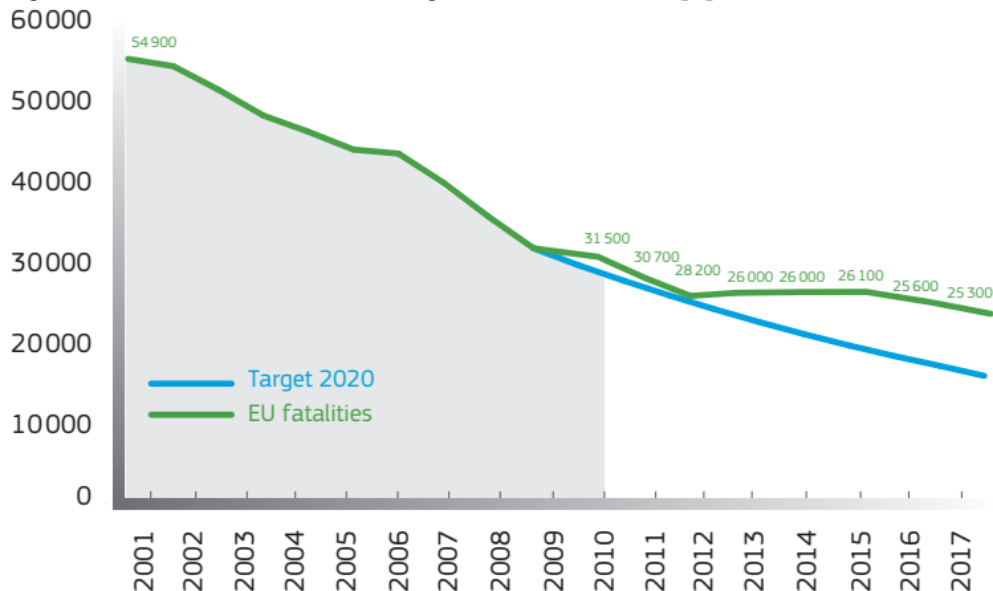
Keywords: EU Directive, RISM, road safety, amendments

1 Introduction

The European Union policy entitled 'Towards a European road safety area: policy orientations on road safety 2011-2020' stated the strategic objectives of the Union to halve the number of road deaths by 2020 compared to 2010 and to move close to zero fatalities by 2050.

However, progress towards achieving those objectives has stalled in recent years. A new interim target of halving the number of serious injuries by 2030 compared to 2020 was endorsed by Council in 2017. Greater efforts are therefore needed to attain both those targets.

Figure 1: EU Fatalities and targets 2010 – 2020 [1]



The road infrastructure safety management ('RISM') procedures implemented on the TEN-T network have helped reduce fatalities and serious injuries in the Union. It is clear from the evaluation of the effects of Directive 2008/96/EC [2] of the European Parliament and of the Council that Member States which have been applying RISM principles on a voluntary basis to their national roads beyond the TEN-T network have achieved much better road safety performance than Member States which did not do so. It is therefore also desirable for those RISM principles to be applied to other parts of the European road network.

On November 26, 2019, Directive 2019/1936 [3] adopted, which aims to amend the RISM Directive. The European Directive 2019/1936 is an amendment of the Directive 2008/96/EC adopted on 19 November 2008 of the European Parliament and of the Council on road infrastructure road safety management. The review is related to the fact that the European Union (EU) is meeting the targets related to the reduction of the number road accidents has intensified since the adoption of the Directive in 2008.

According to the EU, more effort is needed to achieve the tightened target; in view of this, the Directive (EU) 2019/1036 adopted. The main changes are the extension of the scope of the directive, the introduction of new procedures and the introduction of so-called 'follow-up' of these procedures.

The expansion of the scope means that, in addition to TEN-T roads, in the Netherlands (mainly) managed by the national Road Authority (Rijkswaterstaat), other roads also fall under the scope of application. This includes roads managed by other public road authorities (province, municipality and water authorities) or private road authorities.

2 RISM safety instruments

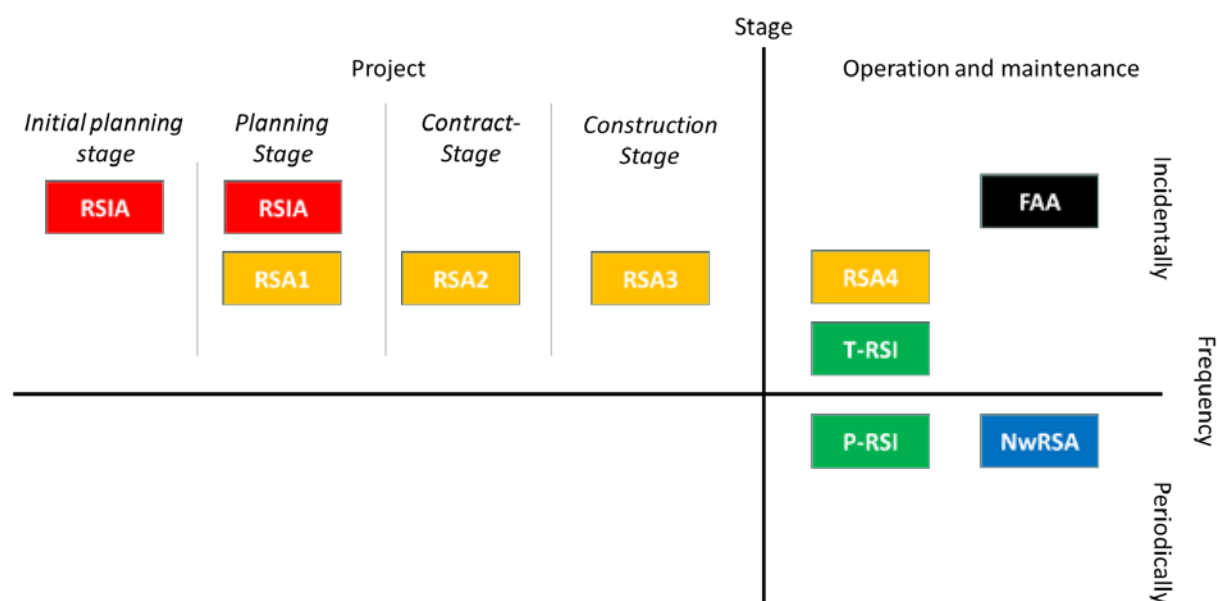
The Directive obliges Member States to, for roads and road infrastructure projects to which the Directive applies, carry out various procedures for road safety. These procedures, also called RISM referred to as road safety instruments, concern:

- Road Safety Impact Assessment (RSIA): a strategic comparative assessment of the effect that a road infrastructure project has on the road safety level of the road network.
- Road Safety Audit (RSA): an independent, detailed, systematic and technical road safety check of the design elements of a road infrastructure project.
- Network-wide Road Safety Assessment (NwRSA): a periodic assessment of the road network with the aim of determining the road sections identify where the crash rate is high and a relatively large number of major crashes have occurred.
- Periodic road safety inspections (P-RSI): a periodic assessment of the characteristics and defects of a road that requires maintenance work with a view to road safety.
- Targeted road safety inspection (T-RSI): a targeted investigation to detect dangerous circumstances, defects and problems that increase the risk of accidents and personal injury, based on a visit to the site on an existing road or section of road.
- Fatal Accident Analysis (FAA): accident report of a fatal accident on a road.

The Directive provides a framework for application for a number of these procedures, which can be taken into account in their implementation turn into. This is only a best efforts obligation and not a result obligation. In the elaboration of the instruments and the guidelines for application use these frameworks.

The RISM instruments are applied in different stages of the life cycle of a road. Some instruments are used during a road infrastructure project, others are applicable to existing roads (operation and maintenance stage). In addition, for roads in the operations and maintenance phase, some instruments are used occasionally and others periodically. Figure 2 shows the RISM instruments in relation to the infrastructural life cycle.

Figure 2: The RISM instruments in relation to the infrastructural life cycle



3 Implementation process

The Ministry of Infrastructure and Water Management is responsible for the application and implementation of RISM in the Netherlands, together with the road authorities (provinces, municipalities, water authorities and private road authorities).

The European RISM guideline has been implemented in Dutch law in the Road Traffic Act (Wvw) 1994, the Traffic Safety Road Infrastructure Decree (Bvw) and the Regulation for Recognition of EU Professional Qualifications road safety auditors and special road safety inspectors (Regulation).

The Directive and the Decree prescribe that road authorities during the design, construction and operation phase carry out procedures for road safety. The Directive and the Decree are therefore in line with the existing practice of road authorities in the Netherlands. Systematically paying attention to road safety during the design process of road infrastructure projects as well as monitoring and improving road safety of the road network, are activities that all road authorities already carry out on a structural basis. The aim of the Directive is to ensure a consistently high level of road safety on the whole trans-European road network and the whole network of motorways and trunk roads in the EU.

Figure 3: RISM Directive, Legislative and Framework



For the practical application of the road safety instruments in the operational work processes and procedures, the Framework has been drawn up as a guideline. This Framework is a guideline to support road authorities that fall within the scope of the Decree. This Framework is a tool for working with the Decree and correctly fulfill the obligations arising from the RISM guideline. **The Framework itself has no legal status.** Only the requirements from the Road Traffic Act (Wvw 1994), the Decree and the Regulations themselves are legally valid. The framework does not contain a blueprint, but provides a handle for the steps to be followed steps that are important in the application of RISM's road safety tools.

4 New safety instruments

4.1 Introduction

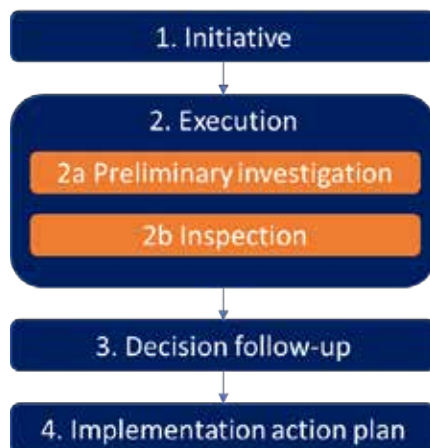
According to the EU, follow-up is crucial to achieve road infrastructure improvements in road safety bring. Without follow-up, there is a risk that findings will not lead to action in cases where it is necessary. To facilitate the follow-up of RISM-instruments outcome, two new procedures have been added to the amended Directive: the procedure for a network-wide road safety assessment (NwRSA) and the targeted road safety inspection (T-RSI). The results of an network-wide assessment (NwRSA) can result in measures to be taken immediately to improve the road safety, or can be followed by a targeted road safety inspection (T-RSI). This section describes both new procedures and their relations.

4.2 Targeted road safety inspection

A targeted road safety inspection is a further investigation into the causes of road (un)safety in a specific location or road section. The aim is to determine which factors contribute to an increased accident or injury risk and which countermeasures can be taken to reduce these risks. A T-RSI differs from a periodic RSI because it deals with a specific high-risk location, involves a more in-depth analysis of causes of crashes and is carried out by an expert team.

The figure below shows the process steps for implementing the T-RSI, following the EU Directive requirements and elaborated in the Dutch framework. In the following paragraphs the individual steps are explained.

Figure 4. Step-by-step plan for the Targeted RSI



Step 1. Initiative for T-RSI

The road authority can have a T-RSI performed at locations where (possible) road safety risks have been identified. The road authority itself determines whether the T-RSI will be carried out, based on the identified risks and the feeling that it concerns structural problems.

In the Decree it is defined as follows: The road authority can, on the basis of the results of a network-wide road safety assessment, decide for a targeted road safety inspection or immediately take safety improvement measures.

In addition to the risks identified in the NwRSA, there are various other possible reasons for performing a T-RSI, such as: risks identified in a Periodic Road Safety Inspection (P-RSI) or fatal Accident Analysis (FAA), road authority's own quantitative assessments or political sensitive road sections.

After the road authority has decided to carry out a T-RSI, it instructs an expert team. This team consists of at least two experts, of which at least one person possesses a certificate of competence for a targeted road inspection.

Step 2a. Preliminary investigation T-RSI

The T-RSI consists of a preliminary investigation and the inspection, both carried out by an expert team. This preliminary investigation is carried out by the expert team, in consultation with the road manager. The purpose of this step is to define the scope of the T-RSI and to collect relevant information.

A mandatory part of the relevant information concerns the accident data (registered accidents). In accordance with Directive 2008/96/EC, also other information can be considered: traffic situation, road design, traffic data (amount and speed) and accident data.

Step 2b. Inspection T-RSI

In the second phase of a T-RSI, the actual inspection by the expert team is executed. No specific method is prescribed for carrying out the inspection. This is part of the knowledge and experience of the expert team and is part of the training and examination of the targeted road safety inspector. However, a number of themes have been identified that must be part of the inspection report (in line with the structure of the RSA). Attention to vulnerable road users is an example of a mandatory part

The inspection report includes the results of both the preliminary investigation and the inspection. The report describes in detail which risks have been identified, with an indication of the seriousness of these risks, what the (probable) causes are and what (possible) countermeasures can be taken. An indication of the severity of the findings is necessary, so that the road authority can determine the priorities for the follow-up actions in the subsequent steps.

Step 3. Decision follow-up action T-RSI

Next, the road authority decides if it is necessary to take countermeasures. It is important that decision makers, were not part of the expert team. A distinction must be made between the role of the inspector and the responsibility of the road manager.

When determining the necessary follow-up actions, it is up to the road authority to make the right considerations. Improvement measures are primarily aimed at: a) road sections with a low safety level, and b) road sections with a high potential for the improvement of road safety and a lot of accident costs can be saved'.

The result of this step is a response note to the inspection report. In this, the road authority reports which findings will or will not be addressed and which countermeasures will be taken. It is wise to have this response formally established by the official responsible (e.g. director), to ensure the follow-up in the organization of the road authority. This can be done in coherence with the action plan as explained in the next step.

Step 4. Implementation of the Action Plan T-RSI

In the last step, the road authority must implement the chosen improvement measures in the organization, by means of an action plan: the road authority draws up an action plan, including risk prioritization. Main goal of this is to ensure that all intended improvement measures are planned by the relevant departments and are actually carried out.

The action plan can, for example, consist of a list of intended improvement measures, the risk prioritization, the method on which the measure is implemented and which department is responsible for it. The road authority can periodically monitor this list to see whether the relevant measures have actually been implemented. The risk prioritization here arises from the previous step and arises from the severity of the finding, the size of the measure, the required preparation/realization time and possible integrated approach (combine the measure with already planned maintenance work).

With regard to monitoring, this mainly concerns process-based monitoring of the actual implementation of the intended improvement measures. Substantive monitoring of the effects on road safety can be carried out, but can also be seen as part of, the network-wide road safety assessment.

4.3 Network-wide road safety assessment

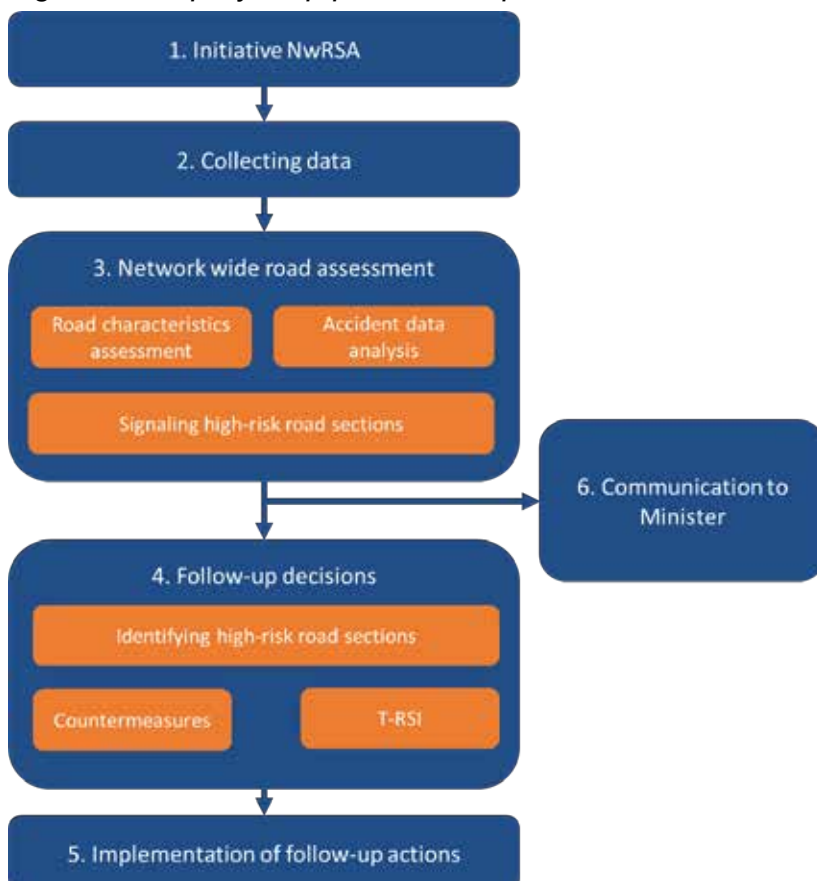
The Network-wide road safety assessment (NwRSA) is a periodic assessment of the road network, aiming to identify road sections with a high crash risk and a relatively large number of serious accidents. The NwRSA includes the entire road network within the scope of RISM. The NwRSA is a new instrument, which is being further developed within the EU Commission; an update of the regulations will follow at the beginning of 2024. In this chapter, the methodology is explained on the basis of the current (provisional) regulations and the elaboration of the Dutch road authorities.

The NwRSA is carried out in the operation and maintenance phase. The NwRSA is executed periodically (at least every five years). The drafting of the NwRSA is a best efforts obligation for the road authority. The NwRSA could possibly be part of a broader monitoring scheme for road management or road safety.

The NwRSA identifies road sections with (possibly) low road safety and leads to follow-up steps. Since the NwRSA has mainly a signaling function, the methodology has a lower level of detail compared to the RSA and RSI. In the NwRSA, a proactive approach (based on road characteristics) and reactive approach (based on accident rates) are combined. Identifying road sections with a large accident risk, focuses on a risk-based approach; for example by identifying unsafe design features that lead to a high accident rate. Road sections with a relatively large number of serious accidents (with fatalities and serious injuries), result from the reactive approach based on accident data.

The Dutch framework for RISM identifies a process to apply the NwRSA. The process for the NwRSA is shown in the figure 5.

Figure 5. Step-by-step plan for the process of NwRSA



Step 1. Initiative NwRSA

The road authority takes the initiative to start a NwRSA. In accordance with the EU directive and the Decree, the road authority must apply a NwRSA at least once every five years. The first NwRSA must be completed by 2024 for the entire RISM road network. The road authority can decide to include the entire RISM road network in one NwRSA or to execute multiple NwRSA's for different network parts.

Step 2. Collect data

The goal of the next step is to collect data for the proactive approach (data on road design features) and for the reactive approach (accident data).

Data regarding design features of the road, includes all characteristics that are relevant for road safety. It is especially important that the data is sufficiently detailed and suitable to test the road safety level of the individual design features. The Decree refers to the indicative elements in Annex III of the EU directive for this.

The required data can be collected on site, for example by carrying out inspections (a visual survey) or by collecting image material (electronically) from digital (GIS) data sources or other data from road management files. In addition, previously prepared reports from other RISM instruments (RSIA, RSA, RSIs, FAA) are an important source for determining the road safety level of road sections; these contain valuable information about possible risks in the road network.

The second part of the NwRSA is based accident data. Information about registered accidents is provided in the Netherlands by the Minister, so that a sufficiently reliable accident database is guaranteed. A point of concern in the accident data, is that not all accidents are included in the statistics; insufficient accident data makes it difficult to establish relationships with locations and causes. That is also why the NwRSA combines a proactive approach (based on road characteristics) and a reactive approach.

Step 3. Assessment of road safety on the road network

The road authority prepares the NwRSA report on the basis of the collected data. The aim of the NwRSA is to identify the road sections where the crash risk is high and a relatively large number of major accidents have taken place. In the NwRSA, the risk-based and reactive approach are combined.

The road authority itself determines how the NwRSA is drawn up and which methodology is used. In any case, this methodology should contain:

- Assessment of design features.
- Analysis of accident data.
- Signaling risky road sections.

Design feature assessment focuses on analyzing road and traffic properties with the aim of signaling whether roads have design characteristics that lead to a higher risk of accidents or greater seriousness.

Secondly, when elaborating the NwRSA, the road authority carries out an analysis of the accident data. The road manager is free to determine the methodology. Three approaches can be considered (or a combination of these):

1. Risk assessment: the risk of an individual driver to be involved in a (injury) accident (combination of number of accidents, travel volumes and length of the road network).
2. Accident properties: analysis of crashes to determine the most common type of crashes (e.g. roadside crashes or rear-end collisions).
3. Accident concentrations: determining road sections with black spots (large concentration of vehicles at the same location or road section).

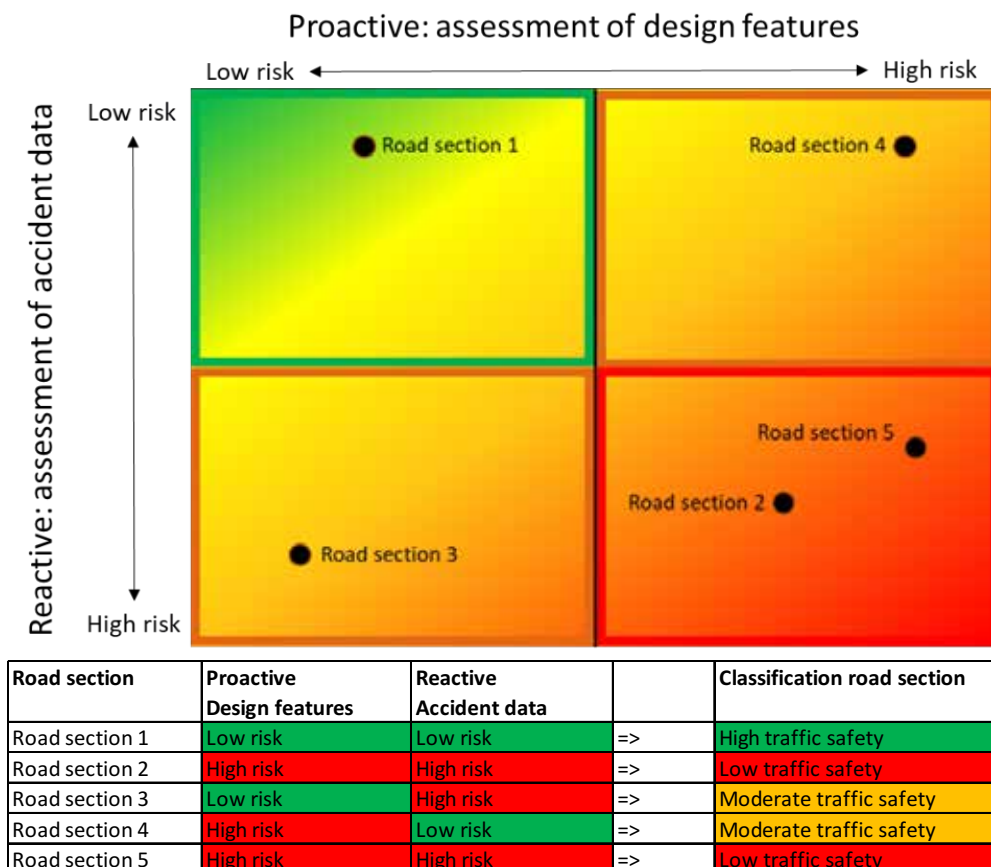
The final step in the assessment identifies the risky road sections. In accordance with the Decree, the road authority identifies (at least) three risk categories.

Identifying high-risk road sections, means that all road sections are classified on the basis of the actual data from the analyzes performed. The analyzes on design features and accident data are combined into one representation of the identified risk per road section. To achieve national uniformity in risk assessment and feedback to Europe, the following steps are taken for each road section:

1. *Proactive approach (assessment of design features)*. The road safety of the design of a road section is scaled on the basis of one of the existing methods used by the road authority. This is, for example, a representation of the deviation from current guidelines and/or the presence of risky design elements.
2. *Reactive approach (assessment of accident data)*. The calculated risk (number of accidents per million traveled kilometers) for a road section, is compared with the average risk. Also accidents types associated with serious injury and crash concentrations are indicators that can be used.
3. *Category classification*: in the third step, the road authority makes a classification of categories based on the combination of assessment of design features and accident data.

Figure 6 shows an example of the risk categories.

Figure 6. NwRSA category classification based on design features and accident data



NwRSA risk category	Definition
Road section with a high traffic safety level	Road section with a safe design AND a low accident rate
Road section with a moderate traffic safety level	Road section with design deviations OR a high accident rate
Road section with a low traffic safety level	Road section with design deviations AND A high accident rate

In the NwRSA report the results and conclusions of the analyzes on design features and accident data are documented. The report contains a map or a table with the risk labels (the three risk categories) of all analyzed road sections.

Step 4. Decisions for follow-up actions

After identifying the high-risk road sections, the road authority has to decide whether and which follow-up actions are required for each road section. One of the instruments that can follow the NwRSA is a targeted road safety inspection (T-RSI); with this instrument the risks of road section can be investigated in more detail. The other option is to implement traffic safety improvement measures directly after the NwRSA.

Step 5. Implementation follow-up actions

After the NwRSA has been completed and follow-up actions have been determined, these actions must be implemented. Two aspect have to be taken into consideration:

1. Implement the follow-up actions in the organization.
2. Record decisions about choices made.

From a road safety perspective, it is desirable to carry out follow-up actions as quickly as possible, but it can be efficient (financial and workload) to combine improvement measures with planned maintenance.

The choices for follow-up actions must be substantiated and recorded at the end of the process. This can be done, by including in the NwRSA report or by compiling a separate decision memorandum.

Step 6. Communicate classification to Minister

In the last step the Minister of Transport and Infrastructure is informed about the outcome. Every road authority must inform the Minister about the roads risk categorization. This follows from the (amended) RISM Directive 2008/96/EC, which states that the Commission publishes a map providing insight into the safety of the EU RISM road network.

5 Discussion

RISM-scope

The first EU RISM Directive from 2008 prescribed safety procedures for all TEN-T roads in the European Union. The TEN-T network covers only a marginal fraction of the complete European road network; this means that the positive contribution to the road safety improvement can only be small. In addition to the RISM obligation, the Dutch Ministry decided to apply the RISM-I road safety instruments to all highways in the Netherlands, thus increasing the impact of the EU Directive.

With the 2019 EU RISM Directive, additional safety instruments are introduced and the guideline applies to more roads: all main roads are now included. This means that not only the Dutch national road authority (Rijkswaterstaat) is confronted with the safety procedures, but also Provinces and municipalities. But still, the vast majority of the Dutch road network is not covered by RISM. In the Dutch situation, this also means that the most unsafe roads are no subject to the RISM safety procedures. In reaction, some Provinces decided to apply the RISM safety instruments to other road categories; they recognize the positive contribution of RISM and increase the RISM scope on a voluntary basis. This is a very positive side effect of the 2019 EU Directive.

Availability of data

From the description of the various RISM procedures can be concluded that most instruments need a substantial amount of data to produce reliable outcome; accident data and detailed road characteristics are necessary to apply, for instance, a Road Safety Impact Assessment (RSIA), a Targeted Road Safety Inspection (T-RSI) or a Network-wide Road Safety Assessment (NwRSA). For the Dutch national road network, almost all data is available in databases, but other road authorities, especially smaller provinces and municipalities, have to deal with incomplete data sets. In order to be able to apply the RISM safety instruments correctly, these road authorities have to invest first in completing (and the quality) of their road characteristics database. Fortunately, accident characteristics are included in national database, covering all roads in The Netherlands.

Cooperation between road authorities

Since 2009 the Dutch national road authority is applying the RISM-I procedures to its network. They have developed several methodologies, frameworks and formats for implementing the road safety instruments. The additional requirements following from RISM-II, cause only a small change in the work process.

However, for the Provinces and municipalities the situation is different: most of them do not have any experience with the road safety instruments. This means, that they have to start developing procedures, implement these procedures in their existing work process, educate and train staff and coordinate the RISM activities.

To support the Provinces and municipalities with the introduction of RISM instruments, the road authorities worked closely together in developing the 'RISM implementation framework'. The national road authority Rijkswaterstaat shared their methodologies, formats and experience with the other road authorities and procedures were customized to be in line with the characteristics of Provincial and municipal roads. The standardization of the procedures and methodologies for all RISM safety instruments, simplify the cooperation and knowledge exchange between road authorities.

Further a RISM-community is created, facilitating the exchange of experiences, best practices and methodologies.

LITERATURE

[1] Road Safety in the European Union, Trends, statistics and main challenges, European Commission, April 2018

[2] DIRECTIVE 2008/96/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 19 November 2008, on road infrastructure safety management

DETERMINING THE COMPLEXITY OF FREEWAY NETWORKS – A NEW METHODOLOGY

**Patrick Broeren, MSc
Senior consultant
Arcadis Netherlands
6800 AG Arnhem
The Netherlands
Patrick.broeren@arcadis.com**

Summary

The growth of traffic volumes on road networks over time, has led to an increase in the complexity of freeway systems. A complex road design intensifies the driving task, possibly resulting in an increase of the incident and crash rate and decrease of the network reliability. Commissioned by the Dutch National Road Authority, Rijkswaterstaat, an exploratory study was conducted on complexity. The objective of this study was:

- Determine a definition for complexity.*
- Explore which road and traffic characteristics contribute to complexity.*
- Find methodologies to determine the complexity of freeway networks.*

The authors derived road elements that effect the complexity of freeways networks and the driving task from a literature review. Methodologies to determine the complexity of road networks were examined. However, none of these methodologies addressed all the aspects that affect complexity; therefore, the authors developed a new methodology. This methodology contains 11 criteria in the area of road geometrics, road configurations, traffic flows, and signage. This new methodology was calibrated and validated with the data from complex freeway networks in The Netherlands, Belgium and Germany.

Keywords: complexity, freeways, human factors, traffic safety

1 Introduction

With the increase of traffic on the highway network in the last decades in The Netherlands, it became necessary to apply carriageways with many traffic lanes, parallel carriageways for the exchange of traffic with the urban road network and non-standard interchanges. The past 10 years, freeway sections have been constructed that can be described complex: the freeway network around the Coentunnel and the corridor between Schiphol airport, Amsterdam and Almere are examples of complex road systems.

A complex road design intensifies the driving task, possibly resulting in an increase of the incident and crash rate. Crashes in turn lead to severe congestion. Another adverse effect of crashes is the decrease of the reliability of the road network. In summary, a complex road system can have a negative impact on traffic safety, travel times and reliability.

Commissioned by the Dutch National Road Authority, Rijkswaterstaat, an exploratory study was conducted on complexity (1). In this first study, the concept of complexity was investigated; a literature study was carried out to:

- Determine a definition for complexity;
- Explore which road and traffic characteristics contribute to complexity;
- Find methodologies to determine the complexity of freeway networks.

With the results of the exploratory study and a graduation thesis (2), a new methodology to determine the complexity of freeway networks was developed (3). The new methodology was calibrated and validated with design and traffic data of freeway networks in The Netherlands, Belgium and Germany. Also, the relation between complexity and crash rates and between complexity and traffic flow were studied.

Section 2 of this paper describes the results of the literature survey. The new methodology for the determination of complexity is presented in section 3. Section 4 contains the results of the complexity calculations for the selected freeways networks and the relations with traffic safety and traffic flow. A discussion, conclusions and recommendations are presented in section 5.

2 Literature survey

The aim of the literature study was to find and analyze existing studies and methodologies for determining the complexity of road systems. In this survey not only road design guidelines and methodologies were investigated, but also related literature was studied (traffic safety and human factors reports and methodologies). This section describes the most relevant findings of the literature survey.

The dissertation of De Waard (4) describes the measurement of drivers' mental workload. This study focusses on the driver's task complexity, and not on the road complexity. If the drivers' workload is very high, the drivers' performance is decreasing, possibly resulting in dangerous maneuvers and crashes. A complex road element can increase drivers' workload. The dissertation also concludes, that is important to evaluate the combination of indicators (road, driver, surroundings, conditions), when assessing task complexity

The Dutch human factors evaluation methodology for freeways (VOA), contains 5 traffic safety principles which can be used to evaluate a road design from the driver's point of view (5). Although VOA has elements that are related to complexity, complexity itself is not one of the 5 traffic safety principles or a sub criterium in this methodology. Also, the Dutch road design guidelines for freeways (ROA) do not include the term complexity (6).

Further, the Dutch Road Safety Manual was studied (5). This manual contains a list of 12 indicators influencing the complexity of a freeway system. Explicit relations with traffic safety or traffic flow are missing.

In the United States a methodology was developed for assessing the complexity of freeway interchanges (7): The Interchange Complexity Model, ICM. The model contains several factors contributing to complexity, but the weights and score mechanisms of these factors are not transparent. With ICM the relation between complexity and crash rate was studied, showing a significant relation between both factors.

Another US study investigated the complexity of signage and road geometry (8). A spreadsheet was developed, containing 26 factors, for assessing the complexity of road systems. These factors are subdivided in three categories: road geometry, traffic management and driver workload. The spreadsheet calculates complexity scores per route through a road system. Also, the score mechanism is not underpinned with empirical data in this study.

From the literature survey can be concluded that existing studies contain useful elements to develop a methodology to assess complexity of freeway systems. A few methodologies for evaluating complexity have been found, but some are not complete (only interchanges or signage) or lack underpinning of the scoring mechanisms. Also, the literature survey did not show how the combination of road design elements impacts the drivers' workload.

3 New methodology to determine road complexity

3.1 Introduction

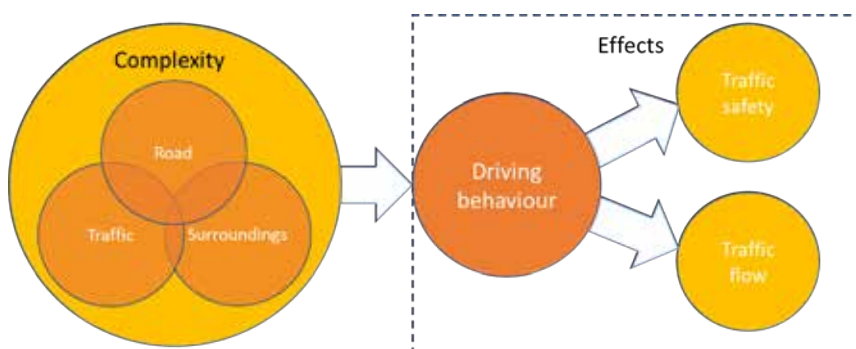
Following the literature survey, Rijkswaterstaat decided to develop a new methodology to evaluate complexity of freeway systems. This section will describe the general principles of the methodology.

Because the literature survey did not deliver a clear definition of road complexity, first a definition was established: *The complexity of a road system is defined as the degree in which road design and traffic characteristics impact the workload of the driver.*

In this context, road design should be considered in a broad sense: road geometry, road facilities, roadside facilities and the immediate surroundings of the road (see figure 1).

To give further effect to this definition, a logical first step would be to investigate the effect of road elements dimensions and combination of road elements on driver's workload. However, this approach would lead to a very extensive and time-consuming research program. Therefore, it was decided to start with the results from the literature study and compose a framework for the new methodology.

Figure 1: Conceptual model of road complexity



3.2 Road complexity indicators

From the survey, the elements related to road complexity were selected. The selected elements were input for an expert session, with experts in the field of road design, human factors, road safety and traffic management. The aim of the session was the select the elements that have the largest impact on road complexity and determine relative weights for each element. Table 1 summarizes the selected indicators and their (assessed) impact on complexity.

Table 1: complexity indicators and weights

Indicator	Weight	Indicator	Weight
Distance between decision points	High	Curvature change rate	Medium
Number of lane changes	High	Volume/capacity ratio	Medium
Horizontal curve	High	Truck volume	Medium
Turbulence distance	High	Counterintuitive situation	Medium
Signage	Medium	Road section type	Medium
Acceleration and deceleration lanes	Medium		

3.3 Road complexity evaluation model

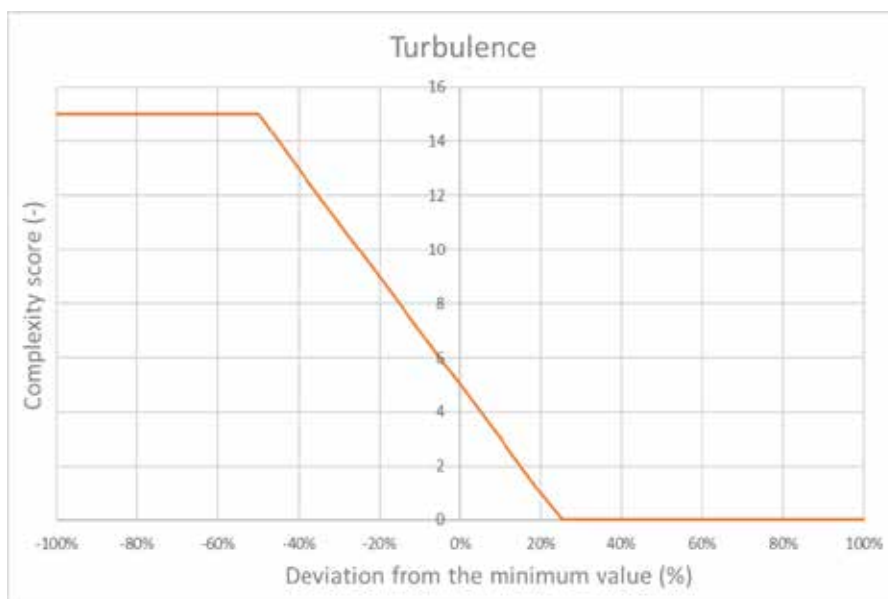
3.3.1 Score mechanism

The previous section described the indicators that form together the complexity indicator. To be able to assess the complexity of road networks, the score mechanisms for individual indicators and the combination of indicators needs to be established. A multicriteria analysis approach was chosen as the basis of the evaluation model. The most important characteristics of the score mechanism:

- The indicators with the score weight 'high' can get a maximum score of 15 points, the indicators with the score weight 'medium' a maximum score of 10 points. The higher the score, the higher the impact on the complexity of the road network.
- Some of the indicators can be scored on a continuous scale (all geometric related indicators), others need to be scored on a discrete scale (e.g. signage).
- For assigning scores to each indicator, the values from the Dutch road design guidelines (x) were used as reference.

Figure 2 shows the score mechanism for the indicator turbulence. All other indicators, with a continuous score scale, have an identical approach.

Figure 2: Score mechanism for the indicator turbulence



If the value of the indicator exactly meets the minimum value of the road design guideline, the indicator gets a score of 5 points (0% deviation from the guideline). A negative deviation of 50%, results in the maximum score of 15 points; larger deviations get also the maximum score. A linear (declining) relation is assumed between the complexity and the turbulence distance. The complexity score cannot become negative; turbulence distances which are 25% or more larger than the minimum value do not impact complexity anymore (score 0). The indicators with a discontinuous nature have a different score mechanism; for each possible value of the indicator, a complexity score is determined.

3.3.2 Complexity evaluation on three levels

To assess the complexity of a freeway road network, the evaluation model is subdivided in three levels:

- Micro level: the complexity of the individual road segments;
- Meso level: the complexity of different routes through the road network
- Macro level: the complexity of complete (parts of) road networks

Micro level

At first, complexity scores are determined for individual road segments; for each segment with constant characteristics (of the selected indicators) a score is calculated. The complexity score for a road segment is determined by adding the scores for all indicators. Figure 3 shows complexity scores of road segments of an imaginary road network.

Figure 3: Complexity scores of individual road segments (micro level)



Meso level

Different routes through a road network have a different level of complexity. In the example of figure 3, staying on the mainline carriageway (route H1 – B3) is less complex than a route including multiple lane changes (route H2 – B2). For that reason, some segments in figure 3 have different complexity scores.

Figure 4 shows the possible routes through the road network and the complexity score for route H1-B2. On the meso level, for each route a unique complexity scores can be determined.

Figure 4: Complexity scores on unique routes (meso level)



Macro level

Finally, the complexity score for an entire road network is determined. This can be done by adding the scores for individual segments or by presenting the scores for all routes.

3.4 Road complexity evaluation tool

Determining complexity scores for freeway road networks, can be very time-consuming; road networks consists of a large number of individual road segments, for each segment 11 indicators scores must be calculated, and road networks contain many unique routes.

To reduce the workload for evaluating networks, as many as possible calculations are automated. Geographic data sources (in GIS), containing road geometrics and traffic data, are used to extract the characteristics for each individual road segments. After subdividing a road network in segments, with a standardized algorithm, the complexity evaluation tool determines the input values for calculating complexity scores for the individual segments: curve radii, number of lanes, length of acceleration and deceleration lanes, distances to the next decision point, traffic volume, etc. Next, route dependent characteristics are determined with an automated routine: the number of lane changes to reach a destination. Some of the indicators cannot be analyzed with an algorithm (e.g. the number of destinations on signage); these values have to established manually.

After defining the characteristics of road segments and routes, complexity scores are calculated. The data from the GIS-environment is exported to MS Excel, and scores are calculated with automated routines. Figure 5 shows an example of the output of the complexity evaluation tool.

The graph shows the complexity scores on a selected route. In this case, complexity scores before and after a major reconstruction of the Eindhoven Beltway are compared. The section below the graph shows the major characteristics (segment type, length) and the complexity score for the individual segments. For each road segment, the complexity scores of the 11 indicators can be shown.

4 Case studies

4.1 Introduction

To validate the new methodology for evaluating road complexity, five complex urban freeway systems in The Netherlands, Belgium and Germany were analyzed.

1. Eindhoven: before and after the major reconstruction of the road network (in 2006);
2. Utrecht: the existing road network and the planned major reconstruction;
3. Antwerp: the existing road network
4. Brussels: the existing road network
5. Cologne: the existing road network

This section describes the most relevant results from the case studies with respect to the validation of the new methodology.

4.2 Eindhoven road network

Until 2006, the Eindhoven beltway consisted of single carriageways per direction with rush hours lanes. The road network contained standard interchanges. To reduce congestion, the road network was reconstructed: the road scheme was transformed into a system with multiple carriageways per direction and non-standard interchanges. Through traffic travels on the inner carriageways (without connections to the urban streets), traffic with origin or destination Eindhoven, uses the outer carriageways.

For both the situation before the reconstruction and the situation after, complexity scores were derived for a selection of routes. Complexity scores were compared and subject of logical tests: can we explain the differences in complexity scores between the before and after situation?

Further, the complexity scores for one route were compared with the results of a human factors evaluation.

Figure 5: Example of the output of the complexity evaluation tool

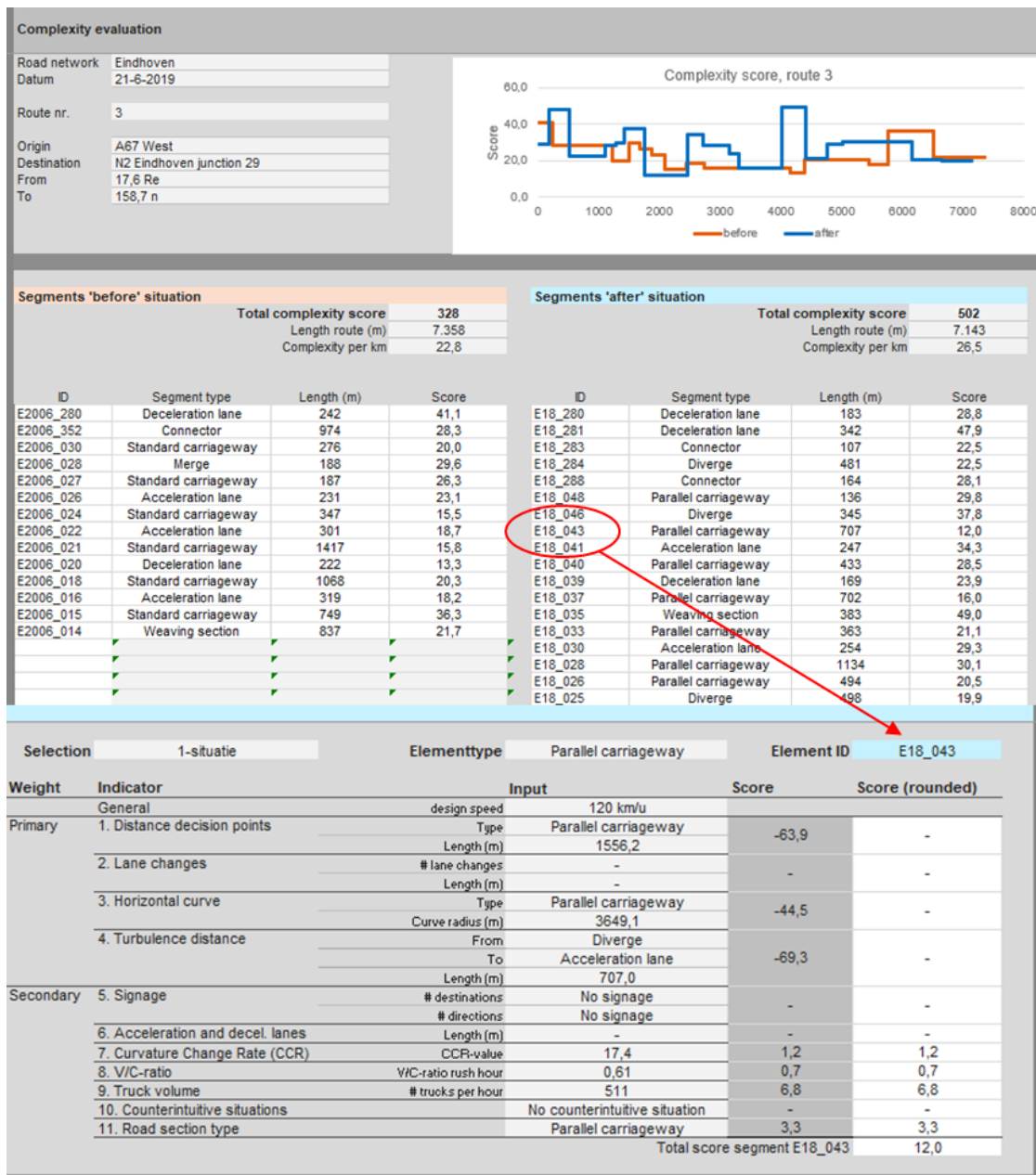
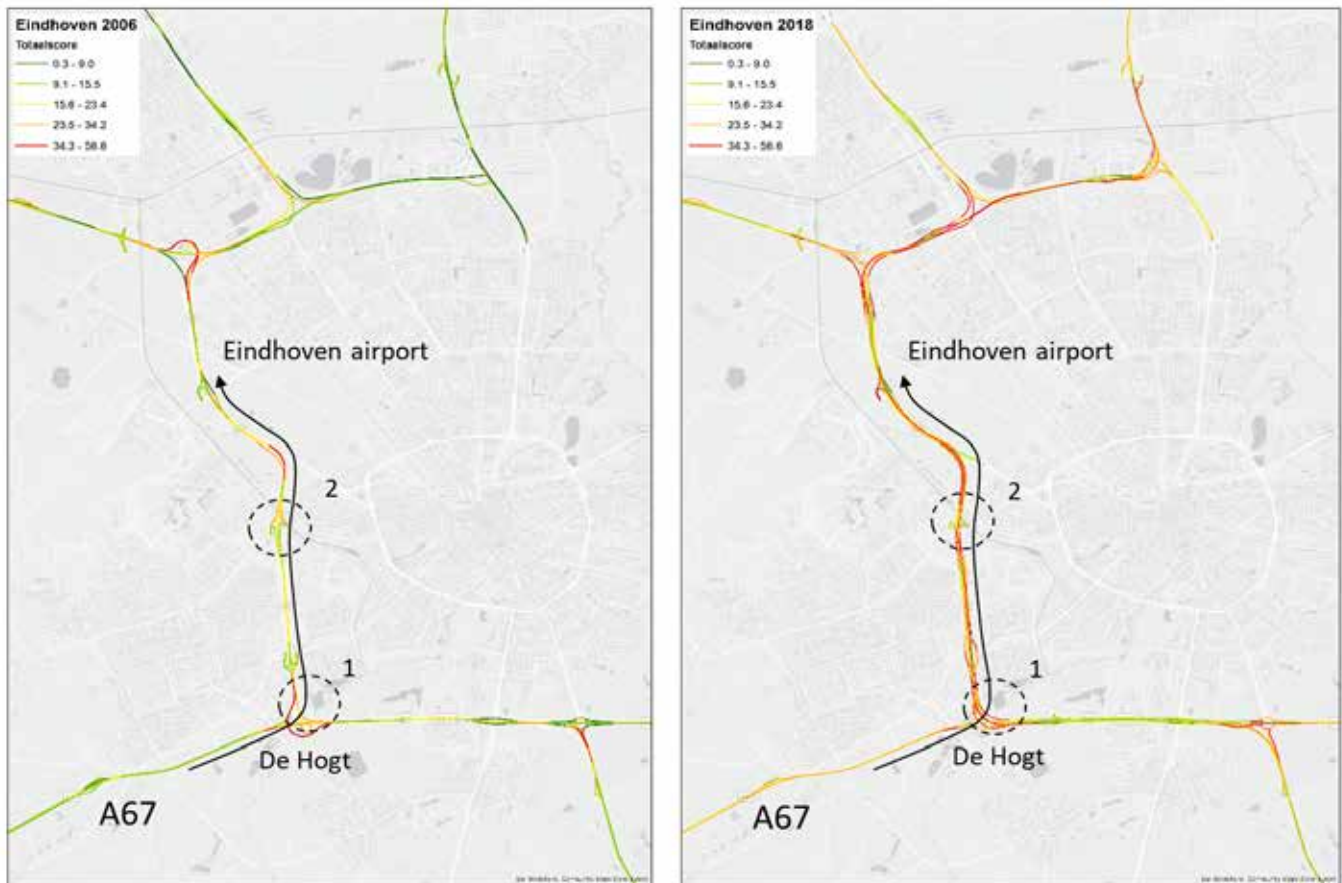


Figure 6 shows the complexity scores of the old road scheme (left) and the new scheme (right). Red colors are indicating a high complexity, green colors a low complexity. From the figure can be concluded that overall the complexity of the new road scheme increased road complexity. The increase in complexity is caused by an increase of scores for the indicators 'Distance between decision points' and 'number of 'lane changes'; these are logical explanations for the differences in complexity scores for the road schemes.

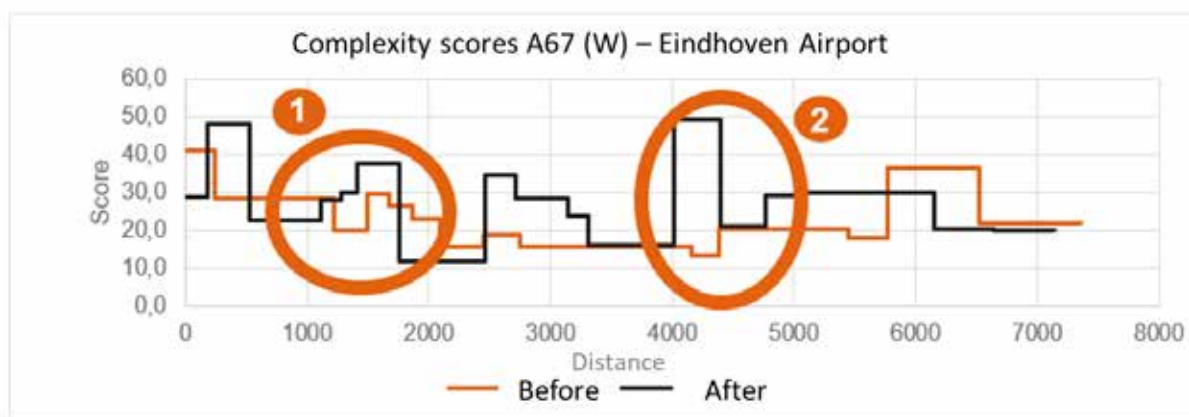
To validate the complexity evaluation methodology, a route through the Eindhoven network was studied in detail. This route, from the A67-west to the junction Eindhoven Airport, is highlighted with a black arrow in figure 7. Figure 8 shows the complexity scores as a function of the distance for the 'before' and 'after' situation. The scores at the sections indicated with number 1 and 2 differ substantially and are studied in detail.

Figure 6: Complexity scores of the Eindhoven beltway (left 'before', right 'after' the reconstruction)



1. In the 'before' situation, the complexity score drops downstream of interchange De Hogt, where in 'after' situation the complexity rises. The explanation for this difference is that in the 'after' road scheme, the road users must change lanes and merge with other traffic at short distance downstream of the connector in interchange De Hogt. In the 'before' situation the road layout was less difficult: the drivers from the A67-west could use a standard acceleration lane to continue on the N2.
2. In the 'after' situation, drivers must make 2 lane changes on a weaving section with a large volume of trucks. The combination of a short weaving section, signage showing many destinations and the degree of curvature, result in a high complexity score. In the 'before' situation, there was a standard acceleration lane.

Figure 7: Complexity scores routes A67-west to junction Eindhoven Airport



4.3 Comparison of road networks

For the road networks of Eindhoven, Utrecht, Antwerp, Brussels and Cologne complexity scores were calculated on the micro (segment), meso (route) and macro (network) level. Table 2 shows the average segment scores for all individual indicators and the total complexity score for the studied networks. Because of the unique length of each road network, it is not possible to compare networks on the sum of all segment complexity scores. Therefore, the distribution of segment complexity scores is presented (figure 8).

Table 2: Complexity scores studied road networks

Indicator		Utrecht (present)	Utrecht (plan)	Eindhoven (before)	Eindhoven (after)	Antwerp	Brussels	Cologne
Primary	1. Distance decision points	5,8	0,5	7,6	3,5	4,7	8,7	6,0
	2. Number of lane changes	3,0	3,9	4,9	5,4	3,4	10,2	6,5
	3. Horizontal curve	10,5	9,8	11,4	11,8	9,3	9,2	9,8
	4. Turbulence distance	8,5	7,7	11,4	8,2	9,4	6,3	11,6
Secondary	5. Signage	5,2	*	*	4,1	3,9	4,9	4,3
	6. Acceleration and decel. lanes	5,5	5,0	4,5	5,6	5,6	7,0	7,8
	7. Curvature change rate	4,5	4,5	3,6	4,2	4,8	4,9	4,1
	8. V/C-ratio	6,8	7,0	6,0	6,7	0,0	0,0	*
	9. Trucks volume	5,0	3,5	5,6	6,6	6,3	4,3	*
	10. Counterintuitive situations	4,5	4,8	3,3	4,1	3,3	5,5	6,6
	11. Road section type	4,0	3,8	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6
Total score for the road network		4113,5	2870,4	4528,2	7498,5	872,5	1645,7	924,0
Average score per road segment		25,2	15,6	16,5	25,1	21,8	20,6	14,7

*No input data available

From table 1 can be concluded that the Utrecht road network (present situation) and the Eindhoven road network (after reconstruction) have the highest complexity scores. These networks score high on almost every indicator, but in particular the indicators 'turbulence distance', 'horizontal curve' and traffic-based indicators (V/C-ratio and truck volume) cause these high complexity scores. It is remarked, that the scores are influenced by incomplete information for some networks.

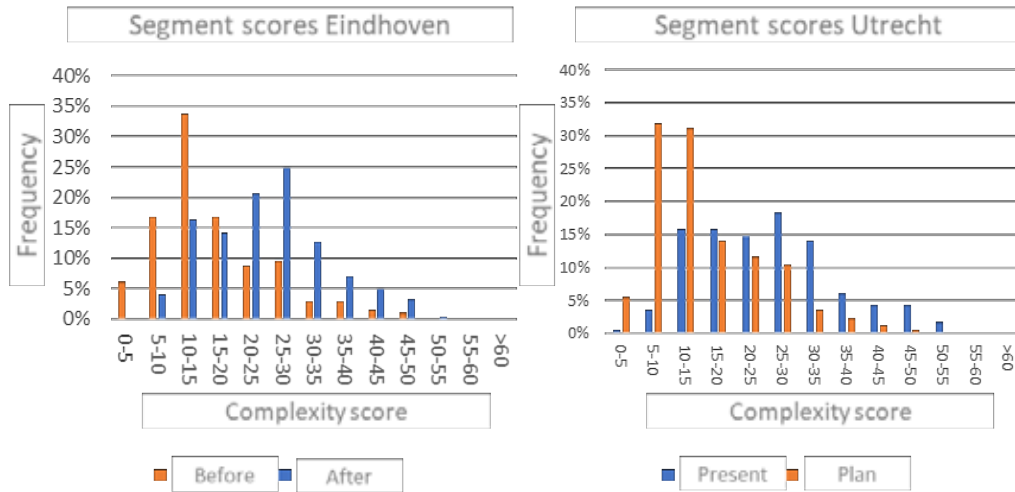
Figure 9 shows that the distribution of segment complexity scores can vary a lot. The results from the Eindhoven network show that not only the complexity has increased in the reconstructed network, but also the variation in complexity has increased. In the 'before' situation, 35% of the segments had a complexity score of 10-15, in the 'after' situation this share is smaller (25%) and shifted to higher values of 25-30. Also, the maximum complexity scores have increased with the reconstruction of the network.

The Utrecht network shows opposite results; the planned reconstruction will decrease complexity of the road scheme. The new road network will have a more even distribution of complexity scores.

5.1 Traffic safety

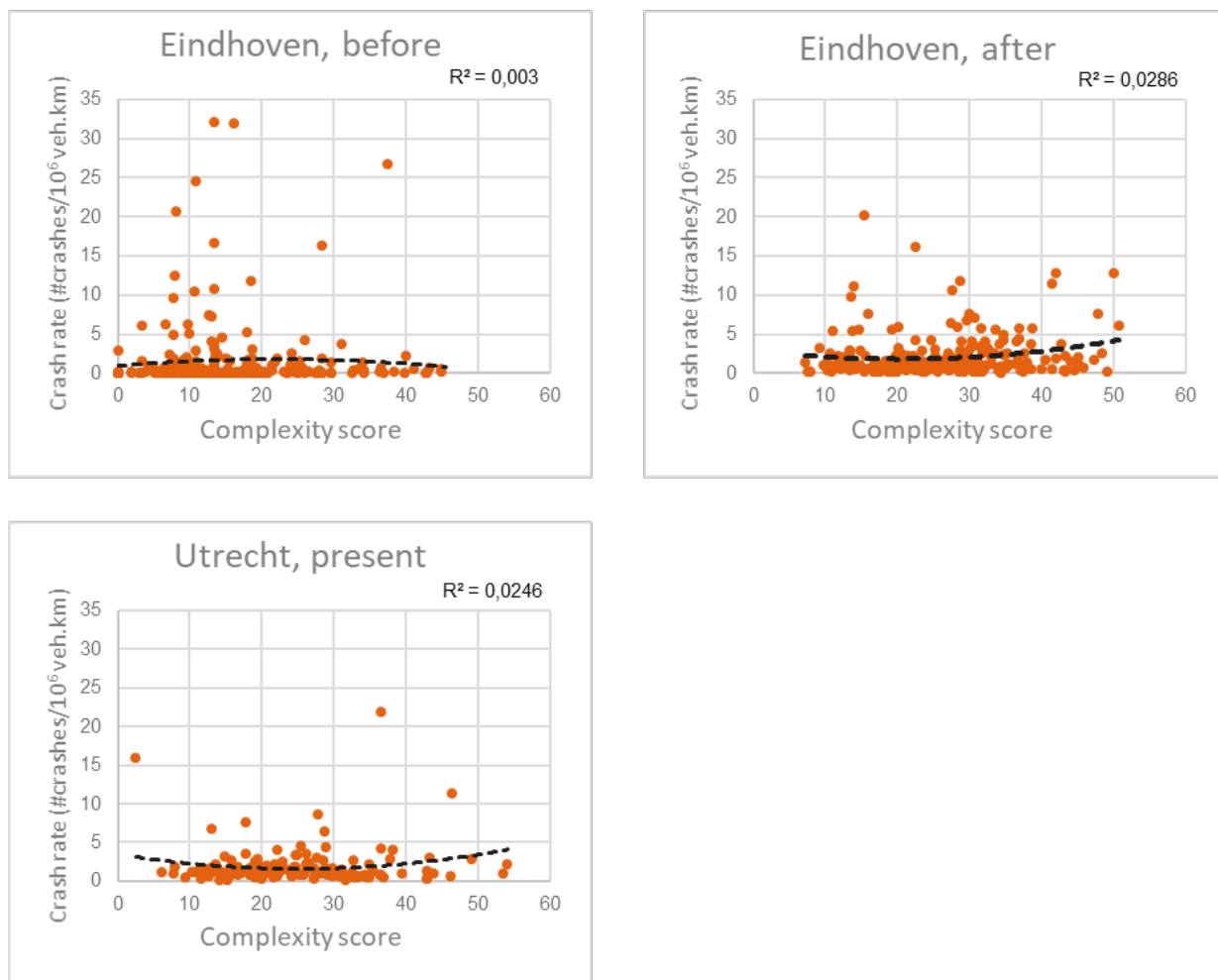
Is there a correlation between the complexity scores and the crash rate: do complex road networks lead to high crash rates? The calculated complexity scores are based on threshold values from design guidelines. Deviations from minimum (or maximum) design values are associated with a decrease in traffic safety. Also, traffic safety and human factors guidelines state that the combination of minimum (or maximum) design values results in a decrease of the traffic safety level.

Figure 8: Examples of complexity scores distributions



To study this possible correlation, crash rates were determined for both the networks of Eindhoven and the existing network of Utrecht. For each road segment, the crash rates were plotted against the complexity scores. Figure 9 shows that this study cannot prove a statistically sound relation between the complexity scores and crash rates. The spread is very large, and the regression line has a very low R^2 -value.

Figure 9: Correlation between complexity scores and crash rates



5.2 Traffic flow

Also, the possible correlation between complexity and traffic flow was investigated. For the Eindhoven network, the locations of bottlenecks were compared with the complexity scores on these segments. The bottleneck locations prove to be segments with high complexity scores.

Although the bottlenecks occur at segments with high complexity scores, a causal relationship between complexity and traffic flow is not proved. A high volume/capacity ratio, which is input for a high complexity score, is by definition the cause of congestion. The volume/capacity ratio indicates locations with a poor traffic flow quality, but that does not mean the congestion is the result of a complex road system. On the other hand: not every segment with a high complexity score, will cause congestion. A combination of high truck volumes, deviations from design standards (for instance, to short weaving sections) will result in substandard road capacity. So, there is an indirect relation between complexity and traffic flow quality.

In this closing section, concerns and comments on the new complexity evaluation methodology are discussed. As usual for a new methodology, there are many recommendations for technical improvements and better validation and calibration of the model.

First applications of the complexity evaluation tool show that the approach is practical applicable and that the results are understandable. The studied road networks have different levels of complexity, where (in general) the Dutch freeway networks are the most complex ones.

The new methodology can be used to compare networks schemes in the planning and design stage, influencing selection of road schemes and design choices; road networks with a sequence of road segments with a high complexity should be avoided. Also, this approach can be applied to assess current road networks on complexity and investigate the relation with crash rates.

The first version of the complexity evaluation model contains 11 indicators. These indicators are selected after a literature review and based on expert judgement. Possibly, also other indicators contribute to the complexity of road systems.

Most indicators are related to design guidelines and associated minimum or maximum values. For each of the 11 indicators, the network characteristics can be determined in an objective manner. However, the determination of scores for the indicators is subjective:

- If there is a positive or a negative correlation between the indicator, is clear for almost every indicator. For instance, a smaller length for lane changes, leads to an increase in driver's workload (and with that also the complexity).
- The strength and the shape of the relation (linear, exponential, etc.) is unknown. The literature review did not show studies that explicitly addressed the relation between the selected indicators and workload, driving behavior, traffic safety and traffic flow.

The combination of individual scores for the indicators to a complexity score per segment, is arbitrarily. In the absence of research, a practical and simple approach is chosen; adding the scores for the individual indicators. If this approach is representing actual effects on driving behavior and workload, is unexplored and subject of future research. Also, the possible correlation between complexity scores and crash rates needs to be studied in more detail.

However, the applied approach fits with the common approaches in traffic safety evaluations; an accumulation of critical design elements, leads to an increase of the risk of crashes. An example is a road segment with a (short) acceleration lane in a tight horizontal curve with a high volume/capacity ratio.

Follow-up studies need to clarify the actual relations between (combinations) of design elements, deviations from design guidelines and traffic conditions on one hand and the effect on driving, behavior, workload and traffic safety on the other hand. A driving simulator or naturalistic driving study can reveal the effect of combinations of design elements and aspects on the experienced complexity by drivers. Given the large number of indicators and the vast number of road segment combinations and conditions, this will result in a costly and time-consuming study. A more practical approach would be to start with more human factor evaluations of routes through the studied road networks. As a result of the extensive verification and validation, the parameters of the score mechanism of the current complexity evaluation methodology can be modified.

LITERATURE

1. Broeren, P.T.W. *Complexity of road systems, plan of approach (in Dutch)*. Arcadis (commissioned by Rijkswaterstaat), Arnhem, December 2017
2. Soffers, E. J. *The complexity indicator, an evaluation methodology for the present freeway (in Dutch)*. BSc thesis report, Windesheim University of Applied Sciences, Zwolle, June 2018
3. Broeren, P.T.W. De Jong, J., Soffers E.J. *Complexity of road systems, methodology and application (in Dutch)*. Arcadis (commissioned by Rijkswaterstaat), Arnhem, September 2019
4. De Waard, D. *The Measurement of Drivers' Mental Workload*. PhD dissertation report ISBN 90-6807-308-7. The Traffic Research Centre VSC, University of Groningen, 1996
5. *Dutch Road safety manual (in Dutch)*. Rijkswaterstaat, Water, Traffic and Environment department, Rijswijk, 2017
6. *ROA, Dutch Freeway Design Guidelines (in Dutch)*. Rijkswaterstaat, Large projects and Maintenance Department, Utrecht, 2017
7. Sadia, R., Polus, A. *Interchange Complexity Model and Related Safety Implications*. Technion, Israel, published in Journal of Transportation Engineering Vol. 139, Issue 5, May 2013
8. Fitzpatrick, K., Chrysler, S., Brewer, M., Nelson, A., & Iragavarapu, V. *Simulator Study of Signs for a Complex Interchange and Complex Interchange Spreadsheet Tool*. Report FHWA-HRT-13-047. Texas Transportation Institute, commissioned by the Federal Highway Administration, College Station, August 2013

**Pozitivan utjecaj betonskih proizvoda na održivost
krajolika i poboljšanje urbane mikroklimе**
**(*Positive effect of concrete products on landscape
sustainability and improvement of urban microclimate*)**

Autor:

Iva Filipović, mag.ing.prosp.arch.

Ključne riječi: klimatske promjene, toplinski otoci, indeks refleksije sunčeve svjetlosti

Sažetak:

Klimatske su promjene jedan od najvećih izazova budućih generacija. Negativne posljedice porasta temperature zraka osobito su primjetne u četvrtima u središtima velikih gradova.

Razvojem strategija za smanjenje toplinskih otoka i gospodarenje oborinskim vodama, na razini Europe cilj je u što skorije vrijeme smanjiti porast temperatura, poplave, te napraviti što jasnije smjernice i ciljeve za suzbijanje istih. Kontinuirano povećanje zelenih otoka, gradnja zelenih krovova i parkirališta, upotreba održivih materijala s visokim indeksom refleksije Sunčeve svjetlost SRI (Solar Reflectance Index) dugoročan je koncept zelene infrastrukturne strategije.

Beton je fleksibilan i najčešće korišten građevinski materijal. Ni jedan drugi materijal ne može se oblikovati na toliko različitih načina. Bezbroj oblika, boja i završnih obrada čini beton jednim od najsvestranijih materijala. Opločene površine podržavaju prirodni vodeni ciklus brzim uvlačenjem površinske vode u zemlju i stoga su idealno i održivo rješenje za uređenje prometnica u urbanim sredinama.

Key words: climate change, heat islands, Solar Reflectance Index

Abstract:

Climate change is one of the greatest challenges for future generations. Negative consequences of rising air temperatures are particularly noticeable in neighbourhoods in the centres of large cities.

By developing strategies for the reduction of heat islands and rainwater management, at the European level the objective is to reduce the rise in temperatures and floods as soon as possible, and to make the guidelines and targets for combating these issues as clear as possible. Continuous increase of green islands, construction of green roofs and parking lots, use of sustainable materials with a high Solar Reflectance Index (SRI) is a long-term concept of green infrastructure strategy.

Concrete is a flexible and most commonly used building material. No other material can be shaped in so many different ways. Countless shapes, colours and finishes make concrete one of the most versatile materials. Paved areas support the natural water cycle by rapidly drawing surface water into the ground, which makes them an ideal and sustainable solution for arranging roads in urban areas.

1. Uvod

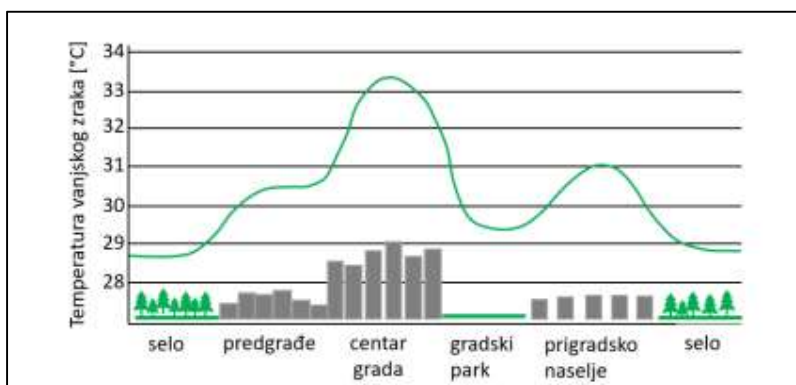
Efekt urbanog toplinskog otoka (Urban Heat Island- UHI) jedna je od najvećih opasnosti za okoliš gusto naseljenih područja. Očekuje se da će klimatske promjene povećati intenzitet efekta toplinskog otoka. U tom kontekstu, implementacija urbane zelene infrastrukture može djelomično smanjiti njegov intenzitet, promicati otporno urbano okruženje i pridonijeti prilagodbi i ublažavanju klimatskih promjena. Kako bi se postigao ovaj rezultat, potrebno je sustavno integrirati zelene otoke u urbanističko planiranje i zakonodavstvo, ali ovaj proces je dugotrajan, teško kvantitativno a posebno kvalitativno dokaziv. Iz tih razloga pojedini gradovi (Murcia, Barcelona) pokušavaju pokusnim poljima u napuštenim četvrtima promjenom opločenja utjecati na smanjenje temperature u ljetnim mjesecima. Gradovi sjeverne Amerike i Europe (npr Beč) ozelenjavanjem pročelja, značajnim ozelenjavanjem avenija i zabranom prometovanja središtima gradova utječu na opadanje temperature i po više od 2°C u najtoplijim mjesecima.

Također, svi smo svjedoci današnjih neuobičajenih vremenskih uvjeta zbog globalnih klimatskih promjena: prekomjerne kiše, dugih razdoblja suše, vrućina i iznenadnih poplava koje mogu pridonijeti eroziji i zagađenju vode. Povećana svijest javnosti o održivosti, kao i odgovornost za okoliš, igraju važnu ulogu u dizajniranju opločenih površina na javnim i privatnim površinama. Sukladno tome, raste interes investitora za upotrebu vodopropusnih sistema opločnika jer njihove prednosti igraju važnu ulogu u

konceptu održivog razvoja. Pomoću naših ekoopločnika, koji su dizajnirani tako da odvođe velike količine oborinskih voda – bez skupih mjera odvodnje i retencije, vode se mogu odvoditi izravno u tlo i dublje u podzemlje pa se time zatvara ekološki vodeni krug.

2. Toplinski otoci

Učinak toplinskog otoka (UHI) može se opisati kao posebna urbana klima, koju karakteriziraju više temperature u gusto izgrađenim područjima u usporedbi s okolnim područjima (Oke, 1982.). Ovaj fenomen je uzrokovan antropogenim promjenama prirodnog okoliša, kao što je razvoj zgrada i vodonepropusnih površina. Ove promjene određuju veći toplinski kapacitet koji zarobljava više energije i zračenja s posljedičnim povećanjem temperature. Urbana morfologija također može imati utjecaja, povećavajući višestruko kratkovalno zračenje i zadržavanje dugovalnog zračenja, što rezultira intenziviranjem skladištenja topline u gradu. Osim toga, antropogene aktivnosti, kao što su grijanje i transport, dodatno povećavaju količinu topline koja se oslobađa u urbanim područjima u usporedbi s prirodnim krajolikom. Efekt toplinskih otoka je najizraženiji u urbanom području gdje je prosječna temperatura zraka u središtu grada u najtoplijim mjesecima viša od one u rubnim gradskim ili prigradskim područjima (slika 1.)



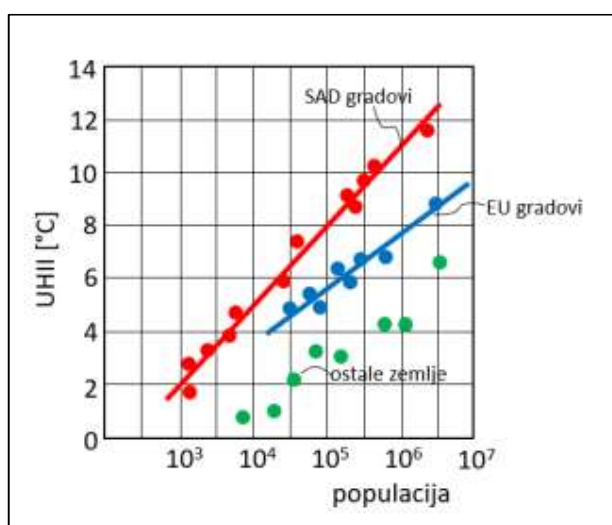
Slika 1: shematski prikaz promjene temperature, WMO, 2021.

2.1. Mjerenje učinka toplinskih otoka

Opseg i distribucija UHI može se procijeniti i kroz temperaturu zraka i kroz podatke o temperaturi tla. Prvi pristup obično je mjerenje meteorološkim nadzornim stanicama- mjerenje temperature od tla do visine stabla, "sloj krošnje". Drugi pristup mjeri temperaturu tla, dohvaćenu putem satelitskih ili zračnih senzorskih podataka. Prednost korištenja mjerenja temperature zraka sastoji se u tome što ona mogu pružiti reprezentativne i vremenski kontinuirane informacije, ali je prisutnost meteoroloških postaja često ograničena. S druge strane, procjena temperature tla omogućuje

prostorno eksplicitnu analizu temperature, ali je ipak neizravna procjena urbanog toplinskog otoka, tzv. “Surface Urban Heat Island” (SUHI) (Clinton & Gong, 2013; Oke, Mills, Christen & Voogt, 2017).

Poznato je da urbani toplinski otoci imaju štetan utjecaj na ljudsko zdravlje i kvalitetu života u gradovima, osobito tijekom toplinskih valova. Nadalje zbog učestalosti i ozbiljnosti toplinskih valova tijekom posljednjeg desetljeća očekuje se da će se ovaj fenomen dodatno povećati u budućnosti zbog klimatskih promjena, a smatra se da su te promjene uglavnom potaknute višom srednjom temperaturom (Lhotka, Kyselý & Farda, 2018.). Konkretno, toplinski valovi imaju predviđeno povećanje vršne temperature od 5 °C do kraja stoljeća u Europi (Fischer & Schar, 2010.). Štoviše, sinergijski učinak između toplinskih valova i urbanih toplinskih otoka rezultira povećanom potrošnjom energije za rashladne sustave u gradovima s niskim i srednjim geografskim širinama, što povećava emisije topline i dodatno podiže temperaturu.



Slika 2: UHI američkih i europskih gradova

Od navedenih utjecaja na UHI, može se zaključiti da se kao ključni faktori ističu:

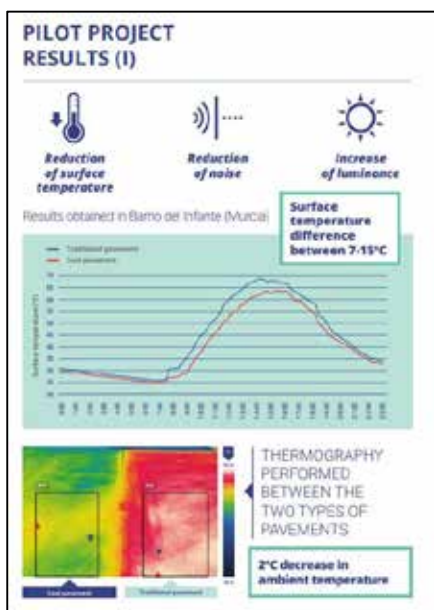
- Velika gustoća izgrađenosti okoliša:
 - Emitira se natrag u atmosferu značajna količina topline koju pohranjuju materijali izgrađenog okoliša.
 - Ograničava se prirodno strujanje zraka.
 - Vodonepropusne obloge otežavaju prirodno otjecanje oborina.
- Smanjenje zelenih i vodnih površina.
 - Smanjuje se prirodno hlađenje transpiracijom i evaporacijom.

2.2. Mjere za smanjenje urbanih toplinskih otoka

Na razini prostornog planiranja s ciljem ublažavanja te negativne pojave predlaže se povećanje udjela zelenih površina i površina pod vodom unutar područja središta grada. Kako su krovovi i kolničke površine najizloženiji dijelovi urbanih područja sunčanoj toplinskoj energiji, istraživanja mogućih mjera za umanjivanje efekta toplinskih otoka usmjerena su na materijale i oblikovanje tih gradskih površina. Strategija o tome kako umanjiti efekt toplinskih otoka razmatra se u nekoliko smjerova:

- a) razvoj tzv. urbanih šumskih područja (eng. urban forestry)
- b) gradnja zelenih krovova i parkirališta
- c) primjena reflektirajućih materijala za pokrivanje krovova
- d) primjena hladnih kolnika te, u novije vrijeme, reflektirajućih kolnika.

U Španjolskoj, u općini Murcia provodi se pilot projekt europskog fonda i lokalne zajednice (Cool Pavement Life Heatland project) gdje je umjesto asfalta na površini od 24.000 m² ugrađen opločnik svjetlijih boja te reлектirajući opločnici od recikliranih plastičnih materijala. U periodu ispitivanja ono što je utvrđeno od strane ispitanika (vozača i pješaka) je: smanjenje temperature, smanjenje buke, ugodna pri korištenju površina, bolja vidljivost.



Ono što je dokazano kontinuiranim mjerenjima, smanjena je vanjska temperatura preko 2°C, zagrijavanje površina, isijavanje i buka, te je poboljšana kvaliteta zraka.

Ovim projektom pokazana je vrlo dobra uključenost i dobra volja lokalnih vlasti, zajednice, stručnjaka i proizvođača kako bi se učinio iskorak za budućnost.

Slika 3: rezultati pilot projekta u Murcia (Španjolska), HeatLandLife, 2020

Povećanje udjela pošumljenog (ozelenjenog) područja u gradovima (eng. urban forestry) omogućuje veću evapotranspiraciju uz osnovni učinak zasjenjivanja gradskih površina. Pokazuje se da su europski gradovi vrlo različiti s obzirom na udio zelenih površina unutar urbanog područja, a europski je prosjek 30% zelenih površina u središtu grada. Istraživanja su pokazala da bi strateškim ozelenjivanjem (uključujući pošumljavanje) gradova u sljedećih 10 do 15 godina moglo rezultirati smanjenjem troškova hlađenja ljeti za 10 do 20%.

Degree of cooling (°C)	Tree Cover (%)
1	16
2	32
3	48

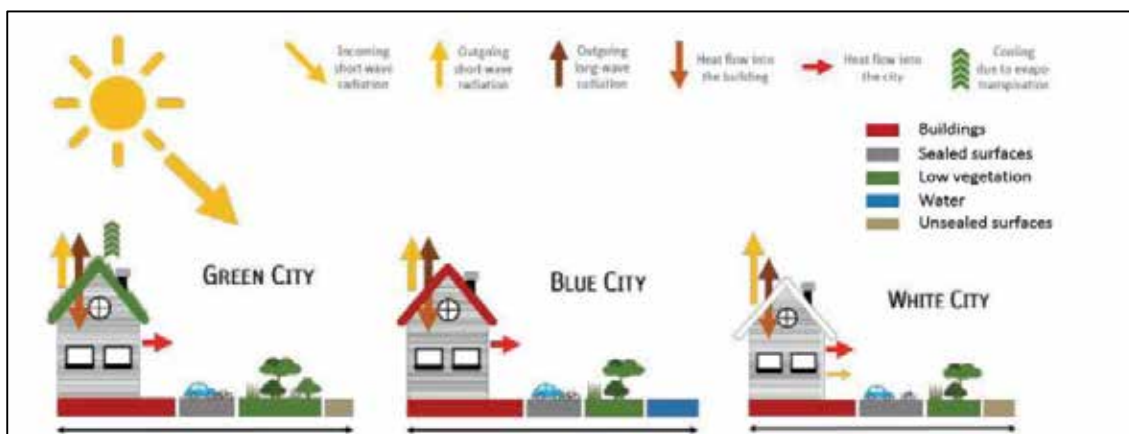
Slika 4: postotak hlađenja prema postotku zelenog prekrivača, climate.copernicus.eu, 2019.

Studija provedena za američke gradove (Chicago, Sacramento, Houston i Salt Lake City) pokazala je da kolničke površine u analiziranim gradovima zauzimaju od 30 do 45% njihove površine i da znatno utječu na povećanje temperature zraka u tim gradovima. Istraživanja pokazuju da su posljedice urbanizacije i razvoja prometa u europskim gradovima na njihov ekosustav (što uključuje i temperaturu) zabrinjavajuće te da se tek rijetki gradovi poput Stockholma mogu izuzeti iz općeg trenda. Istraživanje koje su proveli autori Doulos, Santamouris i Livada, unutar kojega je u istim uvjetima osunčanja analizirano ponašanje 93 vrste uobičajeno korištenih materijala kolničkih konstrukcija, upućuju na one od ispitivanih materijala koji u navedenim mikroklimatskim uvjetima (Atena, Grčka) mogu doprinijeti smanjenju efekta toplinskog otoka, smanjiti utrošak električne energije i unaprijediti toplinske uvjete na otvorenim prostorima. Ista grupa autora u daljnjim istraživanjima analizira posebne materijale koji mogu doprinijeti smanjenju zagrijavanja podloge pa samim time i okolnog zraka.

Uz navedene autore problematikom odabira materijala koji svojim optičkim i termičkim svojstvima mogu imati pozitivan utjecaj na okolinu bave se i drugi autori. Kao rješenje za smanjivanje efekta toplinskih otoka navodi se i izvedba kolničkih konstrukcija koje omogućavaju propuštanje vode u podlogu, takozvanih poroznih kolnika, te kolnika sa svjetlijom površinom – posebn betonski koji zbog povećane reflektivnosti imaju prosječno niže temperature. Navedene tipove kolnika uobičajeno nazivamo hladnim kolnicima (eng. cool pavements).

2.2.1. Zeleno – plavo- bijelo upravljanje gradovima

Nedavno izvješće Svjetske banke podržano od strane Globalnog fonda za smanjenje i oporavak od katastrofa ističe ulogu modeliranja u pomaganju donositeljima odluka i urbanističkim planerima da bolje razumiju složene urbane klimatske procese na različitim razmjerima. Modeli u skali zgrade otkrivaju energetske ravnoteže građevinskih materijala i toplinskih tokova, dok mikro-modeli upućuju na orijentaciju zgrade. Drugi modeli mogu dovesti do boljih površinskih materijala i izbora vegetacije, analizirajući međudjelovanje tla, vodenih tijela i cirkulacije vjetra.



Slika 5: prihvaćanje i dizajniranje mjera za smanjenje toplinskih otoka, Kainz i Hallosi, World Bank, 2018.

Postoji širok raspon mjera - uključujući "zeleno" (tj. parkovi), "plavo" (tj. fontane) i "bijelo" (tj. reflektirajući krovovi ili ceste), koje mogu smanjiti urbanu toplinu. Mnogi gradovi usvajaju ove mjere kako bi promicali održivo urbano planiranje i prilagodbu klimatskim promjenama. Evo nekoliko primjera:

- Zeleno: U Poljskoj - gdje gradovi pate od prekomjerne večernje vrućine preko 80% - grad Białystok uveo je zelene autobusne stanice kako bi se smanjile vrućine. Portugalski Cascais obnavlja i stvara nove "zelene koridore" kako bi smanjio mogućnost poplave i valove vrućine.
- Plava: Beč koristi mrežu hladnih ulica s vodenim elementima. U Velikoj Britaniji, najveća europska urbana močvara u blizini Londona spaja vodene elemente i velike rekreacijske površine.
- Bijela: Analiza bijelih krovova na zgradi škole i laboratorija u Ateni pokazala je prosječno smanjenje temperature u zatvorenom prostoru za 1,5-2°C i značajno smanjenje površinskih temperatura. Korištenje reflektirajućih krovova u cijelom svijetu moglo bi stvoriti učinak hlađenja koji je jednak nadoknadi 24 gigatone ugljičnog dioksida ili nestanku oko 300 milijuna automobila s ceste na 20 godina.

2.3. Upotreba opločnika za smanjenje toplinskih otoka u urbanim sredinama

Jedno od rješenja za smanjivanje urbanih toplinskih otoka sigurno je i korištenje opločnika, fasada i krovova svjetlijih boja s visokim indeksom refleksije Sunčeve svjetlosti SRI (Solar Reflectance Index). Indeks refleksije Sunčeve svjetlosti ovisi o boji i strukturi površine.

Indeks solarne refleksije (SRI) je mjera sunčeve refleksije i emisivnosti materijala koja se može koristiti kao pokazatelj koliko će vjerojatno postati vruć kada sunčevo zračenje padne na njihovu površinu. Što je niži SRI, to će materijal postati topliji na

suncu. SRI je ljestvica od 0 do 100 na kojoj materijali koji apsorbiraju i zadržavaju sunčevo zračenje (i tako postaju topliji na suncu) imaju manji broj, dok visokoreflektivni materijali (koji ostaju hladniji na suncu) imaju veći broj.

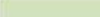
SRI (Indeks refleksije Sunčeve svjetlosti)									
	Antracit	Tamno siva / bazalt siva	Smeđa	Siva	Crvena	Svijetlo siva	Žuta	Bež	Bijela
	cca. 9%	cca. 17%	cca. 20%	cca. 30%	cca. 32%	cca. 44%	cca. 45%	cca. 70%	cca. 80%

Tabela 1: Okvirni SRI obzirom na tonove opločnika, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems 2014.

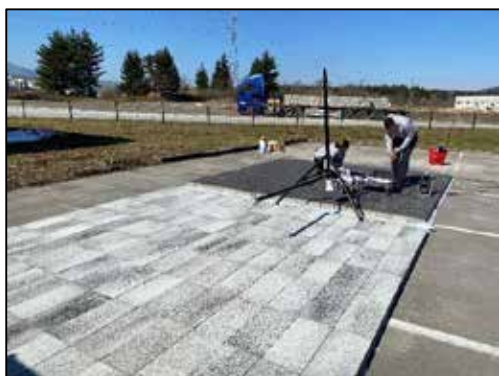
Indeks solarne refleksije koristi se za usklađenost s LEED-om zahtjevima zelene gradnje (posebno u slučajevima zelenih i ravnih krovova).

2.3.1. Mjerenje i rezultati SRI Semmelrock opločnika, ožujak 2022

Cilj ovog ispitivanja je odrediti indeks solarne refleksije različitih tipova betonskih opločnika i jednog uzorka asfalta na terenu. Ispitivanje je provedeno prema normama ASTM E 1980 „Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces „ i ASTM E 1918 „Standard Test Methods for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces”.

Globalno i reflektirano sunčevo zračenje je određeno piranometrom, a emisivnosti površina su određene infracrvenom kamerom. Tijekom ispitivanja su se pratili uvjeti okoliša: temperatura, relativna vlažnost te brzina strujanja zraka, uz zadovoljavanje svih uvjeta danih u normama ASTM E 1980 i ASTM E 1918.

Opis ispitivanja: Ispitivanje je provedeno piranometrom postavljenim na teleskopskoj ruci paralelnoj s ispitivanom površinom instaliranoj na tronošcu te kompjuterski vođenim programom. Udaljenost piranometra od ispitivane površine je iznosila 50 cm. Korišteni piranometar ima mogućnost istovremenog mjerenja globalnog i reflektiranog sunčevog zračenja što uvelike skraćuje trajanje mjerenja.



Slika 6. i 7.: Djelatnici Građevinskog fakulteta iz Zagreba u procesu mjerenja SRI, ožujak 2022.

Opis mjerenih veličina:

Indeks solarne refleksije (SRI) (eng. „Solar Reflectance Index“; SRI) je mjera solarne refleksije (albeda) površine i emisivnosti materijala koja se koristi kao pokazatelj zagrijanosti površine kada je površina izložena sunčevom zračenju. Što je SRI niži, to će se materijal više zagrijati na suncu.

Emisivnost površine (ϵ) ili faktor emisivnosti ϵ je veličina koja predstavlja sposobnost materijala da emitira elektromagnetsko zračenje. Emisivnost materijala se kreće od 0,00 (ništa ne emitira) do 1,00 (potpuno emitira).

Albedo predstavlja omjer između odbijenog i dolaznog (upadnog) Sunčevog zračenja na neku površinu. Izražava se u postocima.

Koeficijent apsorpcije (α) predstavlja omjer upijenog sunčevog zračenja i dolaznog (upadnog) Sunčevog zračenja na neku površinu.

Globalno sunčevo zračenje (E_{gh}) sastoji se od izravnoga i reflektiranog Sunčevog zračenja.

Reflektirano sunčevo zračenje (E_r) predstavlja dio Sunčevog zračenja koje se odbija od površine.

Rezultati:

Vrsta opločnika	VRSTA POVRŠINE	ALBEDO (početno stanje)	EMISIVNOST	SRI		
				BRZINA VJETRA		
				Slaba	Umjerena	Jaka
Asti kombi natura siva		0,414	0,92	47,2	47,5	47,7
Asti kombi grafitno siva		0,104	0,91	7,3	7,7	8,0
Umbriano, 50x25, granitno siva		0,334	0,93	38,6	38,3	38,0

Tabela 2: Prosječne vrijednosti albeda, emisivnosti i SRI predmetnih opločnika dobivene ispitivanjima

Ukoliko se ispitani uzorci usporede s kriterijima za „hladne“ kolnike i opločnike koje propisuje LEED sustav ocjenjivanja (početni albedo $\geq 0,33$ pri ugradnji), taj kriterij zadovoljavaju dvije vrste.

LEED sustav ocjenjivanja ne navodi eksplicitno SRI kriterij za „hladne“ kolnike, pojedina istraživanja navode da „hladni“ kolnik mora zadovoljiti SRI ≥ 33 u početnom stanju. U tom pogledu, opločnici Asti kombinirana forma u boji natura siva i Umbriano u boji granitno siva ispunjavaju i navedeni SRI kriterij za „hladne“ kolnike.

Različita istraživanja pokazuju da razlika površinskih temperatura između asfaltnih i betonskih kolnika (ali i betonskih opločnika) tijekom dana u ljetnom periodu doseže i do 20 °C [6]. Valja naglasiti da je ta razlika izraženija što je jači intenzitet sunčevog zračenja (ljetni period, dan). Povećanje albeda površine materijala, odnosno korištenje materijala s većom vrijednosti albeda, nameće se kao jedno od potencijalnih rješenja za smanjenje površinskih temperatura izgrađenog okoliša, a samim time i temperatura vanjskog zraka

	Materijal	Albedo – solarna refleksija (-)
Podne površine	Trava	0,25
	Asfalt – dotrajali	0,19
	Asfalt – novi	0,08 – 0,09
	Beton – glatki, svijetlo sive boje	0,36 0,18* – 0,29
	Betonski opločnici	0,25 – 0,28
	Drobljena opeka, crvena	0,30

Tabela 3: Literaturne vrijednosti albeda (solarne refleksije) određenih građevnih materijala ovisno o stanju njihove površine

Primjenom betonskih opločnika u urbanim sredinama prvenstveno utječemo na estetiku (slike 8. i 9.), te se kroz određeni period vremena i mjerenjem toplinskih varijabli može zaključiti koliko odabir materijala, boja i obrade površine utječe na smanjenje urbanih toplinskih otoka, buku, a posljedično i zdravlje te raspoloženje stanovnika i prolaznika .

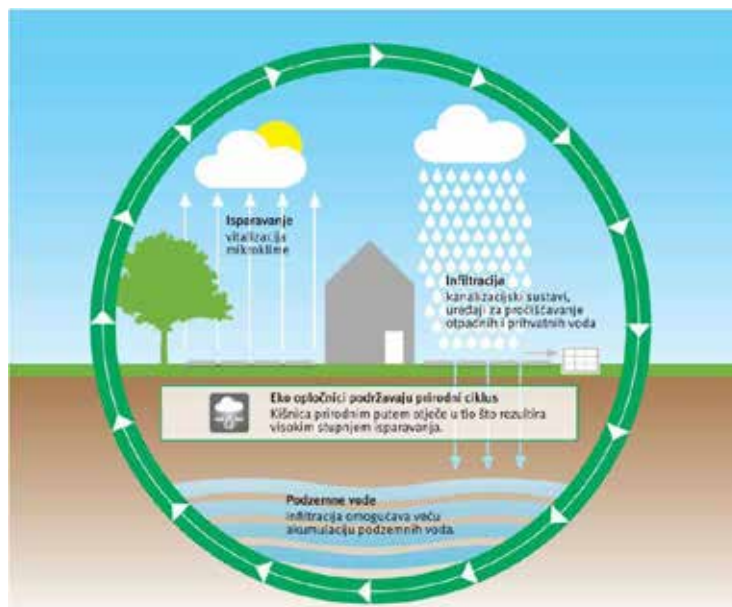


Slika 8.i 9.: Središte grada Novog Sada (Srbija) prije i nakon preuređenja, Semmelrock Stein+Design 2008.

3. Problem oborinskih voda

3.2. Eko sistemska rješenja

Povećana svijest javnosti o održivosti, kao i odgovornost za okoliš, igraju važnu ulogu u dizajniranju opločenih površina na javnim i privatnim površinama. Sukladno tome, raste interes investitora za upotrebu vodopropusnih sistema opločnika jer njihove prednosti igraju važnu ulogu u konceptu održivog razvoja. Pomoću naših ekoopločnika, koji su dizajnirani tako da se mogu odvoditi velike količine oborinskih voda – i bez skupih mjera odvodnjavanja i retencije, vode se mogu odvoditi izravno u tlo i tako opet u podzemne vode pa možemo zatvoriti ekološki vodeni cirkulacijski krug. Nakon oborina preko naših vodopropusnih površina, kako preko sloja opločnika tako i preko fuga te konstrukcije podloge, dolazi do odvijanja procesa isparavanja i povećava se vlažnost zraka. Upravo ljeti isparavanje pozitivno utječe na okoliš jer nastaje osjetno zahladnjenje te zapravo služi kao neka vrsta regulacije kod vrućih klimatskih faza. Naša provjerena sustavna rješenja opločnicima i pločama smanjuju opasnost od lokalnih poplava i, ovisno o regionalnim prilikama, sprječavaju nakupljanja većih količina otpadne vode u sisteme javne kanalizacije. Osim toga, ekoopločnici su dekorativni, a dizajnirani su tako da nude visoki komfor za hodanje i trčanje.



Slika 9: Tok vode u urbanoj sredini – upotreba ekoopločnika, Semmelrock Stein+Design

Širine fuga ili praznina ekoopločnika variraju od 4 cm čak 40 cm, stoga je odabir materijala za ispunu fuge jako bitan i ekološki i estetski faktor. Svedeno je bio to šljunak ili zemlja te zatravljene površine jer svaki ima svoje prednosti: šljunak omogućava dobru vodopropusnost, a ispunjena zemljom omogućuje veći kapacitet skladištenja vode i na taj način pomaže poboljšati mikroklimu isparavanjem.

Za sve naše opločnike i ploče s odvodom oborinskih voda postoje certifikati o ispitivanju koji potvrđuju trajnu sposobnost i kvalitetu odvoda. Europski standardi kažu da ekološki opločnici trebaju propuštati $270 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$, što odgovara količini od oko 97 l po m^2 na sat. Ispitane vrijednosti za naše ekološke opločnike višestruko nadilaze tu vrijednost.



Slika 10: Primjer upotrebe travne rešetke zapunjene šljunkom, Semmelrock Stein+Design 2021.

4. Zaključak

Nastanak toplinskih otoka kao mjesta s temperaturom višom od one okolnog područja ljeti u središnjim dijelovima gradova prepoznaje se kao jedan od važnijih ekoloških problema jer utječe na standard i zdravlje ljudi u gradovima te na povećanje utroška energije. Analiza faktora koji utječu na stvaranje toplinskih otoka u gradovima upućuje na to da je njihova preizgrađenost znatno doprinijela pojačanju toga negativnog efekta. Prometne se površine prepoznaju po svojem udjelu u površinama središta gradova kao važan element pojačavanja ili pak suzbijanja toga efekta. Pokazuje se da strategija o tome kako umanjiti efekt toplinskih otoka, u segmentu planiranja i projektiranja prometnih površina u gradovima, treba obuhvatiti uporabu materijala s visokim indeksom solarne refleksije (tzv. hladni kolnici), izgradnju poroznih kolnika od različitih materijala (osobito na parkirališnim i pješačkim površinama) te plansku sadnju drveća uz prometnice.

U dosadašnjim istraživanjima beton se pokazivao materijalom koji se manje zagrijava od asfalta i pri maksimalnim i pri trajno visokim (ljetnim) temperaturama, što ovaj materijal čini povoljnijim za primjenu u gradovima s aspekta utjecaja na zagrijavanje okoline.

Također odabirom eko opločnika za zelena parkirališta, izgradnjom dobre podkonstrukcije i odvodnih sustava, učinak je višestruk za urbana područja visoke naseljenosti.

Literatura:

1. Babić, Deluka-Tibljaš, Cuculić, Šurdonja: Analiza zagrijavanja kolničkih površina urbanih područja, Časopis Građevinar 2/2012
2. Oke, T.R.: The Distinction between Canopy and Boundary Layer Urban Heat Islands, Atmosphere, 14 (1976) 4, pp. 268-277.
3. Bogdan: Urbani toplinski otoci podižu temperaturu u gradu i do 10 °C, Časopis Građevinar 9/2019
4. L. Uzarowski, R. Rizvi, S. Manolis, Reducing Urban Heat Island Effect by Using Light Coloured Asphalt Pavement, in: 2018 Conference of the Transportation Association of Canada, Saskatoon, Canada, 2018
5. Izvještaj o provedenom ispitivanju indeksa solarne refleksije opločnika prema normi ASTM E 1980 (oznaka izvještaja: 150-02/22-1), Gaši M., Bagarić M, Milovanović B.
6. <https://climate.copernicus.eu/demonstrating-heat-stress-european-cities>
7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670721008301>
8. <https://heatlandlife.eu/el-proyecto/>
9. <https://heatlandlife.eu/wp-content/uploads/2021/11/Folleto-Triptico-A5-ING.pdf>
10. <https://blogs.worldbank.org/sustainablecities/3-ways-beat-heat-european-cities>
11. https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Solar_Reflectance_Index_in_the_built_environment
12. <https://www.cement.org/learn/concrete-technology/concrete-construction/concrete-as-solar-reflectance-material>

FINANCIRANJE MREŽE ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

FINANCING SYSTEM FOR COUNTY AND LOCAL ROAD NETWORKS IN REPUBLIC OF CROATIA

Ključne riječi: financiranje, županijske ceste, lokalne ceste, prijedlog financiranja

Keywords: funding, county roads, local roads, funding proposal

SAŽETAK

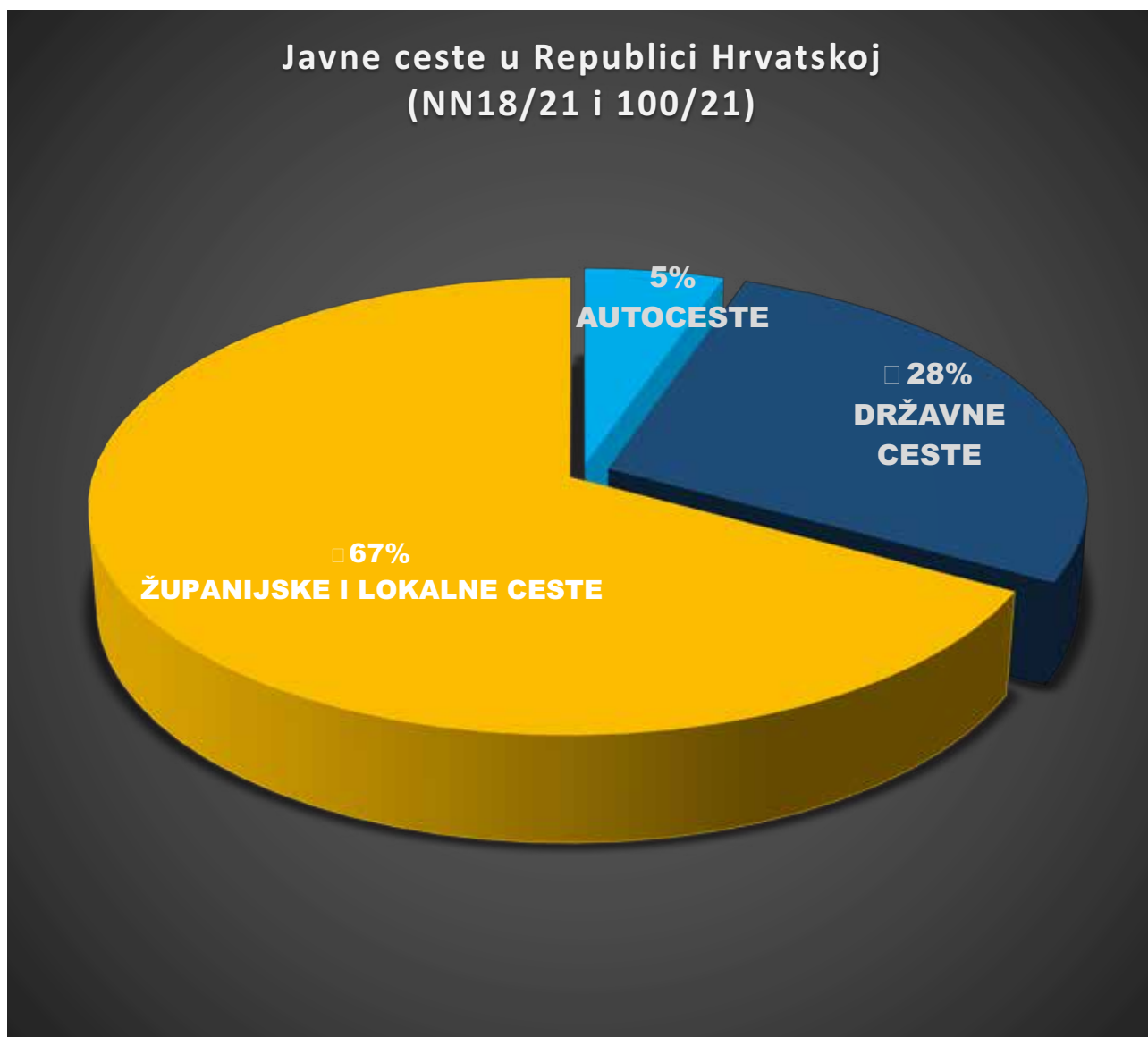
Županijske uprave za ceste upravljaju sa 17.798,902 km javnih cesta, što predstavlja više od 2/3 javnih cesta u Republici Hrvatskoj. Županijske uprave za ceste osnovane su 1997. godine. Model financiranja Županijskih uprava za ceste nije se mijenjao niti poboljšavao od njihovog osnutka. Ovakav model financiranja više nije dostatan za kvalitetno održavanje i građenje mreže županijskih i lokalnih cesta, te ga je potrebno žurno unaprijediti. Višegodišnje zanemarivanje problema financiranja županijskih i lokalnih cesta dovelo je do urušavanja održivog sustava održavanja i vrlo lošeg stanja ove najveće mreže javnih cesta. U ovom radu se analizira postojeći model financiranja Županijskih uprava za ceste, te ukazuje na njegovu neodrživost.

SUMMARY

County Road Administrations manage 17.798,902 km of public roads, which represents more than 2/3 of public roads in the Republic of Croatia. County Road Administrations were established in 1997. The funding model of the County Road Administrations has not changed or improved since their establishment. This model of financing is no longer sufficient for quality maintenance and construction of the network of county and local roads, and it needs to be urgently improved. Many years of neglect of the problem of financing county and local roads has led to the collapse of the sustainable maintenance system and the very poor condition of this largest network of public roads. This paper analyzes the existing model of financing of the County Road Administrations, and points out its unsustainability.

1. UVOD

Županijske uprave za ceste upravljaju i gospodare županijskim i lokalnim cestama od 1997. godine. U Hrvatskoj postoji dvadeset županijskih uprava za ceste koje danas upravljaju sa 9.353,050 km županijskih i 8.445,852 km lokalnih cesta, ukupno 17.798,902 km ili 67% kategoriziranih javnih cesta (posljednje razvrstavanje, NN. 18/21 i 100/21).



Grafikon 1. Javne ceste u Republici Hrvatskoj

2. MODEL FINANCIRANJA ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA

Izvori sredstava Županijskih uprava za ceste su:

- godišnja naknada za uporabu javnih cesta, koja se plaća pri registraciji motornih i priključnih vozila (oko 904 milijuna kn u 2020.g.),
- sredstva koja se dodjeljuju iz Državnog proračuna Županijskim upravama za ceste Odlukom Ministra mora, prometa i infrastrukture za potporu održavanju, rekonstrukciji i građenju županijskih i lokalnih cesta (u 2021.godini 99 milijuna kuna),
- naknada za izvanredni prijevoz, naknada za prekomjernu uporabu cesta, naknada za korištenje cestovnog zemljišta, naknada za obavljanje pratećih djelatnosti, naknada za osnivanje prava služnosti i građenja, sredstva državnog proračuna, korisnička naknada, naknada za koncesije, ostali izvori (sufinanciranje jedinica lokalne samouprave) i krediti, ostale naknade utvrđene Zakonom o cestama (oko 15 milijuna kn)



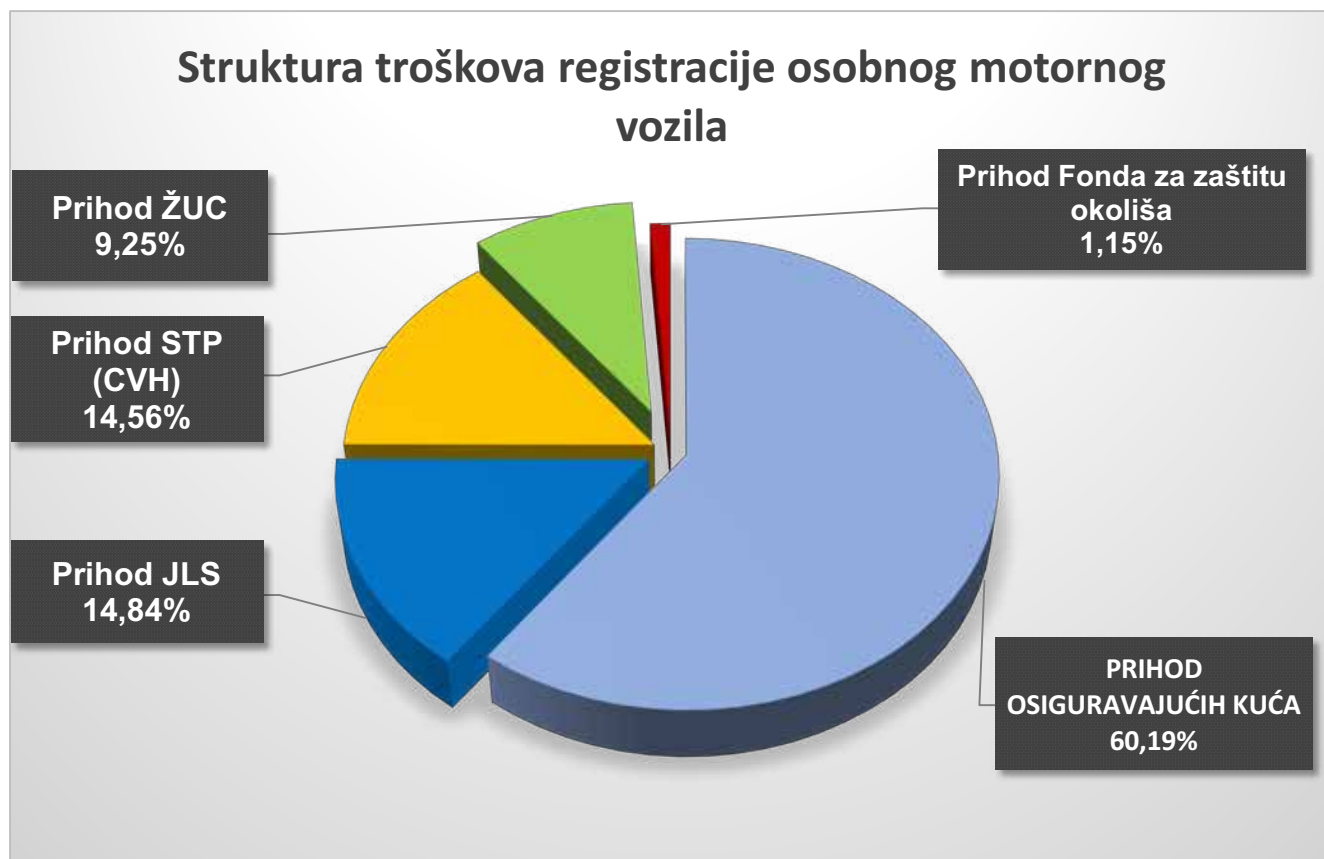
Grafikon 2. Struktura prihoda Županijskih uprava za ceste

Godišnja naknada za uporabu javnih cesta, koja se plaća pri registraciji motornih vozila osnovni je prihod Županijskih uprava za ceste, obračunava se za osobna vozila prema zapremini, odnosno kubnim centimetrima motora ugrađenog u vozilo. Ovakav model obračuna je jednostavno zastario i nije primjeren za obračun naknade za uporabu javnih cesta te ga je neophodno promijeniti ili unaprijediti (obvezno osiguranje vozila i porez na cestovna motorna vozila već odavno se obračunavaju prema snazi vozila).

Struktura svih troškova koji se plaćaju pri registraciji vozila sastoji se od (podaci dani za prosječno osobno vozilo):

R.Br.	Opis usluge	Iznos u kn	Postotak
1.	Obvezno osiguranje vozila	2.433,44 kn	60,19%
2.	Porez na cestovna motorna vozila	600,00 kn	14,84%
3.	Tehnički pregled osobnog automobila	190,71 kn	14,56%
4.	EKO test	128,23 kn	
5.	Zamjena ili izdavanje nove prometne dozvole	64,65 kn	
6.	Poslovi koji prethode registraciji i produženju važenja prometne dozvole	57,65 kn	
7.	Ovjera prometne dozvole	57,65 kn	
8.	Naplata propisanih obveza	43,10 kn	
9.	Obrazac prometne dozvole	35,00 kn	
10.	Obrasci i registri	11,68 kn	
11.	Naknada za ceste	374,10 kn	9,25%
12.	Posebna naknada za okoliš	46,55 kn	1,15%
Ukupno:		4.042,76 kn	

Tablica 1. Struktura troškova koji se plaćaju pri registraciji vozila



Grafikon 3. Struktura troškova registracije vozila

3. PREGLED PRIHODA ŽUPANIJSKIH UPRAVA ZA CESTE

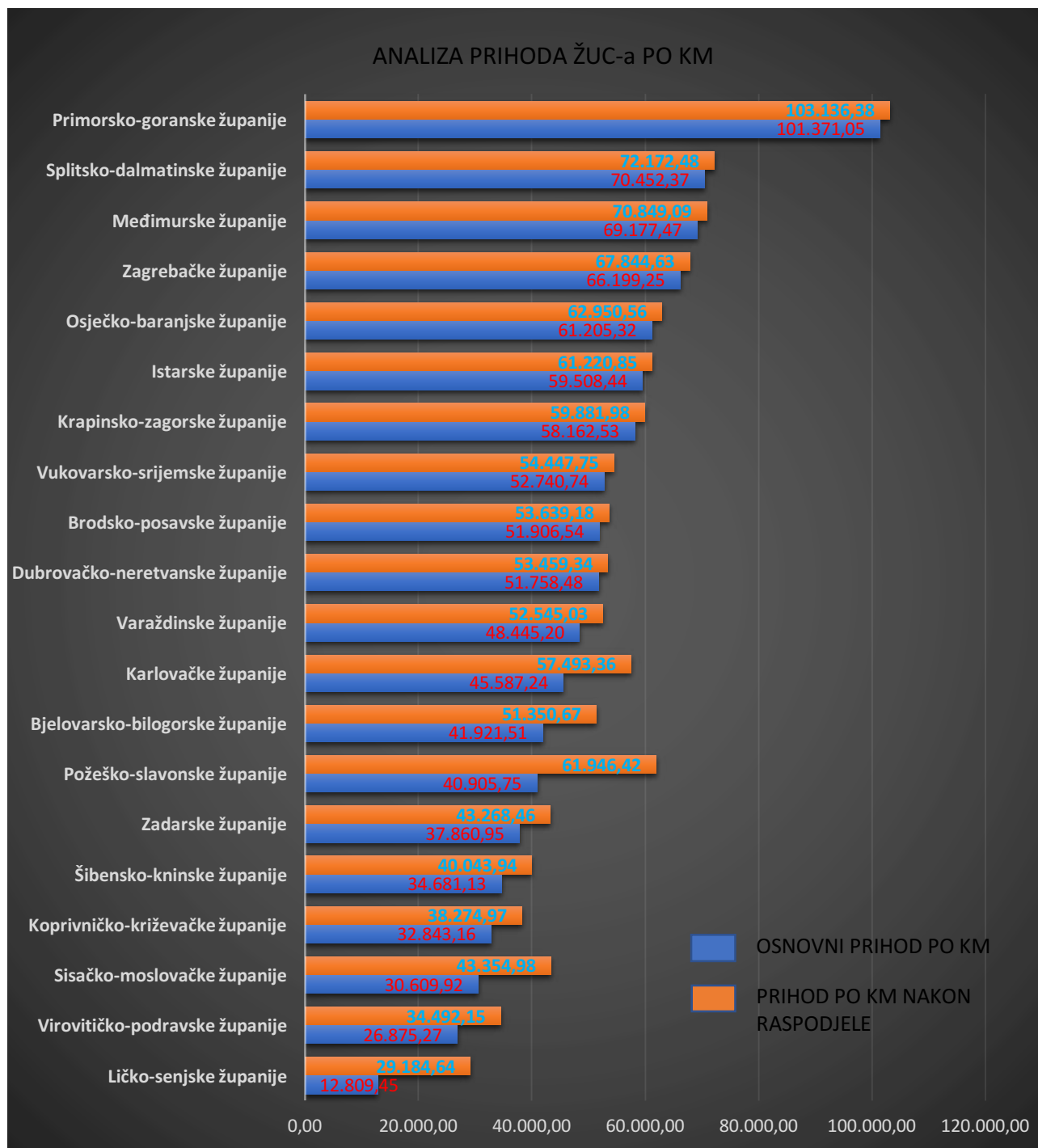
U Hrvatskoj djeluje dvadeset županijskih uprava za ceste čiji prihodi nisu ujednačeni. Prihodi prvenstveno ovise o broju registriranih motornih vozila na području pojedine županije, te o sredstvima iz Državnog proračuna koja se svake godine dodjeljuju Županijskim upravama za ceste Odlukom Ministra mora, prometa i infrastrukture za potporu održavanju, rekonstrukciji i građenju županijskih i lokalnih cesta. Nesrazmjer prihoda županijskih uprava za ceste je i izravni pokazatelj neujednačene ekonomske razvijenosti pojedinih županija.

Red. Br.	ŽUC	Prihod 2020.	km cesta	50.560,70	Dodijeljena sredstva	Prihod po km nakon raspodjele
				prihod/km		
1.	Ličko-senjske županije	12.588.740,36	982,77	12.809,45	16.093.045,00	29.184,64
2.	Virovitičko-podravске županije	18.355.006,00	682,97	26.875,27	5.202.098,00	34.492,15
3.	Sisačko-moslavačke županije	37.523.168,04	1.225,85	30.609,92	15.623.531,00	43.354,98
4.	Koprivničko-križevačke županije	27.027.295,00	822,92	32.843,16	4.469.942,00	38.274,97
5.	Šibensko-kninske županije	25.117.811,00	724,25	34.681,13	3.884.011,00	40.043,94
6.	Zadarske županije	44.422.633,31	1.173,31	37.860,95	6.344.683,00	43.268,46
7.	Požeško-slavonske županije	19.560.310,00	478,18	40.905,75	10.061.231,00	61.946,42
8.	Bjelovarsko-bilogorske županije	33.285.806,32	794,00	41.921,51	7.486.782,00	51.350,67
9.	Karlovačke županije	39.014.885,00	855,83	45.587,24	10.189.604,00	57.493,36
10.	Varaždinske županije	45.769.574,00	944,77	48.445,20	3.873.393,00	52.545,03
11.	Dubrovačko-neretvanske županije	33.969.090,00	656,30	51.758,48	1.116.272,00	53.459,34
12.	Brodsko-posavske županije	33.778.703,00	650,76	51.906,54	1.127.530,00	53.639,18
13.	Vukovarsko-srijemske županije	32.640.190,00	618,88	52.740,74	1.056.431,00	54.447,75
14.	Krapinsko-zagorske županije	39.041.541,00	671,25	58.162,53	1.154.178,00	59.881,98
15.	Istarske županije	74.389.125,00	1.250,06	59.508,44	2.140.606,00	61.220,85
16.	Osječko-baranjske županije	68.256.973,00	1.115,21	61.205,32	1.946.312,00	62.950,56
17.	Zagrebačke županije	82.125.463,00	1.240,58	66.199,25	2.041.231,00	67.844,63
18.	Međimurske županije	31.670.830,65	457,82	69.177,47	765.299,00	70.849,09
19.	Splitsko-dalmatinske županije	118.879.220,00	1.687,37	70.452,37	2.902.460,00	72.172,48
20.	Primorsko-goranske županije	87.361.466,00	861,80	101.371,05	1.521.361,00	103.136,38
	U K U P N O:	904.777.830,68	17.798,90		99.000.000,00	

Tablica 2. Prihodi Županijskih uprava za ceste

4. ODRŽAVANJE MREŽE ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA

Održavanje cesta možemo podijeliti u tri skupine, redovno održavanje, izvanredno održavanje i rekonstrukcija cesta. Svaki od spomenutih načina održavanja ima svoj projektni period. Kod redovnog održavanja projektni period je procijenjen na 3 godine, kod izvanrednog održavanja na 10 godina, dok kod rekonstrukcije kolnika on iznosi 20 godina. Više od 60% županijskih i lokalnih cesta je u lošem stanju i nužna je njihova rekonstrukcija, ali se zbog nedostatka sredstava provodi samo redovno održavanje.



Grafikon 4. Analiza prihoda po kilometru

Prosječni prihod po kilometru ceste Županijskih uprava za ceste iznosi 50.560,70 kuna po kilometru.

Prema današnjim cijenama i prema trenutnim prihodima Županijskih uprava za ceste ovo su radovi koje si Županijske uprave za ceste mogu priuštiti, a koji su daleko ispod potreba i standarda održavanja.

- 1) Košnja bankina – radovi redovnog održavanja
- 2) Strojno produbljivanje i profiliranje cestovnih jaraka – radovi redovnog održavanja
- 3) Obnavljanje središnje i rubne linije – redovi redovnog održavanja
- 4) Izmjena vertikalne signalizacije - redovi redovnog održavanja
- 5) Krpanje udarnih jama - redovi redovnog održavanja

Cijena ovih radova, po kilometru ceste, iznosi cca. **52.580,00kn**, što je više od prosječnog prihoda koji ostvaruju Županijske uprave za ceste.

U radove redovnog održavanja pripadaju i:

- NADZIRANJE I PREGLEDI CESTA I OBJEKATA (ophodnja, pregled objekata)
- ODRŽAVANJE KOLNIKA (čišćenje kolnika, popravci asfaltnih i makadamskih kolnika)
- ODRŽAVANJE BANKINA I BERME, USJEKA, ZASJEKA I NASIPA
- ODRŽAVANJE OBJEKATA ZA ODVODNJU (cestovni propusti, rubnjaci, kanalice)
- ODRŽAVANJE OPREME CESTE (vertikalna i horizontalna signalizacija, ograde, stupići)
- KOŠNJA TRAVE I ODRŽAVANJE ZELENILA (stabla, grmlje, živice)
- ODRŽAVANJE OBJEKATA (mostova, vijadukata, nadvožnjaka, tunela, galerija i sl.)
- ODRŽAVANJE CESTA I OBJEKATA U ZIMSKIM UVJETIMA

Upravitelji cesta u obvezi su osigurati da se ceste održavaju na način da se prilikom održavanja omogućiti siguran promet na njima, da se očuvaju temeljna svojstva i poboljšaju njihove prometne, tehničke i sigurnosne značajke, zaštite od štetnog utjecaja cestovnog prometa, te da se očuva njihov okoliš i uredan izgled.

Izvanredno održavanje cesta između ostalog obuhvaća:

- obnavljanje i zamjenu kolničkog zastora
- ojačanje kolnika u svrhu obnove i povećanja nosivosti i kvalitete vožnje
- mjestimične popravke kolničke konstrukcije ceste u svrhu povećanja nosivosti ceste
- poboljšanje sustava odvodnje ceste
- zamjenu, ugrađivanje nove i poboljšanje vertikalne prometne signalizacije i opreme ceste (kilometarski i smjerokazni stupići, zaštitne ograde i slično)
- pojedinačne korekcije geometrijskih elemenata ceste (ublažavanje oštih 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,
- popravak ili zamjenu rasponske konstrukcije, stupova i upornjaka

Poslovi građenja i rekonstrukcije javnih cesta u smislu Zakona obuhvaćaju:

- pripremu, izradu i ustupanje izrade potrebnih studija te njihovu stručnu ocjenu,
- pokretanje postupka procjene utjecaja zahvata na okoliš,
- pokretanje postupka ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu,
- ustupanje usluga projektiranja s istražnim radovima,
- ustupanje usluga projektiranja opreme, pratećih objekata i prometne signalizacije,

- ishođenje lokacijskih, građevinskih i uporabnih dozvola, odnosno drugih akata na temelju kojih je dopušteno građenje i uporaba građevine po posebnom propisu,
- ustupanje radova izmještanja komunalne i druge infrastrukture,
- ustupanje geodetskih radova,
- ustupanje radova građenja i rekonstrukcije,
- ustupanje usluga stručnog nadzora građenja,
- organizaciju tehničkog pregleda i primopredaju javne ceste te dijelova javne ceste i objekata na korištenje i održavanje,
- investitorski nadzor nad provođenjem projekata,
- ustupanje revizije projekata u odnosu na osnovne uvjete kojima javna cesta mora udovoljiti u pogledu sigurnosti prometa.

Uz ovakve prihode Županijske uprave za ceste mogu izvoditi samo radove redovnog održavanja cesta. Poslovi izvanrednog održavanja, građenja i rekonstrukcije bez financijske pomoći su Županijskim upravama za ceste neostvarivi.

Također je činjenica da još uvijek u 21. stoljeću imamo županijskih i lokalnih cesta u naseljima bez asfaltiranog kolnika, za čiju modernizaciju Županijske uprave za ceste ne mogu osigurati potrebna sredstva.

5. ODRŽIVI SUSTAV FINANCIRANJA ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA

Predlažemo da se osigura model održivog financiranja, kroz donošenje Novog Zakona o cestama i novih Pravilnika vezanih uz Zakon o cestama, za ispunjenje određenog standarda održavanja i investicijskih ulaganja na sljedeće načine:

- Povećati godišnju naknadu za uporabu javnih cesta koja se plaća pri registraciji vozila, minimalno 50%, što na godišnji trošak vozila utječe < 1%;
- Preraspodijeliti sadašnju naknadu za financiranje javnih cesta iz trošarine na pogonska goriva pri državnom proračunu minimalno 0,10 kn/litri unutar sadašnjeg iznosa 1,20 kn/litri, izravno za financiranje županijskih i lokalnih cesta u nadležnosti Županijskih uprava za ceste sa ispodprosječnim osnovnim prihodom od registracije, temeljem određenih parametara, kako bi se smanjile razlike između županija
- Regulirati ostale naknade iz ZOC-a: naknada za izvanredni prijevoz, naknada za prekomjernu uporabu cesta, naknada za korištenje cestovnog zemljišta, naknada za pravo služnosti i pravo građenja
- Županijske uprave za ceste uključiti u sustav PDV-a jer se od oporezivih naknada može ostvariti povrat PDV-a za reinvestiranje u ceste.
- Pronaći nove dodatne izvore financiranja županijskih i lokalnih cesta na području Republike Hrvatske, preraspodijeliti sredstva iz ostalih obveznih naknada, obveznog osiguranja vozila, tehničkog pregleda i sličnih naknada od korisnika cesta, u javni sektor za javne ceste;

Prihodi Županijskih uprava za ceste svih ovih godina su smanjivani, suprotno inflaciji i svim ostalim ekonomskim parametrima.

Još jedan od faktora zbog kojih je nužno riješiti financiranje županijskih i lokalnih cesta je i sigurnost prometa, najveći broj prometnih nezgoda događa se upravo na mreži županijskih i lokalnih cesta. Svi građani imaju pravo voziti se cestama iste razine održavanja.

Cilj svih ovih prijedloga je osigurati kvalitetno održavanje, građenje i rekonstrukciju županijskih i lokalnih cesta što je u interesu razvoja Republike Hrvatske koja je vlasnik svih javnih cesta.

Višegodišnje zanemarivanje problema financiranja županijskih i lokalnih cesta dovelo je do urušavanja održivog sustava održavanja i vrlo lošeg stanja ove najveće mreže javnih cesta.

Ovo nije prezentacija poslovanja Županijskih uprava za ceste, već apel za pomoć i početak rješavanja problema financiranja ŽUC-eva, koji se neopravdano zanemaruje duži niz godina.

Mr. sc. Tatjana Potkonjak

Prometni prekršaji, vozila i vozači kroz prizmu stajališta Europskog suda za ljudska prava

Konvencija za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda, čija je potpisnica i Republika Hrvatska, temeljni je pravni instrument zaštite ljudskih prava Vijeća Europe. Nakon usvajanja Konvencije doneseno je 14 protokola. Protokolom broj 11 države članice Vijeća Europe ustanovile su Europski sud za ljudska prava u Strasbourgu (ESLJP).

Funkcija suda da utvrdi jedinstveni minimalni stupanj zaštite ljudskih prava rezultirala je značajnim posljedicama i za Republiku Hrvatsku; izmjenama zakona i podzakonskih propisa te inkorporiranje stavova ESLJP u domaću sudsku praksu. Međutim, pri tom se ne implementiraju samo stajališta suda donesena u presudama protiv Republike Hrvatske već i ona zauzeta u drugim predmetima.

Uloga ESLJP kao tvorca konvencijskih standarda zaštite ljudskih prava i sloboda prezentira se u ovom radu kroz iznošenje njegovih stavova koji se izravno tiču prometnih prekršaja, prava i obveza vozača, te vozila kao objekta prava vlasništva ali i zahtjeva za uspostavu pravnog okvira za zaštitu života od prometnih nesreća.

Ključne riječi: *Europski sud za ljudska prava, prekršajni postupak, prekršajno pravo, žurni postupak, pravo na pošteno (pravično) suđenje*

I. Zaštita ljudskih prava od sumerskih vremena do Europskog suda za ljudska prava

Ideja o proklamiranju i zaštiti ljudskih prava, odnosno prava čovjeka stara je posve sigurno koliko i čovječanstvo. Potreba za zaštitom ljudskih prava koincidira nužno s njihovim narušavanjem, ograničavanjem, odnosno oduzimanjem. Međutim o ideji zaštite ljudskih prava i njezinom oživotvorenju možemo osnovano govoriti isključivo na temelju odgovarajućih povijesnih izvora i to primarno pisanih izvora. Unatoč latentnom nastojanju da se Europa, stari

kontinent proglasi rodonačelnicom u sferi kreiranja i ostvarenja ideje zaštite ljudskih prava i sloboda, povijesni zapisi upućuju na drugačiji zaključak.

Naime, Ur-nammu, sumerski vladar (vladao približno od 2047. do 2029. pr.n.e.) donio je Kodeks¹ kojim su propisane sankcije za povrede prava žena i djece. Prvi cjelovitiji dokument s područja ljudskih prava donesen je u Perzijskom carstvu u VI. st. pr.n.e. i naziva se Kirova povelja, odnosno Kirov cilindar². Navedenim dokumentom proklamirano je pravo slobode vjeroispovijesti. Pored toga sadržavao je i jedno iznimno napredno rješenje s obzirom na vrijeme svog donošenja, propisivao je naime, između ostalog i kako palače trebaju graditi najamni radnici a ne robovi.

Na prostoru Indije još u 3. st. pr.n.e. u vrijeme vladara Ashoke Velikog ukida se smrtna kazna. Zapisi pružaju dokaze o slobodi vjeroispovijesti, principima nenasilja, pravu na obrazovanje te toleranciji kasta i sekta. Poštivanje ljudskih prava također zagovaraju i brojni religijski tekstovi Vede, Biblije, Kurana ali primjerice i često zaboravljanog dokumenta Medinske povelje³ iz 623. godine. Riječ je o dokumentu koji jamči slobodu savjesti, vjeroispovijesti te pravo na suđenje po zakonima vlastite vjere.

Europski kontinent svoj ozbiljni i kontinuirani razvojni put prema zaštiti ljudskih prava i sloboda zapisom u odgovarajućem dokumentu započinje 15. lipnja 1215. donošenjem Magne Carte Libertatum – Velike povelje sloboda. Velika povelja o slobodama i pravima podanika izdana od strane engleskog kralja Ivana Bez Zemlje (John Lackland) koja je i danas u Engleskoj vrijedeći ustavni akt, smatra se simbolom ograničenja samovoljne vladarove vlasti iako su slične povelje i ranije bile izdavane. Međutim, one nisu bile nametnute od podanika. Vladar se Velikom Poveljom obvezao da da slobodne ljude neće lišavati života, slobode, prava i imovine niti ih progoniti, osim na osnovi odluke suda njima ravnih ili na osnovi prava zemlje, kao i da nikomu neće uskratiti pravnu zaštitu. Magna Charta sadržavala je i jamstvo za vladarevo poštivanje njezinih odredaba putem vijeća od 25 izabranih velikaša, koje je ovlašteno, na prijedlog četvorice svojih članova, objaviti rat kralju ako povelju prekrši. Unatoč

¹ <https://www.polk.k12.ga.us/userfiles/644/Classes/177912/Code%20of%20Ur-Nammu.pdf> –posljednji posjet stranici 19. 2. 2020.

² Khurt, A.: "The Cyrus Cylinder and Achaemenid Imperial Policy", *Journal of the Study of the Old Testament*, 25 (1983), str. 83-97; Pritchard, J. B.: *Ancient Near Eastern Text Relating to Old Testament*, Princeton University Press, 1969. str.315-316.

³ Šukrić, N., *Povijest islamske kulture i civilizacije*, Sarajevo, 1989.

činjenici što je zapravo Magna Charta pragmatički dokument, uvjetovan izravnim interesima feudalaca na nju se u značajnoj mjeri naslanjaju kasnije doneseni dokumenti važni za razvoj i zaštitu ljudskih prava *Peticija o pravima* (*Petition of Right*, 1628) i *Zakon o habeas corpus* (*Habeas Corpus Act*, 1679). Slijedi donošenje niza dokumenata značajnih za razvoj zaštite ljudskih prava i sloboda. Bill of Rights 1689. godine, Deklaracija nezavisnosti 1776. godine, Deklaracija o ukidanju trgovine robljem 1815, Atlantska povelja 1941. godine, Vašingtonska deklaracija iz 1942.

Okončanje drugog svjetskog rata obilježeno je usvajanjem brojnih akata međunarodnog karaktera kojima se na kvalitativno novi način proklamira i garantira sve širi krug ljudskih prava. Jedan od najvažnijih dokumenata bila je nedvojbeno Povelja Ujedinjenih naroda usvojena je 26. srpnja 1945. godine u San Franciscu. Navedeni dokument kojim se proklamiraju temeljne ljudske vrijednosti i ciljevi kojima se teži, smatra se i danas ključnim dokumentom kojim se pod međunarodni nadzor stavlja zaštita ljudskih prava i sloboda, a koji je poslužio kao osnova za osnivanje brojnih međunarodnih organizacija u okviru Ujedinjenih naroda.

Usvajanje Povelje označilo je i proces nastajanja međunarodnih standarda u zaštiti ljudskih prava. Opća deklaracija o ljudskim pravima⁴ usvojena je 10. prosinca 1948. godine. Nakon deklaracije donesena su i dva Međunarodna pakta iz 1966. godine. Međunarodni pakt o građanskim i političkim pravima, koji proširuje katalog prava utvrđenih u Univerzalnoj deklaraciji i utvrđuje sistem nadzora država u pogledu zaštite ljudskih prava. Dok Međunarodni pakt o ekonomskim socijalnim i kulturnim pravima uređuje veći broj prava iz ovih oblasti i to: pravo na rad i pravo na sindikalno udruživanje, pravo na socijalnu sigurnost, pravo na obrazovanje, pravo na odgovarajući životni standard i dr.

Ključni dokument u sferi zaštite ljudskih prava na području Europe nedvojbeno je Europska konvencija za zaštitu ljudskih prava i osnovnih sloboda (u daljnjem tekstu: Konvencija), usvojena je u Rimu 4. studenog 1950. godine, a stupila je na snagu 1953. godine. Trinaest članica Vijeća Europe potpisale su Konvenciju 4. studenog 1950. godine u Rimu. Nakon usvajanja Konvencije doneseno je 14 protokola, od kojih su neki protokoli dodali nova prava,

⁴ Na temelju članka 32. Zakona o sklapanju i izvršavanju međunarodnih ugovora, Vlada Republike Hrvatske je, na sjednici održanoj 12. studenoga 2009. godine, donijela je Odluku o objavi Opće deklaracije o ljudskim pravima (Narodne novine br. 12/2009, Međunarodni ugovori)

a drugi uređivali mehanizme implementacije⁵. Izniman značaj i utjecaj na države potpisnice ne proizlazi primarno iz samog sadržaja Konvencije u smislu definiranja prava koja se njome štite, već prvenstveno iz uspostave odgovarajućeg mehanizma koji jamči kako njezine odredbe nisu i neće ostati tek „mrtvo slovo na papiru“, odnosno „popis želja“ kojima zemlje potpisnice teže.

Protokolom broj 11 države članice Vijeća Europe, uzimajući u obzir hitnu potrebu za preinakom kontrolnog mehanizma ustanovljenog Konvencijom u cilju održavanja i poboljšanja djelotvorne zaštite ljudskih prava i temeljnih sloboda, a posebice imajući u vidu povećan broj zahtjeva i povećanje članstva Vijeća Europe, te smatrajući da je stoga poželjno izmijeniti pojedine odredbe Konvencije, naročito u cilju zamjene postojeće Europske komisije i Suda za ljudska prava novim stalnim Sudom, ustanovile su Europski sud za ljudska prava u Strasbourgu (u daljnjem tekstu: ESLJP).

ESLJP je međunarodno sudsko tijelo s ovlašću donošenja presuda protiv država ugovornica ukoliko se utvrdi da krše pravila Konvencije. Protokolom broj 11 omogućen je i nadzor Europskog suda u slučajevima kada pojedinac, a ne država, pokreće taj postupak.

Svoju ulogu u primjeni Konvencije utvrdio je sam ESLJP u predmetu *Irska protiv Ujedinjenog Kraljevstva* (18. siječanj 1978, § 154, Serija A, br. 25) iznošenjem stajališta prema kojem presude Europskog suda zapravo služe, ne samo kao odluke u predmetima koje Sud razmatra već i da se generalno razjasne, očuvaju i razvijaju pravila koja je ustanovila Konvencija, a čime se daje doprinos u poštivanju obaveza koje su države preuzele kao visoke strane ugovornice. Zadatak sustava uspostavljenog Konvencijom jest da, u općem interesu, određuje pitanja javne politike, čime se podižu standardi zaštite ljudskih prava, a jurisprudencija na području ljudskih prava širi u zajednici država potpisnica Konvencije (*Konstantin Markin protiv Rusije* [VV], 30078/06, § 89, ECHR 2012).

Pod jurisdikcijom Europskog suda danas je 47 država članica Vijeća Europe, osnovano se stoga može tvrditi kako se u naravi radi o najvećem prisilnom postavljanju jedinstvenih pravnih standarda u području ljudskih prava i temeljnih sloboda u europskim državama. Donošenjem Konvencije započeo je ključni proces standardizacije prava u Europi s ciljem da zaštita konvencijskih prava i sloboda, u kontekstu demokracije i vladavine prava. Konvencija je imala i još uvijek ima izuzetno velik utjecaj na pravne poretke članica Vijeća Europe. ESLJP u naravi

⁵ Konvencija je zapravo imala ukupno 14 izmjena i dopuna učinjenih Protokolima uz Konvenciju, koje je Hrvatska također ratificirala „Narodne novine - Međunarodni ugovori“ broj 18/97., 6/99. – pročišćeni tekst, 14/02., 13/03., 9/05., 1/06. i 2/10.

je “kreator europskih ustavnih standarda” koje na nacionalnim razinama trebaju provoditi nacionalna tijela, osobito sudovi.

Unatoč činjenici što je Konvencija neosporno jedan od najznačajnijih dokumenata za zaštitu ljudskih prava u Europi, njeno pravo značenje ne proizlazi iz samog teksta, već iz prakse ESLJP. Upravo je ESLJP omogućio Konvenciji vodeću ulogu u formiranju suvremenih standarda zaštite ljudskih prava u europskim državama. Bitno je akceptirati kako Konvencija ne štiti samo od izravne povrede klasičnih građanskih i političkih prava već i postavlja standarde u vezi s drugim povredama prava u privatnoj sferi, utvrđujući državama ugovornicama i negativne obveze, ali i širok opseg pozitivnih obveza. Jednom utvrđeno stajalište ESLJP će nadalje primjenjivati u sličnim slučajevima, ali će ga prilagođavati i specifičnim razlikama pojedinih slučajeva.

II. Značaj odluka Europskog suda za ljudska prava

Presude ESLJP su konačne i obvezujuće za stranke. Iz presuda ESLJP proizlaze stanovite obveze koje se tiču primarno država potpisnica, budući za državu u pogledu koje je ESLJP utvrdio da povrijedila konvencijsko pravo nastaje obveza izvršenja presude. Utvrđenje da je pojedina zemlja članica povrijedila odredbe Konvencije može proizaći iz činjenice da njezin nacionalni sud svojom sudskom praksom postupa protivno konvencijskim standardima. Nacionalni sudovi stoga i te kako su obvezi akceptirati stajališta ESLJP.

Presuda ESLJP se izvršava isplatom pravične novčane naknade, individualnim i/ili općim mjerama. Mjere nisu samo usmjerene na zaustavljanje povrede konvencijskog prava ukoliko ono još uvijek postoji, odnosno ispravljanje povrede već i sprečavanje njezinog ponavljanja.

Usvajanje u nacionalno zakonodavstvo i sudsku praksu standarda zaštite ljudskih prava utvrđenih od strane ESLJP u presudama protiv drugih država također je jedan od vidova unošenja standarda ESLJP u pravni sustav pojedine potpisnice Konvencije.

III. Važenje Konvencije za zaštitu ljudskih prava i osnovnih sloboda u odnosu na Republiku Hrvatsku

Konvencija je, postala obvezujuća za Republiku Hrvatsku 5. studenoga 1997. na temelju Zakona o potvrđivanju Konvencije za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda i protokola br. 1, 4, 6, 7 i 11 Konvencije za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda⁶. Nakon stupanja na snagu Protokola br. 11 uz Konvenciju objavljen je i pročišćeni tekst Konvencije⁷. Donošenjem navedenog zakona Konvencija postaje dio unutarnjeg pravnog poretka Republike Hrvatske od 5. studenoga 1997. Međutim, ona je u hrvatski pravni sustav bila inkorporirana već 1991. godine donošenjem Ustavnog zakona o ljudskim pravima i slobodama i o pravima etničkih i nacionalnih zajednica ili manjina u Republici Hrvatskoj. Člankom 1. Ustavnog zakona o ljudskim pravima i slobodama i o pravima etničkih i nacionalnih zajednica ili manjina u Republici Hrvatskoj, koji je stupio na snagu 4. prosinca 1991., Republika Hrvatska obvezala se na poštivanje i zaštitu temeljnih prava i sloboda čovjeka i građanina u skladu s Konvencijom te protokolima vezanima uz Konvenciju. Ratifikacijom Konvencije ujedno je prihvaćena jurisdikcija Europskog suda za odlučivanje o zahtjevima protiv Republike Hrvatske zbog povrede prava zajamčenih Konvencijom,

Pravna snaga međunarodnih ugovora u Republici Hrvatskoj jasno je definirana 134. Ustava Republike Hrvatske. „*Međunarodni ugovori koji su sklopljeni i potvrđeni u skladu s Ustavom i objavljeni, a koji su na snazi, čine dio unutarnjega pravnog poretka Republike Hrvatske, a po pravnoj su snazi iznad zakona. Njihove se odredbe mogu mijenjati ili ukidati samo uz uvjete i na način koji su u njima utvrđeni, ili suglasno općim pravilima međunarodnog prava*“.

Sudovi u Republici Hrvatskoj sukladno odredbi čl. 115. st. 3. Ustava Republike Hrvatske sude na temelju Ustava, zakona, međunarodnih ugovora i drugih važećih izvora prava. Imajući navedeno u vidu, sudovi u RH moraju prilikom vođenja postupka i donošenja odluka postupati na način koji isključuje povredu Konvencije.

Unatoč činjenici što praksa ESLJP formalno gledajući, nije izvor prava ona bez dvojbe predstavlja najznačajniji oblik tumačenja Konvencije, a time i svih propisa koji su po snazi ispod nje. Ustavni sud Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Ustavni sud) u odluci od 19. srpnja 2012.⁸ istakao je „*da se cjelokupno hrvatsko pravo mora tumačiti u skladu s pravnim*

⁶ „Narodne novine – Međunarodni ugovori” broj 18/97.

⁷ „Narodne novine – Međunarodni ugovori” broj 6/99. – pročišćeni tekst, 8/99. – ispravak

⁸ broj U-I-448/2009, U-I-602/2009, U-I-1710/2009, U-I-18153/2009, U-I-5813/2010 i U-I-2871/2011

standardima koje u svojoj sudskoj praksi stvara Europski sud sve dok je Republika Hrvatska članica Vijeća Europe, što znači sve dok je dio svoje sudbene jurisdikcije vlastitom suverenom odlukom prenijela na Europski sud.“

Uloga Ustavnog suda u kontekstu obveza Republike Hrvatske s obzirom na njezin status potpisnice Konvencije doista je iznimna, pri čemu je odnos između Europskog suda i Ustavnog vrlo jasan. Europski sud utvrđuje povrede prava zajamčenih Konvencijom te u pravilu dosuđuje pravednu naknadu, a Ustavni sud štiti temeljna ljudska prava, koja se u velikom dijelu preklapaju s pravima zajamčenim Konvencijom.

Ustavni je sud. sud posljednjeg priziva koji bi u nacionalnom pravnom poretku trebao otkloniti povredu ljudskog prava. Ustavni sud stoga u pravilu ukida akt kojim je povreda učinjena i predmet vraća sudovima na ponovno odlučivanje, a u slučaju povrede prava na suđenje u razumnom roku određuje i primjerenu naknadu. Ustavni sud je i najviša institucija u Republici Hrvatskoj koja u nacionalnim okvirima provodi konvencijski nadzor, ali istodobno je i jedan od “nacionalnih sudova” nad kojim Europski sud provodi konvencijski nadzor. Dakle, Ustavni sud je u odnosu na primjenu Konvencije s jedne strane nositelj nadzora nad njezinom primjenom od strane domaćih sudova i ostalih tijela, a s druge strane Ustavni je sud njezin neposredan primjenjivač. Odluke Ustavnog suda stoga su zapravo najznačajnije sredstvo inkorporiranja visokih standarda zaštite ljudskih prava, razvijenih u dugogodišnjoj praksi Europskog suda, u pravni poredak Republike Hrvatske⁹.

Ustavni sud u skladu s tom svojom ulogom krajnje je egzaktno utvrdio ustavnopravna stajališta o obvezi sudova u Republici Hrvatskoj kod izvršenja presuda ESLJP u svojoj odluci i rješenju U-III-3304/2011 od 23. siječnja 2013.:

1. pri izvršenju presuda Suda domaća sudska praksa mora se izgrađivati tako da uvažava međunarodne pravne obveze koje za RH proizlaze iz Konvencije;
2. ustavnopravna osnova za izvršenje presuda Suda u RH sadržana je u članku 46. stavku 1. Konvencije u vezi s člancima 115. stavkom 3. i 134. Ustava te su je nadležni sudovi dužni uvijek naznačiti u postupku izvršenja;

⁹ Šarin, D., *Konvencija za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda kroz odnos Europskog suda za ljudska prava i Ustavnog suda Republike Hrvatske na primjeru zaštite ljudskog prava na pristup sudu*, Pravni vjesnik, godina 30, br. 3-4, 2014., str. 85

3. presuda suda uvijek je „nova činjenica“ koja mora dovesti do ispitivanja osnovanosti zahtjeva podnositelja za izmjenu pravomoćne sudske odluke na temelju odluke Suda; 4. nadležni sud treba zatim ispitati je li takav zahtjev osnovan, a ne smije zahtjev odbaciti (osim ako nije podnesen u roku);
5. ispitivanje osnovanosti mora biti utemeljeno na okolnostima konkretnog slučaja i na utvrđenim povredama, ali i na sudskoj praksi Suda;
6. pritom se od suda traži da u slučaju kada odbija zahtjev pokaže kako postoje okolnosti za njegovo odbijanje i da ih dostatno obrazlože;
7. sve dok se osnovanost zahtjeva ne ispita ima se smatrati da je podnositelj takva zahtjeva i dalje žrtva povrede prava na pošteno (pravično) suđenje.

IV. Presude ESLJP kao pokretač promjena kaznenopravnog i prekršajnog zakonodavnog okvira u Republici Hrvatskoj

Obveza Republike Hrvatske kao potpisnice Konvencije da poštuje prava i slobode zajamčene Konvencijom je neosporna. Kakav značaj pojedina odluka ESLJP ima i može imati na ukupni pravni sustav pojedine zemlje najegzaktnije se može vidjeti na primjeru čitavog niza normativnih i inih aktivnosti koje su poduzete u Republici Hrvatskoj vezano uz presude ESLJP u predmetima. *Maresti protiv Hrvatske* (presuda od 25. lipnja 2009.) i *Tomasović protiv Hrvatske* (presuda od 18. listopada 2011.). ESLJP utvrdio je u navedenim predmetima da je Republika Hrvatska povrijedila pravo *ne bis in idem* (da se ne bude dva puta suđen ili kažnjen u istoj stvari) koje je zajamčeno člankom 4. Protokola 7. uz Konvenciju za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda. U naravi se radilo o povredi Konvencije u kaznenim postupcima koji su vođeni nakon prekršajnih a čime je povrijeđena zabrana načela „ne bis in idem“.

Načelo „ne bis in idem“ nije bilo izričit dio Konvencije u trenutku njezinog donošenja. Načelo „ne bis in idem“ ugrađeno je u Konvenciju putem Protokola br. 7., koji je bio otvoren za potpisivanje 22. studenoga 1984. godine, a stupio je na snagu 1. studenoga 1988. godine. Među ostalim pravima, članak 4. predmetnog Protokola sadrži jamstvo načela „ne bis in idem“, s ciljem, izražavanja načela prema kojemu se nikome ne može suditi u kaznenom postupku za djelo za koje je već pravomoćno oslobođen ili osuđen.

Članak 4. Protokola br. 7. glasi:

„1. Nikome se ne može ponovno suditi niti ga se može kazniti u kaznenom postupku iste države za kazneno djelo za koje je već pravomoćno oslobođen ili osuđen u skladu sa zakonom i kaznenim postupkom te države.

2. Odredbe prethodnoga stavka ne sprečavaju ponovno razmatranje slučaja u skladu sa zakonom i kaznenim postupkom dotične države ako postoje dokazi o novim ili novootkrivenim činjenicama, ili ako je u prethodnom postupku došlo do bitnih povreda koje su mogle utjecati na rješenje slučaja.

3. Ovaj se članak ne može derogirati na temelju članka 15. Konvencije.”

Članak 4. Protokola br. 7. sadrži tri zasebna jamstva tako da nitko ne smije biti ponovno:

- a) izložen progonu,
- b) suđen,
- c) kažnjen za isto djelo.

Iznimno je bitno naglasiti kako ESLJP u svojoj praksi pojam „kazneno djelo“ tumači autonomno i sve šire što je od osobitog značaja za razvoj demokracije. Da bi se mogao dati odgovor na pitanje je li osoba „*pravomoćno oslobođena ili osuđena u skladu sa zakonom i kaznenim postupkom države*“ potrebno je prvenstveno odgovoriti na pitanje da li postupci o kojima je riječ predstavljaju „kaznenu stvar“. Može li se određeni domaći postupak smatrati „kaznenim“ za potrebe čl. 4. Protokola 7. procjenjuje se na temelju tzv. Engel Kriterija:

- 1. klasifikacija djela u domaćem pravu
- 2. priroda protupravnog ponašanja
- 3. vrsta i težina zapriječene kazne

Vezano uz prekršaje i sankcije iz sfere sigurnosti prometa na cestama ESLJP je stava kako uzrokovanje prometne nezgode u okolnostima koje domaće pravo dovodi u kategoriju „prekršaja“ a ne kaznenog djela zbog nastupa posljedica koje se smatraju beznačajnim a koje je kažnjivo temeljem opće norme i primjene odredaba kaznenog postupka jest primjer djela kaznene prirode (**Öztürk protiv Njemačke**).

Prema stajalištu ESLJP članak 4. Protokola br. 7. zabranjuje uzastopno (konsekutivno) vođenje dvaju postupaka u slučaju kada je odluka u prvom postupku već postala konačna (pravomoćna) u trenutku pokretanja drugog postupka. Međutim, stajalište je ESLJP kako članak 4. Protokola

br. 7. ne zabranjuje usporedno (paralelno) vođenje postupaka, budući da u tom slučaju još ne postoji konačna (pravomoćna) odluka o istoj stvari. Sa stajališta Konvencije, ne postoji povreda načela „*ne bis in idem*“ u slučaju paralelnog vođenja dvaju postupaka pod uvjetom da nakon konačnosti (pravomoćnosti) odluke u jednom postupku drugi postupak bude obustavljen.

Načelo „*ne bis in idem*“ je i ustavno načelo. Prema odredbi čl. 31. st. 2. Ustava RH nikome se ne može ponovo suditi niti ga se može kazniti u kaznenom postupku za kazneno djelo za koje je već pravomoćno oslobođen ili osuđen u skladu sa zakonom. Ustavna odredba o načelu „*ne bis in idem*“ odnosi se na kazneni postupak i na kaznena djela. Ustav sam po sebi, dakle, ne zabranjuje mogućnost ponovnog suđenja ili kažnjavanja u kaznenom i prekršajnom postupku. Predmetnu ustavnu odredbu čl. 31. st. 2. Ustava tumačio je u tom smislu i Ustavni sud RH U-III-1953/2006, *“Odredba članka 31. stavka 2. Ustava odnosi se samo na zabranu dvostrukog suđenja („ne bis in idem“) za isto kazneno djelo.”*

Zabrana povrede načela „*ne bis in idem*“ od osobitog je značaja u hrvatskom pravnom sustavu upravo kod prekršajnih i kaznenih djela iz sfere sigurnosti prometa na cesta budući svakom izazvanom prometnom nesrećom iz koje je za drugog proizašla kao posljedica minimalno teška tjelesna ozljeda ili materijalna šteta velikih razmjera vozač ostvaruje bitna obilježja nekog od oblika kaznenog djela izazivanja izazivanje prometne nesreće u cestovnom prometu, koje u sebi nužno sadržava i neki od osnovnih oblika prekršaja iz Zakona o sigurnosti prometa na cestama, budući se prometna nesreća izaziva uvijek kršenjem nekog od pravila o sigurnosti prometa na cestama iz tog zakona.

Republika Hrvatska predmetnima Maresti protiv Hrvatske te Tomasović protiv Hrvatske osuđena je od strane ESLJP za povredu načela „*ne bis in idem*“ propisanog čl. 4. Protokola 7 Upravo je ta „osuda“ ESLJP donijela u naravi značajna poboljšanja kako na području kaznenog tako i na području prekršajne normative. Presudama ESLJP u odnosnim predmetima je izneseno jasno upozorenje o neprihvatljivost istodobnog prekršajnog i kaznenog postupka ukoliko počinitelja u oba postupka terete iste ili bitno iste činjenice.

Izravna posljedica odnosnih presuda ESLJP bilo je poduzimanje niza mjera kojima se u buduće sprečava povrede načela „*ne bis in idem*“. Donošeni su podzakonski propisi, privremene upute za postupanje tijela koja odlučuju o prekršajnom i kaznenom progonu sve u nastojanju da dođe do pokretanja samo jednog od tih postupaka. Vlade Republike Hrvatske donijela je odluku o

usklađivanju prekršajnog zakonodavstva s Kaznenim zakonom (Narodne novine, broj 79/12, a u primjeni je od 16. srpnja 2012. godine). Tako su nakon predmetnih presuda ESLJP poduzete aktivnosti u cilju otklanjanja sustavne pogreške na koju je ukazao ESLJP. Postignut je sporazum o proceduri dogovornog i usklađenog postupanja policije i državnog odvjetništva o izboru prekršajnog ili kaznenog progona, a Visoki prekršajni sud RH zauzeo je stajalište da se prekršajni sudovi oglašavaju nenadležnima u postupcima za (prekršajna) djela koja po činjeničnom opisu odgovaraju biću nekog kaznenog djela.

Također je provedena određena izmjena i dopuna kaznenopravnog zakonodavnog okvira u tom smislu. Kazneni zakon („Narodne novine“, broj 125/11, 144/12, 56/15 i 61/15 – ispravak, dalje u tekstu KZ/11) koji je stupio na snagu 1. siječnja 2013., napustio je koncept uračunavanja kazne za prekršaj u kaznu za kazneno djelo odnosno izbrisao je u tom smislu odredbu članka 63. stavka 2. KZ/97. Prekršajni zakon izmijenjen je i dopunjen u 2013. godini („Narodne novine“ broj 39/13) na način da je, između ostalog, izmijenjen članak 10. i dopunjen članak 160. stavak 2., pa se tako (više) ne može voditi prekršajni postupak protiv počinitelja prekršaja protiv kojeg je započeo kazneni postupak za kazneno djelo koje obuhvaća i taj prekršaj, a ovlašteni tužitelj mora već u optužnom prijedlogu naznačiti podatak da li je protiv počinitelja podnesena i kaznena prijava u vezi s istim događajem. Sada je čl. 10. Prekršajnog zakona propisano: *„Ako je protiv počinitelja prekršaja započet kazneni postupak zbog kaznenog djela kojim je obuhvaćen i prekršaj, ne može se za taj prekršaj pokrenuti prekršajni postupak, a ako je postupak pokrenut, ne može se dalje voditi“*. Dotada je zapreka za pokretanje odnosno vođenje prekršajnog postupka bila pravomoćna osuđujuća presuda protiv počinitelja prekršaja za kazneno djelo koje obuhvaća i obilježja počinjenog prekršaja.

Predmetna izmjena Prekršajnog zakona obrazlaže se na način da se izravno poziva na stajalište ESLJP: *„Europski sud za ljudska prava (ESLJP) je u svojim predmetima (Maresti protiv Hrvatske od 25. lipnja 2009. i Tomasović protiv Hrvatske od 18. listopada 2011.) zauzeo stajalište da se članak 4. Protokola 7. uz Europsku konvenciju o ljudskim pravima mora tumačiti na način da zabranjuje kazneni progon ili suđenje za drugo djelo ako ono proizlazi iz istih činjenica ili činjenica koje su u biti iste za isti događaj te sukladno tome presudio da je Republika Hrvatska navedenim procesuiranjem i kažnjavanjem povrijedila načelo „ne bis in idem“. Sukladno obvezi izvršenja presuda ESLJP, Republika Hrvatska dužna je poduzeti odgovarajuće korake u cilju onemogućavanja svake daljnje povrede načela „ne bis in idem“ što je preciziranjem navedene odredbe na način kako je to navedeno u prijedlogu i učinjeno.“*

Opisanim normativnim aktivnostima izravno proizašlim iz utvrđene povreda konvencijskog načela „ne bis in idem“ počinjene od strane Republike Hrvatske, dana je prednost vođenju kaznenog postupka uz isključivanje mogućnost vođenja prekršajnog postupka u slučaju kada je prekršaj obuhvaćen kaznenim djelom i kad je započeo kazneni postupak.

Bogata praksa ESLJP vezana uz povredu načela „ne bis in idem“ iznjedrila je aktualno stajalište tog suda u kojem se ističe kako članak 4. Protokola br. 7. ne isključuje vođenje dvaju postupaka, čak i do njihova završetka, ako su ispunjeni određeni uvjeti. Točnije, da bi se Sud uvjerio kako nema dupliciranja suđenja ili kažnjavanja (*bis*) kako je propisano člankom 4. Protokola br. 7., tužena država mora uvjerljivo pokazati da su dotična dva postupka „dovoljno međusobno povezana u naravi i u vremenu”. Drugim riječima, mora pokazati da su postupci bili kombinirani na cjelovit način, tako da tvore koherentnu povezanu cjelinu. To ukazuje ne samo na činjenicu da svrhe koje se nastoje ostvariti i načini na koje se one postižu trebaju biti u naravi komplementarne i povezane u vremenu, nego i da moguće posljedice takve organizacije pravnog postupanja prema spornom ponašanju trebaju biti razmjerne i predvidljive osobama koje su njima pogođene.

Materijalni čimbenici za određivanje postoji li dovoljno bliska veza u naravi uključuju pitanja:
- *jesu li se različitim postupcima nastojale ostvariti komplementarne svrhe te time obuhvatiti, ne samo in abstracto, već i in concreto, različiti aspekti spornog društveno nedozvoljenog ponašanja;*

- *je li dualitet dotičnih postupaka predvidljiva posljedica, kako u pravu, tako i u praksi, istog osporavanog ponašanja (idem);*

- *jesu li mjerodavni postupci vođeni na način kako bi se što više izbjeglo dupliciranje u prikupljanju i ocjeni dokaza, ponajprije primjerenom suradnjom između različitih nadležnih tijela kako bi se činjenice utvrđene u jednom postupku koristile i u drugom postupku;*

- *je li kazna izrečena u postupku koji je prvi postao pravomoćno okončan uzeta u obzir u postupku koji je kasnije pravomoćno okončan, čime se sprječava da dotični pojedinac ne bi u konačnici snosio prekomjeran teret, s tim da će potonji rizik postojati u najmanjoj mjeri ukoliko postoji mehanizam kojim se osigurava da ukupan iznos svih sankcija bude razmjeran.*

ESLJP je u svojoj praksi vezanoj za oduzimanje vozačkih dozvola utvrdio da, iako su različita tijela izrekla različite sankcije (kaznene sankcije i oduzimanje vozačke dozvole) u vezi sa istom

stvari (upravljanjem vozilom pod utjecajem alkohola ili prekoračenjem brzine) u različitim postupcima, između njih postoji dovoljno bliska veza, kako u naravi tako i u vremenu (Nilsson protiv Švedske i Maszni protiv Rumunjske). Sud je u tim predmetima utvrdio da podnositeljima zahtjeva nije ponovo suđeno i da nisu ponovo kažnjeni za djelo za koje su već pravomoćno osuđeni, što bi bilo suprotno članu 4, st. 1 Protokola br. 7 uz Konvenciju, te da nije došlo do dupliciranja postupka. Primjerice podnositelj zahtjeva u predmetu Boman protiv Finske bio je osuđen za kazneno djelo protiv sigurnosti prometa i privremeno mu je zabranjeno da vozi. Kasnije su policijska tijela i upravni sudovi u odvojenim postupcima produžili zabranu vožnje. Sud je primijetio da je izricanje potonje zabrane vožnje bilo zasnovano na pretpostavci da je podnositelj zahtjeva već proglašen krivim za kazneno djelo protiv sigurnosti prometa. Pored toga je utvrdio da je odluka o izricanju druge zabrane vožnje, uskoro nakon izricanja presude u kaznenom postupku, bila neposredno utemeljena na pravomoćnoj osuđujućoj presudi koju je Okružni sud izrekao podnositelju zahtjeva za kazneno djelo protiv sigurnosti prometa, te da stoga nije obuhvaćala posebno ispitivanje djela ili ponašanja o kojem je riječ od strane policije. Sud je zato zaključio da su ta dva postupka neraskidivo bila povezana, i suštinski i vremenski, te da su se odvijala u okviru istog postupka u smislu člana 4 Protokola br. 7 uz Konvenciju.

ESLJP je u okviru razmatranja zahtjeva za zaštitom načela „ne bis in idem“ zauzeo i vrlo značajna stajališta koja se tiču odgovora na pitanje što se smatra a što ne sankcijom kaznene prirode kada je riječ o „administrativnoj mjeri zabrane upravljanja osobnim vozilom“

ESLJP konstatirao je kako se sankcijom kaznene prirode ima smatrati administrativna mjera zabrana upravljanja osobnim vozilom koju izriče policija/administrativno tijelo osobito kada se izriče na temelju pravomoćne kaznene osude i kada zbog proteka vremena ima primarno retributivnu svrhu. Predmetno stajalište zauzeto je u predmetu Nilsson protiv Švedske. Podnositelj zahtjeva u odnosnom predmetu bio je osuđen za kvalificirani oblik kaznenog djela upravljanja motornim vozilom pod djelovanjem alkohola i za upravljanje motornim vozilom bez vozačke dozvole. Stoga mu je na 18 mjeseci oduzeta vozačka dozvola. Sud je konstatirao da je ova mjera izrečena nekoliko mjeseci po izricanju osuđujuće presude za kazneno djelo i da je izrečena ne samo u cilju prevencije i odvraćanja radi zaštite učesnika u saobraćaju, već da je njena kaznena svrha sigurno predstavljala značajan faktor. Pored toga, napomenuvši da je mjera predstavljala neposrednu i predvidljivu posljedicu osuđujuće presude protiv podnositelja zahtjeva i unatoč tome, što je u domaćem pravu klasificirana kao upravna mjera u cilju zaštite sigurnosti u prometu. Sud je zauzeo stav da ju je zbog težine potrebno smatrati kaznenom

sankcijom. Stoga je zaključio da je oduzimanje dozvole predstavljalo „kaznenu“ stvar u smislu člana 4 Protokola br. 7. Izrijeком je konstatirano: „Međutim, Sud se ne može složiti s podnositeljem zahtjeva kako je odluka da mu se oduzme vozačka dozvola predstavljala novi kazneni postupak pokrenut protiv njega. Iako su dva različita tijela nametnula različite sankcije u različitim postupcima, unatoč tome postojala je dovoljno bliska veza između njih, u naravi i vremenu, kako bi se smatralo da je oduzimanje dozvole dio sankcija na temelju švedskog prava zbog teških kaznenih djela vožnje u pijanom stanju i nezakonite vožnje (vidi predmet *R.T. protiv Švicarske i, mutatis mutandis, predmet Phillips protiv Ujedinjenog Kraljevstva*, br. 41087/98, odlomak 34., *ESLJP 2001-VII*). Drugim riječima, oduzimanje dozvole nije značilo da je podnositelju zahtjeva „ponovno suđeno niti da je kažnjen ... za kazneno djelo za koje je već pravomoćno ... osuđen“, čime se krši članak 4. stavak 1. Protokola br. 7.”).

S druge strane ESLJP je zauzeo i stav kako ne predstavlja sankcije kaznene naravi administrativna mjera zabrane upravljanja motornim vozilom na period od dva tjedna koja ima primarno preventivnu svrhu zaštite sudionika u prometu, te ne predstavlja kaznenu sankciju. Predmetno stajalište zauzeto je u predmetu *Hangl protiv Austrije* Podnositelj zahtjeva u predmetu *Hangl protiv Austrije* bio je osuđen za prekoračenje brzine i izrečena mu je novčana kazna. Kasnije mu je dva puta privremeno oduzimana vozačka dozvola, svaki put na po dva tjedna. Sud je konstatirao da je oduzimanje vozačke dozvole podnositelju zahtjeva predstavljalo preventivnu mjeru radi sigurnosti ostalih sudionika u prometu a zatim je zaključio da podnositelju predstavke u tom postupku nije ponovo suđeno i da nije kažnjen za djelo zbog kojeg je već bio pravomoćno osuđen.

Pri iznošenju stavova ESLJP vezano uz povredu načela „*ne bis in idem*“ nužno je na umu imati i činjenicu kako Konvencijsko načelo „*ne bis in idem*“ nije prihvaćeno od strane svih država potpisnica Konvencije. Za razliku od drugih prava utvrđenih Konvencijom, pravo iz članka 4. Protokola br. 7. uz Konvenciju nije jednoglasno prihvaćeno od strane država potpisnica Konvencije, uključujući niz država članica Europske unije. Protokol br. 7. još nije ratificiran u Njemačkoj, Belgiji, Nizozemskoj i Velikoj Britaniji. Među državama članicama koje su ratificirale protokol, Francuska je izrazila rezervu u odnosu na članak 4., ograničavajući njegovu primjenu isključivo na kaznena djela. Pored toga nije moguće ne uzeti u obzir činjenicu kako su u vrijeme potpisivanja, Njemačka, Austrija, Italija i Portugal dali su niz izjava koje su usmjerene na istu okolnost: ograničeni opseg članka 4. Protokola br. 7., tako da se zaštita iz te

odredbe primjenjuje samo na dvostruko kažnjavanje u pogledu kaznenih djela, u smislu nacionalnog prava.

Izneseno jasno pokazuje značajan nedostatak sporazuma između država članica Europske unije u vezi s problemima koji proizlaze iz nametanja kako upravnih, tako i kaznenih sankcija u odnosu na isto kazneno djelo. Ta je problematična narav situacije dodatno je pogoršana u kontekstu pregovora o pristupanju Europske unije EKLJP-u, iz koji su države članice i Unija odlučile isključiti, za sada, protokole uz Konvenciju, uključujući Protokol broj 7. Prvotni pregovori o pristupanju Konvenciji koji su bili propisani Ugovorom iz Lisabona¹⁰ nisu zaživjeli, postupak je vraćen u postupak revidiranja te ponovnog pregovaranja. Trenutno se tim pitanjem bavi Radna skupina za temeljna prava, prava građana Europske unije i slobodno kretanje osoba.

V. Prometni prekršaji u kontekstu stajališta ESLJP vezanih za povredu prava na pošteno suđenje

Brojna stajališta vezana uz prekršaje iz sfere sigurnosti prometa na cestama ESLJP zauzeo je pri donošenju odluka koja su se ticala zahtjeva u kojima je isticana povreda prava na pošteno suđenje. Pravo na pravično (pošteno) suđenje (fair trial), zajamčeno člankom 6. Konvencije, jedno je od najvažnijih ljudskih prava, a posve sigurno najvažnije postupovno pravo. Pravo na pošteno suđenje definirano je čl. 6. Konvencije.

„čl. 6. Pravo na pošteno suđenje

1. Radi utvrđivanja svojih prava i obveza građanske naravi ili u slučaju podizanja optužnice za kazneno djelo protiv njega svatko ima pravo da zakonom ustanovljeni neovisni i nepristrani sud pravično, javno i u razumnom roku ispita njegov slučaj. Presuda se mora izreći javno, ali se sredstva priopćavanja i javnost mogu isključiti iz cijele rasprave ili njezinog dijela zbog razloga koji su nužni u demokratskom društvu radi interesa morala, javnog reda ili državne sigurnosti, kad interesi maloljetnika ili privatnog života stranaka to traže, ili u opsegu koji je

¹⁰ Punim nazivom *Ugovor iz Lisabona o izmjenama i dopunama Ugovora o Europskoj uniji i Ugovora o osnivanju Europske zajednice*, međunarodni je ugovor koji je potpisan u Lisabonu 13. prosinca 2007. godine s ciljem rješavanja pitanja daljnjeg institucionalnog funkcioniranja Europske unije. Lisabonski ugovor dopunjuje postojeće ugovore o Europskoj uniji i Europskoj zajednici, ne zamjenjujući ih. Ugovor je stupio na snagu 1. prosinca 2009., nakon što je prošao proces ratifikacije u svim državama članicama EU.

po mišljenju suda bezuvjetno potreban u posebnim okolnostima gdje bi javnost mogla biti štetna za interes pravde.

2. Svatko optužen za kazneno djelo smatrat će se nevinim sve dok mu se ne dokaže krivnja u skladu sa zakonom.

3. Svatko optužen za kazneno djelo ima najmanje sljedeća prava:

a) da u najkraćem roku bude obaviješten, potanko i na jeziku koji razumije, o prirodi i razlozima optužbe koja se podiže protiv njega;

b) da ima odgovarajuće vrijeme i mogućnost za pripremu svoje obrane;

c) da se brani sam ili uz branitelja po vlastitom izboru, a ako nema dovoljno sredstava platiti branitelja, ima pravo na besplatnog branitelja, kad to nalažu interesi pravde;

d) da ispituje ili daje ispitati svjedoke optužbe i da se osigura prisustvo i ispitivanje svjedoka obrane pod istim uvjetima kao i svjedoka optužbe;

e) besplatnu pomoć tumača ako ne razumije ili ne govori jezik koji se upotrebljava u sudu. “

Neovisno o činjenici što predmetna odredba isključivo govori o pojmu „kazneno djelo“, odnosno ne spominje pojam „prekršaj“ tj. „prekršajno djelo“, sam ESLJP kroz svoju praksu izrijeком je u brojnim odlukama dosljedno iznosio stav kako prekršajne postupke koji se tiču prometnih prekršaja treba razmatrati unutar kaznenog aspekta članka 6. Konvencije (*Baischer protiv Austrije*, br. 32381/96, § 22, 20. prosinca 2001.; *Berdajs protiv Slovenije* odluka br. 10390/09, 27. ožujka 2012.; *Mesesnel protiv Slovenije*, br. 22163/08, § 28, 28. veljače 2013.) Naime, kao što je ranije isticano pojam „optužba za kazneno djelo“ sadržana u čl. 6. Konvencije prema stajalištu ESLJP ima „autonomno“ značenje i to neovisno o razvrstavanjima u nacionalnim pravnim sustavima država članica (*Adolf protiv Austrije*, stavak 30).

ESLJP u više predmeta jasno je konstatirao kako upravo prekršaji koji se odnose na sigurnosti prometa na cestama za koja je zapriječena novčana kazna ili ograničenja vožnje poput kaznenih bodova ili oduzimanja vozačke dozvole ulaze u „opseg“ primjenjivosti kaznenog aspekta

članka 6. Konvencije (*Lutz protiv Njemačke*, stavak 182.; *Schmautzer protiv Austrije*; *Malige protiv Francuske*);

Odlučujući o zahtjevima u kojima su se podnositelji pozivali na povredu čl. 6. Konvencije tj. povredu prava na pravično suđenje ESLJP zauzeo je niz stajališta od osobitog značaja za postupanje, ocjenu i procjenu upravo prometnih prekršaja i to kod:

- a) vođenja žurnog prekršajnog postupka
- b) obveze samoinkriminiranja, odnosno obveze samoptuživanja

Vezano uz institut prava na pravično suđenje sadržano u Konvenciji nužno je ukazati kako i Ustav Republike Hrvatske¹¹ jamči pravo na pošteno suđenje u čl. 29.

„Članak 29.

Svatko ima pravo da zakonom ustanovljeni neovisni i nepristrani sud pravično i u razumnom roku odluči o njegovim pravima i obvezama, ili o sumnji ili optužbi zbog kažnjivog djela.

U slučaju sumnje ili optužbe zbog kažnjivog djela osumnjičenik, okrivljenik ili optuženik ima pravo:

- *da u najkraćem roku bude obaviješten potanko i na jeziku koji razumije o naravi i razlozima optužbe koja se diže protiv njega i o dokazima koji ga terete,*
- *da ima odgovarajuće vrijeme i mogućnost za pripremu obrane,*
- *na branitelja i nesmetano uspostavljanje veze s braniteljem, i s tim pravom mora biti upoznat,*
- *da se brani sam ili uz branitelja po vlastitom izboru, a ako nema dovoljno sredstava da plati branitelja, ima pravo na besplatnog branitelja pod uvjetima propisanim zakonom,*
- *da mu se sudi u njegovoj nazočnosti, ukoliko je dostupan sudu,*
- *da ispituje ili daje ispitati svjedoke optužbe i da zahtijeva da se osigura nazočnost i ispitivanje svjedoka obrane pod istim uvjetima kao i svjedoka optužbe,*
- *na besplatnu pomoć tumača ako ne razumije ili ne govori jezik koji se upotrebljava na sudu.*

Osumnjičenik, okrivljenik i optuženik ne smije se siliti da prizna krivnju.

Dokazi pribavljeni na nezakonit način ne mogu se uporabiti u sudskom postupku.

Kazneni postupak može se pokrenuti samo pred sudom na zahtjev ovlaštenog tužitelja“.

¹¹ Za citiranje odredaba Ustava RH u ovom radu koristi se [Redakcijski pročišćen tekst Ustava Republike Hrvatske Ustavnog suda Republike Hrvatske, 15. siječnja 2014.](http://www.usud.hr/uploads/Redakcijski%20prociscen%20tekst%20Ustava%20Republike%20Hrvatske,%20Ustavni%20sud%20Republike%20Hrvatske,%2015.%20siječnja%202014.pdf), objavljen na stranicama tog suda: <http://www.usud.hr/uploads/Redakcijski%20prociscen%20tekst%20Ustava%20Republike%20Hrvatske,%20Ustavni%20sud%20Republike%20Hrvatske,%2015.%20siječnja%202014.pdf>

VI. Odluke o prometnim prekršajima donesenim u žurnom postupku u kontekstu stajališta ESLJP o pravu na pošteno suđenje

Pravo na pravično suđenje definirano čl. 6. Konvencije iznimno je slojevito i i obuhvaća razne aspekte prava na pravično suđenje, odnosno niz prava i jamstava.

Jedno od prava koje obuhvaća pravo na pošteno suđenje pravo je na usmenu raspravu, odnosno pravo na prisutnost na suđenju. Stajalište je ESLJP kako usmena i javna rasprava predstavlja temeljno načelo sadržano u članku 6. stavku 1. Konvencije. Naglašavajući kako je to načelo osobito značajno u kaznenom kontekstu gdje generalno gledajući, na prvostupanjskoj razini sud mora u potpunosti udovoljavati zahtjevima članka 6. (*Findlay protiv Ujedinjenog Kraljevstva*, 25. veljače 1997., § 79, *Izvješća* 1997-I) i gdje podnositelj ima pravo da se „sasluša“ njegov slučaj uz mogućnost, između ostaloga, da u svoju obranu iznosi dokaze, sasluša dokaze optužbe, te ispita svjedoke i obrane i optužbe (*Jussila protiv Finske* [VV], br. 73053/01, § 40, ESLJP 2006-XIII).

Ukoliko osoba optužena za kazneno djelo nije prisutna na raspravi pred prvostupanjskim sudom, doista su teško ostvariva daljnja prava koje obuhvaća i jamči institut „prava na pošteno suđenje, odnosno prava“, sadržana u podstavcima (c), (d) i (e) stavka 3. članka 6., Riječ je o pravu „da se brani sam“, „da ispituje ili daje ispitati svjedoke“ i „da ima besplatnu pomoć tumača ako ne razumije ili ne govori jezik koji se upotrebljava u sudu.“

Dužnost jamčiti pravo optuženika u kaznenom postupku „da bude prisutan u sudnici“ ESLJP smatra jednim od osnovnih zahtjeva članka 6. (*Hermi protiv Italije* [VV], stavci 58.-59.; *Sejdovic protiv Italije* [VV], stavci 81. i 84.).

S druge strane nije moguće zanemariti ni stav ESLJP kako postupci koji se odvijaju u odsutnosti optuženika nisu sami po sebi nespojivi sa člankom 6. Konvencije. Međutim, uskraćivanje pravde ipak se događa kad osoba osuđena *in absentia* ne može naknadno od suda koji je sudio u njegovom predmetu dobiti novu odluku o osnovanosti optužbe, u pogledu i prava i činjenica, odnosno kad nije utvrđeno da se odrekao svog prava da bude prisutan i da se sam brani ili da je imao namjeru izbjeći suđenje.

Unatoč iznimnom značaja koje ESLJP pridaje „pravu na usmenu raspravu“ te „pravu na prisutnost suđenju“ istovremeno je prihvaćeno i stajalište kako mogu postojati iznimne okolnosti koje umanjuju obvezu održavanja usmene rasprave u slučajevima koji ne spadaju u tradicionalne kategorije kaznenog prava, kao što su postupci koji se odnose upravo na prometne prekršaje (*Suhadolc protiv Slovenije* odluka br. 57655/08, 17. svibnja 2011.) u kojima su sporna pitanja bila:

- uglavnom tehničke naravi (vidi *Marguč v. Slovenije* odluka br. 14889/08, 15. siječnja 2013.)
- činjenična pitanja
- kada je okrivljeniku na odgovarajući način omogućeno da pisanim putem iznese svoje tvrdnje i ospori dokaze optužbe (*Jussila*, gore navedeno, §§ 41-42 i 47-48, *Andria Oy i Kari Karanko protiv Finske* (odluka), br. 61557/00, 13. ožujka 2007; *Suhadolc*, gore navedeno; i *Berdajs*, gore navedeno).

ESLJP kontinuirano je konstatirao kako prilikom procjene jesu li ispunjeni zahtjevi za pošteno suđenje, Sud u svakom pojedinom slučaju mora ispitati na koji su se način tijekom postupka stvarno predstavili i štitili interesi podnositelja zahtjeva, posebno vezano uz narav pitanja o kojima su trebali odlučiti domaći sudovi (*Flisar protiv Slovenije*, br. 3127/09, § 36, od 29. rujna 2011.). Priroda okolnosti koje mogu opravdati odustajanje od usmene rasprave u osnovi se svodi na prirodu problema o kojima odlučuje nadležni sud, posebice postavljaju li oni kakva činjenična ili pravna pitanja koja se nisu mogla odgovarajuće riješiti na temelju sudskog spisa.

Usmena rasprava ne mora biti potrebna kada se ne postavlja pitanje vjerodostojnosti ili nema spornih činjenice koje zahtijevaju usmeni dokazni postupak ili unakrsno ispitivanje svjedoka i kad je optuženik dobio odgovarajuću priliku iznijeti svoje argumente u predmetu pisanim putem te osporiti dokaze protiv sebe. ESLJP smatra s tim u vezi opravdanim da nacionalne vlasti u obzir uzimaju zahtjeve učinkovitosti i ekonomičnosti vezano uz skraćeni postupak za prometne prekršaje.

Usprkos gore iznesenom stajalištu o postojanju iznimnih okolnosti koje umanjuju obvezu održavanja usmene rasprave ESLJP također je stava kako čak i u predmetima koji se odnose na prekršaje mogu postojati slučajevi, kada na primjer postoji opasnost od zatvorske kazne u slučaju neplaćanja novčane kazne, a koji mogu legitimno zahtijevati primjenu snažnijih jamstava u takvom postupku (vidi *Marguč*, gore navedeno).

Upravo u kontekstu značaja koja ESLJP pridaje „*pravu na usmenu raspravu*“ te „*pravu na prisutnost suđenju*“ kao bitnim odrednicama konvencijskog „*prava na pravično suđenje*“ nužno je razmotriti odredbe o „*žurnom*“ postupku sadržane u prekršajnoj legislativi država članica. Naime, „*žurni*“ prekršajni postupci ograničavaju ili čak isključuju pojedina prava zajamčena konvencijskim pravom na pošteno o suđenje.

Zakoni određenih zemalja, primjerice Republike Hrvatske i Republike Slovenije predviđaju provođenje žurnog prekršajnog postupka u određenim slučajevima. U žurnom prekršajnom postupku kako ga definira hrvatski Prekršajni zakon prema čl. 222. st. 2. ne primjenjuju se odredbe Prekršajnog zakona o glavnoj raspravi, dok se stavkom 3. istog članka Prekršajnog zakona određuje da se okrivljenika, svjedoka, vještaka i ostale poziva radi ispitivanja te kada se na temelju tih dokaza i drugih dokaza u spisu ocijeni da je stanje stvari dovoljno razjašnjeno donosi odluku o prekršaju.

Sadržaj navedenih zakonskih odredaba sigurno predstavlja stanovito ograničenje prava na javnu raspravu u žurnim prekršajnim postupcima a koji se vode i zbog prekršaja definiranih Zakonom o sigurnosti prometa na cestama. Žurni se prekršajni postupak naime, prema odredbi čl. 221. Prekršajnog zakona vodi za prekršaje s novčanom kaznom do 10.000 kn za fizičku osobu, odnosno 30.000 za pravnu osobu te ukoliko je okrivljenik uhićen ili zadržan ili nema stalno prebivalište ili boravak u RH, protiv maloljetnika kao i po prigovoru protiv obaveznog prekršajnog naloga.

Upravo zbog vođenja žurnog postupaka po prigovoru protiv obaveznog prekršajnog naloga, najveći se broj žurnih postupaka vodi upravo u pogledu prometnih prekršaja. Obavezni prekršajni nalozi izdaju se za prekršaj propisan odlukom jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave te za prekršaj propisan zakonom za koji je kao kazna propisana samo novčana kazna do 5.000,00 kuna za fizičku osobu, do 10.000,00 kuna za počinitelja prekršaja fizičku osobu obrtnika i osobu koja obavlja drugu samostalnu djelatnost, do 15.000,00 kuna za pravnu osobu i do 5.000,00 kuna za odgovornu osobu u pravnoj osobi. Ovlašteni tužitelji iz članka 109. stavka 1. točaka 1. i 2. Prekršajnog zakona mogu izdati obavezni prekršajni nalog i ako je za prekršaj propisana novčana kazna veća od gore navedenog iznosa ali u tom slučaju za pojedinačni prekršaj ne može se utvrditi novčana kazna veća od tog iznosa. Obaveznim se prekršajnim nalogom se osim novčane kazne može izreći, između ostalog i

zaštitna mjera zabrane upravljanja motornim vozilom odnosno korištenje strane dozvole za upravljanje motornim vozilom na području Republike Hrvatske. Ukoliko sud nije odbacio prigovor protiv obaveznog prekršajnog naloga koji je podnesen zbog poricanja prekršaja, ili nije donio presudu zbog postojanja nekog od razloga iz članka 196. točke 1. – 4. Prekršajnog zakona provest će žurni postupak i donijeti presudu protiv koje nije dopuštena žalba.

Nedopuštenost podnošenja žalbe protiv presude kojom se okončava žurni postupak vođen povodom prigovora protiv obaveznog prekršajnog naloga treba percipirati kao osobito bitnu okolnost u svjetlu „pravila iscrpljivanja“ domaćih pravnih sredstava kao preduvjeta razmatranja zahtjeva za povredu Konvencijskih prava iz čl. 35. st. 1. Konvencije.

Naime, prema članku 35. stavku 1. Konvencije zahtjev može razmotriti tek nakon što se iscrpe sva domaća pravna sredstva. Svrha je članka 35. državama ugovornicama omogućiti sprječavanje ili ispravljanje njihovih navodnih povreda prije nego što te tvrdnje budu podnesene Sudu (*Mifsud protiv Francuske* (odl.) [VV], br. 57220/00, stavak 15., ESLJP, 2002-VIII).

Obveza iscrpljivanja domaćih pravnih sredstava zahtijeva da podnositelj zahtjeva uobičajeno upotrijebi pravna sredstva koja su učinkovita, dostatna i dostupna u odnosu na njegove prigovore prema Konvenciji. Da bi bilo učinkovito, pravno sredstvo mora biti sposobno izravno razriješiti stanje kojem se prigovara (*Balogh protiv Mađarske*, br. 47940/99, stavak 30., 20. srpnja 2004.)

Pravilo iscrpljivanja domaćih pravnih sredstava obično zahtijeva da prigovori koje se kasnije namjeravaju podnijeti na međunarodnoj razini budu barem u biti izneseni pred domaćim sudovima te u sukladnosti s formalnim uvjetima i rokovima propisanim domaćim zakonodavstvom. Cilj pravila iscrpljivanja domaćih pravnih sredstava jest da se omogući domaćim tijelima (prvenstveno sudbenim tijelima) da postupe po navodima da je došlo do povrede konvencijskog prava i, gdje je to moguće, isprave povredu prije nego što se prigovor podnese ESLJP. Ako na domaćoj razini postoji pravno sredstvo koje domaćim sudovima omogućava da barem u biti postupe po bilo kojoj tvrdnji o navodnom kršenju konvencijskih prava, potrebno je iskoristiti to pravno sredstvo (*Azinas protiv Cipra* [VV], br. 56679/00, stavak 38., ESLJP, 2004-III).

Okolnost da protiv presuda kojima se okončava žurni postupak vođen povodom prigovora protiv obaveznog prekršajnog naloga nije dopuštena žalba, za izravnu posljedicu ima obraćanje Ustavnom sudu osobe koja smatra da su joj predmetnom presudom povrijeđena ustavna tj. konvencijska prava. Potencijalni podnositelji zahtjeva za zaštitu konvencijskih prava ESLJP nemaju mogućnost na bilo kojoj drugoj domaćoj razini osporiti sudsko postupanje već to nužno moraju učiniti pred Ustavnim sudom ustavnom tužbom.

Postupci pred ESLJP protiv Republike Hrvatske u kojima se ukazivalo na kršenje prava na pravično suđenje vezano uz žurni prekršajni postupak koji se ticao upravo prekršaja iz Zakona o sigurnosti prometa na cestama, vođeni su više puta. Konkretno ključna stajališta zauzeta su u predmetnima Marčan protiv Republike Hrvatske te Bojić protiv Republike Hrvatske. U tim predmetima protiv Republike Hrvatske ESLJP pozivao se sukcesivno i dosljedno na stajališta zauzeta u predmetima koji su se vodili protiv Republike Slovenije.

Žurni prekršajni postupak uveden je Izmjenama i dopunama PZ iz 2007. Predlagatelj, Vlada Republike Hrvatske u obrazloženju predmetnog zakona o izmjenama i dopunama navela je: „No najbitnija je novina prijedlog da se vođenje prekršajnog postupka primjenom pravila o glavnoj raspravi bitno reducira na teže prekršaje na način da se postupak za lakše prekršaje u posebnim slučajevima provodi prema pravilima o žurnom postupku bit kojega je da se u tom postupku ne primjenjuju odredbe ovog Zakona o glavnoj raspravi, njezinom zakazivanju i vođenju već sud sukladno odredbama ovog Zakona poziva okrivljenika, svjedoke, vještaka i ostale radi ispitivanja, te kada na temelju tih dokaza i drugih dokaza u spisu ocijeni da je stanje stvari dovoljno razjašnjeno donosi odluku o prekršaju“.

Ustavnost odredba Prekršajnog zakona koje se odnose na žurni prekršajni postupak bila je više puta osporavana pred Ustavnim sudom, međutim, neuspješno. U rješenju broj: U-I-4433/2007 i dr. od 19. lipnja 2009. ("Narodne novine" broj 77/09., točka 7.) Ustavni sud je u odnosu na prirodu žurnog prekršajnog postupka u povodu prigovora protiv obaveznog prekršajnog naloga, te prava okrivljenika u tom postupku, naveo sljedeće:

"Prekršajni sud u povodu prigovora nastupa kao sud pune jurisdikcije i u tom je postupku osigurano:

- 1) da o pravima i obvezama građana (odgovornosti za kažnjivo djelo) odlučuje sud,*
- 2) da postoji pravo na kontrolu prvostupanjske odluke na temelju članka 18. stavka 2. Ustava,*
- 3) da okrivljenik ima sva prava iz članka 29. stavka 2. Ustava te članka 6. Konvencije,*

4) da sud može odlučivati i kontrolirati prvostupanjsku odluku upravnog tijela (prekršajni nalog) u odnosu na pravo i u odnosu na činjenice.

Republika Slovenija uvela je u prekršajno zakonodavstvo institut žurnog postupka „*hitri postopek*“ pri reformi svog prekršajnog zakonodavstva nekoliko godina prije Republike Hrvatske. Slovenski parlament donio je 18. prosinca. 2002. *Zakon o prekrški* koji je na snagu stupio 1. siječnja 2005. godine. Donošenje Zakona iz 2002. godine imalo je za cilj provođenje odgovarajuće reforme motivirane postojanjem velikog broja neriješenih sudskih prekršajnih predmeta te potrebom za pojednostavljenjem i povećanjem učinkovitosti prekršajnog postupka. Ključna razlika u odnosu na do tad važeći slovenski zakon sastojala se upravo u uvođenju žurnog postupka.

Navedeno je u kontekstu analiziranja stajališta ESLJP vezanih za zaštitu prava na pošteno suđenje od osobitog značaja budući je u predmetu *Suhadolc protiv Slovenije* ESLJP jasno iznio stajalište kako ne smatra da je sustav, koji odluku o potrebi održavanja usmene rasprave ili provođenja određenih procesnih radnji uz mogućnost sudjelovanja stranaka ostavlja sucu, sam po sebi nekompatibilan s jamstvima iz članka 6. Konvencije.

VI.I. Prikaz značajnih odluka ESLJP u postupcima protiv Republike Hrvatske vezanih uz vođenje žurnog prekršajnog postupka povodom počinjenih prekršaja iz Zakona o sigurnosti prometa na cestama

VI.I.I. Marčan protiv Hrvatske -Zahtjev br. 40820/12; Presuda ESLJP od 10. srpnja 2014

U predmetu *Marčan protiv Hrvatske* podnositelj zahtjeva Goran Marčan iznio je tvrdnju kako žurni prekršajni postupak koji je vođen protiv njega nije bio pošten sukladno čl. 6. st. 1. i 3. (c) i (d) Konvencije, budući mu nije omogućeno da se brani, da pregleda dokaze te ispita dokaze protiv njega na kontradiktornoj raspravi.

U naravi se radilo upravo o žurnom prekršajnom postupku vođenom povodom njegovog prigovora protiv prekršajnog naloga (prekršajni nalog izdan je od strane policijske uprave zbog prekršajnih djela nedozvoljenog pretjecanja i upravljanja vozilom s nepropisnim gumama, s tim da je prekršaj bio utvrđen zapažanjem policijskog službenika koji je o tome sastavio službenu bilješku) kojim mu je izrečena novčana kazna od 1.500,00 kn.

U prigovoru protiv prekršajnog naloga podnositelj zahtjeva poricao je počinjenje prekršaja te tražio da ga se ispita pred sudom, pri čemu su na okolnost vožnje s odgovarajućim gumama obvezao dostaviti relevantnu dokumentaciju koju nije dostavio.

Prekršajni sud proglasio ga je krivim za oba gore navedena prekršaja te mu izrekao kaznu. Podnositelj zahtjeva podnio je ustavnu tužbu Ustavnom sudu Republike Hrvatske iznoseći u bitnom da nikada nije vidio policijsku bilješku na kojoj se temeljila presuda, da mu nije bilo omogućeno osporiti optužbe te da se sudska odluka temelji isključivo na toj službenoj bilješci kao i da sud na ročištu nije ispitao policijskog službenika koji je istu sastavio. Ustavni sud je tužbu proglasio nedopuštenom budući je očito neosnovana.

U zahtjevu pred ESLJP tvrdio je ne samo da mu nikada nije bila dostavljena policijska bilješka iako je to bio jedini dokaz na kojem je sud utemeljio svoju presudu, već on za istu nije ni znao. Time mu je onemogućeno da ospori optužbe, a kako tijekom suđenja nije provedeno ispitivanje policijskog službenika koji je sastavio bilješku optužbe nisu ispitane u kontradiktornom postupku. U konačnici je istakao kako je bio onemogućen da ospori arbitarnost prvostupanjskog suda budući žalba nije dopuštena.

ESLJP je preispitujući osnovanost zahtjeva u predmetu Marčan protiv Hrvatske ponovio svoja ranija stajališta vezana uz prekršajni postupak. Istaknuto je posebno kako je sud u obzir uzeo činjenicu da je podnositelj imao mogućnost iznijeti tvrdnje u prilog održavanja usmene rasprave u svom zahtjevu za provođenjem sudske postupka. ESLJP nije smatrao da je opisan sustav (žurni postupak) koji odluku o potrebi održavanja usmene rasprave ili provođenja određenih procesnih radnji uz mogućnost sudjelovanja stranaka ostavlja sucu, sam po sebi nekompatibilan s jamstvima iz članka 6. (vidi *Suhadolc*, gore navedeno).

ESLJP je stoga posebno kao svoj zadatak u konkretnom slučaju naveo potrebu za ispitivanjem jesu li u ovom predmetu ovlasti domaćeg suda u izboru načina vođenja žurnog prekršajnog postupka bile vršene u skladu sa zahtjevima članka 6. Konvencije (vidi *Marguč*, gore navedeno).

ESLJP je tako utvrdio da je podnositelj imao mogućnost poreći da je počinio prekršaje te iznijeti sve činjenične i pravne tvrdnje koje je smatrao svrsishodnima, i to prvo u pisanom prigovoru protiv prekršajnog naloga kojim je tražio provođenje sudske postupka, a zatim prilikom svog saslušanja na raspravi pred Prekršajnim sudom. Posebno je konstatirano kako podnositelj iako je osporavao navode policijskog službenika da je počinio prekršaje,

što je u načelu bio razlog za održavanje kontradiktorne rasprave na kojoj bi podnositelj mogao dati provjeriti vjerodostojnost navoda policijskog službenika (*Milenović protiv Slovenije*, br. 11411/11, § 32, 28. veljače 2013.), on nikada nije zatražio da se policijski službenik ispita u svojstvu svjedoka (*Aubrecht protiv Slovenije* odluka), br. 57653/08, 10. siječnja 2012., i suprotno, *Milenović*, gore navedeno, § 31; i *Mesesnel*, gore navedeno, § 39).

Pored toga, Sud primjećuje da su tvrdnje koje je podnositelj iznosio u postupku pred domaćim sudovima bile općenite naravi, te da je podnositelj samo prigovarao optužbama da je počinio prekršaje bez da je naveo ikakve detalje relevantne za događaj ili za materijalne elemente prekršaja (usporedi s *Berdajs*, gore navedeno). Tijekom saslušanja pred Prekršajnim sudom u Rijeci podnositelj se obvezao dostaviti preslike relevantne dokumentacije kojom bi potkrijepio svoje tvrdnje da je na automobilu imao propisne gume. Međutim, bez ikakvog obrazloženja, podnositelj nije dostavio navedenu dokumentaciju te je na taj način ostavio svoje tvrdnje potpuno nepotkrijepljenima.

S obzirom na navedenu pozadinu, u okolnostima ovog predmeta ESLJP je naveo kako ne može zaključiti da prekršajni postupak pred domaćim sudovima nije udovoljio zahtjevima poštenog suđenja zajamčenog člankom 6. Konvencije.

VI.I.I. Ines Bojić protiv Republike Hrvatske - Zahtjev br. 48134/15; Odluka ESLJP od 5. srpnja 2018.

U predmetu Bojić protiv Hrvatske podnositeljica zahtjeva Ines Bojić iznijela je tvrdnju kako žurni prekršajni postupak koji je vođen protiv nje nije bio pošten te je povrijeđen članak 6., stavak 1. Konvencije koji, u dijelu kojim je definirano kako: "*Radi utvrđivanja ... bilo kakve optužbe za kazneno djelo protiv njega, svatko ima pravo da ... sud pravično ... ispita njegov slučaj ...*"

U naravi se radilo o žurnom prekršajnom postupku vođenom povodom njezinog osporavanja obavijesti o kazni (ista je izdana je od strane policijske uprave zbog prekršajnih djela prebrze vožnje utvrđene ručnom laserskom kamerom). Podnositeljica zahtjeva tvrdila je da je u vrijeme navodnog prekršaja na cesti bilo mnogo drugih vozila stoga na temelju upotrijebljenog uređaja nije bilo moguće utvrditi je li ona ili netko drugi vozio iznad dopuštenog ograničenja brzine. Štoviše,

tvrdila je da odgovarajući prometni znak nije bio vidljiv. Podnositeljica je svoje tvrdnje potkrijepila fotografijom snimljenom na mjestu navodnog prekršaja i zatražila je saslušanje u postupku. Povodom predmetnog osporavanja pokrenut je žurni postupak. ESLJP je konstatirao kako činjenica da je, nakon saslušanja tvrdnji stranaka, prekršajni sud pripisao veću dokaznu snagu i vjerodostojnost dokazima koje je iznio policajac nego onima koji je podnijela podnositeljica zahtjeva je izvan okvira nadzora ESLJP, s obzirom na to da zaključci domaćeg suda nisu proizvoljni ili očigledno nerazumni. U vezi s tim, ESLJP je ponovio da u članku 6., stavku 1. Konvencije nisu propisana pravila o dopuštenosti zahtjeva ili načinu na koji treba ocjenjivati dokaze, s obzirom na to da se ta pitanja prvenstveno reguliraju nacionalnim zakonima i nacionalnim sudovima.

ESLJP posebno je naglasio kako on obično ne nadzire pitanja kao što su težina koju nacionalni sudovi pripisuju određenim stavkama dokaza ili zaključcima ili procjenama koji su im podneseni na razmatranje. Istaknuto je nadalje kako ESLJP ne bi trebao djelovati kao četverostupanjsko tijelo i stoga na temelju članka 6., stavka 1. neće preispitivati ocjenu nacionalnih sudova, osim ako se njihovi zaključci mogu smatrati proizvoljnima ili očigledno nerazumnima (*Moreira Ferreira protiv Portugala (br. 2)* [VV], br. 19867/12, stavak 83. (b), ESLJP 2017. (izvadci)). Sud je stoga imajući u vidu izneseno utvrdio kako ne može zaključiti da je prekršajni postupak pred domaćim sudovima bio nedostatan zahtjevima poštenog suđenja zajamčenog na temelju članka 6. Konvencije.

VII. Implementacija stajališta ESLJP vezanih uz povredu prava na pravično suđenje u žurnom postupku u praksi Ustavnog suda

Uloga Ustavnog suda kao suda posljednjeg priziva koji bi u hrvatskom pravnom poretku s obzirom na svoje ustanovljene nadležnosti i zadaće trebao otkloniti povrede ustavnih ali i konvencijskih prava nužno mu nameće i ulogu glavnog implementatora stajališta ESLJP u sudsku praksu. Ustavni je sud tijelo najvišeg stupnja nadzora nad primjenom Konvencije od strane domaćih sudova ali i izravni primjenjivač pravnih standarda koje ESLJP stvara u svojoj praksi. Ulogu Ustavnog suda potrebno je percipirati i u kontekstu „pravila o iscrpljivanju domaćih pravnih sredstava“. Naime, ESLJP može razmotriti zahtjev u kojem se ističe povreda konvencijskih prava prema članku 35. stavku 1. Konvencije tek nakon što se iscrpe sva domaća

pravna sredstva. To pravilo daje Ustavom sudu ulogu „jednog od nacionalnih sudova“ nad kojima ESLJP provodi konvencijski nadzor. Ustavnom je sudu povjerena uloga nacionalnog tijela koje je u mogućnosti spriječiti, odnosno ispraviti povrede konvencijskih prava koje su učinjene u postupanju niže stupanjskih sudova.

Imajući u vidu tu značajnu ulogu Ustavnog suda u sferi zaštite konvencijskih prava prije nego što od ESLJP bude zatraženo da utvrdi konkretnu povredu konvencijskog prava, Ustavni sud u obvezi je stajališta, mjerila, kriterije te odgovarajuće testove ustanovljene u praksi ESLJP primjenjivati u svojim odlukama.

Upravo u svrhu zorne prezentacije načina na koji Ustavni sud u svojim odlukama primjenjuje praksu i stajališta ESLJP kao i pojedine testove ustanovljene u predmetima koji su se vodili pred ESLJP donose se prikazi dviju odluka Ustavnog suda donesenih u predmetima u kojima se isticala povreda prava na pošteno suđenje u žurnom prekršajnom postupku vođenom povodom prometnih prekršaja.

VII.I. Ustavnosudski predmet U-III-1836/2018 (Vukušić Josip), odluka od 9. listopada 2019. - utvrđena povreda prava na pravično suđenje

Ustavni sud u predmetu U-III-1836/2018 (Vukušić Josip) svojom odlukom od 9. listopada 2019. utvrdio je kako je osporenom presudom prekršajnog suda, donesenom u žurnom postupku podnositelju povrijeđeno pravo na pravično suđenje zajamčeno člankom 29. stavkom 1. Ustava te je stoga ustavna tužba usvojena, ukinuta osporavana presuda Prekršajnog suda u Rijeci broj: 15. Pp P-1896/15 od 9. travnja 2018. i predmet vraćen Prekršajnom sudu u Rijeci na ponovni postupak.

U obrazloženju odluke U-III-1836/2018 od 9. listopada 2019. Ustavni sud je posebno istakao kako članak 29. stavak 1. Ustava sadrži, između ostalog, pravo stranaka u postupku da iznesu očitovanja koja smatraju relevantnima za svoj predmet. Budući da je zadaća Ustava jamčiti prava koja su praktična i ostvariva, a ne prava koja su teoretska ili prividna, to se pravo može smatrati učinkovitim samo ako je podnositelj zahtjeva zapravo "saslušan", odnosno ako su njegova očitovanja propisno ispitali sudovi.

Istaknuto je nadalje kako članak 29. stavak 1. Ustava obvezuje sudove da provedu propisno ispitivanje podnesaka, tvrdnji i dokaza koje su iznijele stranke, ne dovodeći u pitanje njihovu ocjenu o tome jesu li oni relevantni za njihovu odluku i pri tom se pozvao na presude ESLJP u predmetu *Kari-Pekka Pietiläinen protiv Finske*, br. 13566/06, § 33., presuda od 22. rujna 2009.

Sud je konstatirao kako predmeta ustavna odredba sadrži načelo jednakosti stranaka u postupku koje, kao jedan od elemenata šireg pojma pravičnog suđenja, zahtijeva da svaka stranka dobije razumnu priliku izložiti svoje argumente pod uvjetima koji ju ne stavljaju u bitno nepovoljniji položaj u odnosu na njenog protivnika. Pri iznošenju takvog stajališta Ustavni se sud poziva na komparaciju s presudama ESLJP-a u predmetu *G. B. protiv Francuske*, br. 44069/98, § 58., ECHR 2001-X; i *Hodžić protiv Hrvatske*, br. 28932/14, § 60., presuda od 4. travnja 2019..

Posebno je pri tom akcentiran značaj prava na pravično suđenje na način da je istaknuto kako je za primjenu članka 29. Ustava ključna pravičnost te kako pravo na pravično suđenje ima tako važno mjesto u demokratskom društvu da ne može biti nikakvog opravdanja za restriktivno tumačenje jamstava iz članka 29. stavka 1. pri čemu se sam Ustavni sud poziva na presudu ESLJP-a u predmetu *Gregaćević protiv Hrvatske*, br. 58331/09, § 49., presuda od 10. srpnja 2012..

Ističe se nadalje kako je načelo jednakosti stranaka u postupku jedna od značajki šireg pojma pravičnog suđenja, koji uključuje i temeljno pravo na kontradiktornost kaznenog postupka. Pravo na kontradiktorni postupak, u kaznenom predmetu, znači da stranke moraju dobiti priliku saznati za sva očitovanja i dokaze koji se izvedu u postupku i dati primjedbe na njih. Izrijeком se pri tom ukazuje na komparaciju s presudama ESLJP-a u predmetima *Zahirović protiv Hrvatske*, br. 58590/11, § 42., presuda od 25. travnja 2013.; i, *mutatis mutandis*, *T. G. protiv Hrvatske*, br. 39701/14, § 51., presuda od 11. srpnja 2017., odluka Ustavnog suda broj: U-III-3823/2014 od 17. veljače 2015., točke 10., 10.1. i 10.2. /"Narodne novine" broj 31/15./.

Podnositelj ustavne tužbe u istoj je istakao kako su mu osporenim presudom Prekršajnog suda u Rijeci broj: 15. Pp P-1896/15 od 9. travnja 2018., donesenom u žurnom postupku, povrijeđena prava zajamčena člankom 29. stavcima 1. i 2. Ustava Republike. Presuda je donesena u postupku vođenom povodom prigovora protiv obaveznog prekršajnog naloga kojim je izrečena novčana kazna u visini od 1.500,00 kn, a zbog počinjenja prekršaja iz čl. 43. st. 3. ZSPC kojim prekršajem je izazvao prometnu nesreću samo sa materijalnom

štetom. Podnositelj je u postupku koji je prethodio donošenju pobijane presude osporio svoju odgovornost te predložio prometno vještačenjem na okolnost nastanka prometne nesreće stavljene na teret podnositelju.

Dokaz vještačenjem je izveden nakon što je to predložio podnositelj na održanom ročištu. Međutim podnositelj uopće nije bio upoznat s naredbom suda o izvođenju tog dokaza. Nije mu omogućen uvid u sporni nalaz i mišljenje, niti mu je omogućeno da se na njega očituje. Ustavni sud utvrdio je kako je iz obrazloženja presude prekršajnog suda razvidno da je ocjena o krivnji podnositelja u odlučnoj mjeri utemeljena na nalazu i mišljenju vještaka prometne struke. Stoga je Ustavni sud zaključio da u okolnostima konkretnog predmeta, propust suda da omogući podnositelju da sudjeluje u dokaznom postupku odnosno da bude upoznat s nalazom i mišljenjem vještaka te da se na isto očituje, predstavlja povredu prava podnositelja na pravično suđenje.

Slijedom navedenog, Ustavni sud utvrđuje da je osporenom presudom prekršajnog suda podnositelju povrijeđeno pravo na pravično suđenje zajamčeno člankom 29. stavkom 1. Ustava.

VII.I.II. Ustavnosudski predmet U-III-3195/2018 (Mutić Rade) – odluka od 16. listopada

2019 – povreda prava na pravično suđenje - u konkretnom slučaju Ustavni sud je ocijenio da nije povrijeđeno ustavno pravo na pravično suđenje zajamčeno člankom 29. stavkom 1. Ustava – ustavna tužba odbijen

U predmetu U-III-3195/2018 odlukom od 16. listopada 2019. ustavna tužba je odbijena. Podnositelj ustavne tužbe istakao je povredu prava na pravično suđenje, odnosno naveo je da mu je povrijeđeno načelo kontradiktornosti jer je, sud bez njegovog znanja, ispitao svjedoka - policijskog službenika, očevica, a na čijem iskazu sud temelji svoju osudu.

Presuda prekršajnog suda u Karlovcu donesena je u žurnom postupku, a povodom prigovora podnositelja ustavne tužbe protiv prekršajnog naloga kojim se teretio da je počinio prekršajno djelo pretjecanje kolone vozila iz Zakona o sigurnosti prometa na cestama. U prekršajnom postupku ispitan je svjedok policijski službenik, međutim ne na ročištu zakazanom radi izvođenja dokaza njegovim saslušanjem, već je svjedok sudu pristupio naknadno sa zamolbom da mu se omogući davanje iskaza budući da zbog poslovnih obveza nije mogao pristupiti ročištu zakazanom za dan ranije.

Podnositelju ustavne tužbe i njegovom branitelj nije omogućena nazočnost ispitivanju odnosnog svjedoka već im je njegov iskaz naknado pročitao, a oni su na njega istakli svoje primjedbe navodeći da je iskaz tog svjedoka u neskladu s iskazom trojice svjedoka koje je predložio sam podnositelj. Prekršajni sud u Karlovcu odbio dokazni prijedlog podnositelja za ponovno ispitivanje svjedoka policijskog službenika ocijenivši iskaz navedenog svjedoka kao službene osobe vjerodostojnim uz napomenu da bi u protivnom došlo do odugovlačenja postupka.

Ustavni sud konstatirao je kako njegova uloga nije da odlučuje koje dokaze treba izvesti, a koje ne, već da, sagledavajući postupak kao jedinstvenu cjelinu, uključujući i način na koji su izvedeni dokazi, ocijeni je li taj postupak bio pravičan pozivajući se pri tom na stajališta ESLJP u predmetima *Van Mechelen i drugi protiv Nizozemske*, br. 21363/93, 21364/93, 21427/93 i 22056/93, § 50., presuda od 23. travnja 1997., *Reports* 1997-III; *Lisica protiv Hrvatske*, br. 20100/06, § 49., presuda od 25. veljače 2010.; *Topić protiv Hrvatske*, br. 51355/10, § 41., presuda od 10. listopada 2013.; i *Murazaliyeva protiv Rusije*[Vv], br. 36658/05., § 139., presuda od 18. prosinca 2018.).

Ustavni sud oslanjajući se na presudu ESLJP-a *Al-Khawaja i Tahery protiv Ujedinjenog Kraljevstva*[Vv] (br. 26766/05 i 22228/06, presuda od 15. prosinca 2011.), a u hrvatskim predmetima primijenjen u presudi ESLJP-a *Paić protiv Hrvatske* (naprijed citirano), a usporedi također s presudom u predmetu ESLJP-a *Mesesnel protiv Slovenije* (br. 22163/08, § 35., presuda od 28. veljače 2013.) istakao je kako u slučajevima kada se osuda temelji na iskazu svjedoka kojeg obrana nije imala mogućnost ispitati potrebno je provesti test ustanovljen u presudi ESLJP-a *Schatschaschwili protiv Njemačke*.

1) Je li postojao valjan razlog za nemogućnost obrane da ispita svjedoka

Ustavni sud utvrđuje da je takav razlog postojao. Naime, svjedok koji je policijski službenik i očevidac prekršaja koji je podnositelju stavljen na teret, ispitan je izvanraspravno te je svoj izostanak s ročišta na kojemu je trebao biti ispitan dan ranije ispričao poslovnim obvezama.

2) Je li iskaz odsutnog svjedoka predstavljao jedini ili odlučujući temelj za osudu podnositelja

Ustavni sud primjećuje da svoju odluku o krivnji podnositelja Prekršajni sud temelji upravo na iskazu odsutnog svjedoka, ocjenjujući ga vjerodostojnim i objektivnim, za razliku od iskaza trojice svjedoka koje je predložio podnositelj, a koje je sud ocijenio subjektivnim i neistinitim.

3) Je li bilo dovoljno uravnotežujućih čimbenika koji bi nadoknadili teškoće u kojima je obrana djelovala

S obzirom na prigovore podnositelja, potrebno je ispitati je li u okolnostima ovog predmeta, uzimajući u obzir način na koji su se tijekom postupka stvarno predstavili i štitili interesi podnositelja bio opravdan nedostatak kontradiktorne rasprave koja bi podnositelju omogućila da nazoči ispitivanju svjedoka i postavlja mu pitanja. Konkretno Ustavni sud je ispitao jesu li u ovom predmetu ovlasti nadležnog suda u izboru načina vođenja žurnog prekršajnog postupka bile vršene u skladu sa zahtjevima članka 29. Ustava u njegovom kaznenom aspektu.

Ustavni sud vezano uz dokazni postupak napomenuo je da kod prigovora povrede prava na pravično suđenje nije dovoljno samo navesti da je određeni dokazni prijedlog odbijen odnosno da je u odnosu na njega povrijeđeno načelo kontradiktornosti, već je potrebno pokazati da je taj dokaz bio važan za utvrđivanje istine.

Ustavni sud je stoga ocijenio da u konkretnom slučaju nije povrijeđeno pravo podnositelja na pravično suđenje u aspektu kontradiktornosti postupka budući je omogućeno iznošenje svih činjenična i pravnih navoda u prigovoru protiv obaveznog prekršajnog naloga i pri ispitivanju pred sucem, saslušani su svi svjedoci koje je podnositelj predložio i čijem je ispitivanju prisustvovao, imao je mogućnost iznijeti svoju obranu i izvršiti uvid u cjelokupnu dokumentaciju te mu je omogućeno očitovanje na pročitani iskaz svjedoka čijem iskazu nije nazočio.

Iznimno je bitna u predmetnom postupku napomena Ustavnog suda kako je člankom 89. PZ-a propisano da je prekršajni sud dužan postupak provesti bez odugovlačenja, uz izbjegavanje svih nepotrebnih radnji i troškova te onemogućiti svaku zlouporabu prava što pripadaju strankama i sudionicima u postupku. Niti iz jedne odredbe PZ-a, pa ni one iz članka 88. stavka 2. PZ-a (načelo slobodne ocjene dokaza), ne proizlazi obveza suda da mora izvesti svaki predloženi dokaz, kao što niti s druge strane nedostatak prijedloga za dopunu dokaznog postupka ne sprječava sud da izvede još neke dokaze, ako utvrdi da stanje stvari nije razjašnjeno. Pitanje hoće li ili neće izvesti neki dokaz, pitanje je ocjene suda u svakom pojedinačnom slučaju.

Ustavni sud ocjeni je stoga da podnositelju u konkretnom slučaju nije povrijeđeno ustavno pravo na pravično suđenje zajamčeno člankom 29. stavkom 1. Ustava.

VIII. Pravo na šutnju i privilegiji protiv samooptuživanja u odnosu na propisivanje obveze davanja podataka osobi koja je upravljala vozilom u trenutku počinjenja prekršaja

Pravo na pravično suđenje zajamčeno Konvencijom obuhvaća između ostalog i pravo na šutnju kao i privilegija protiv samooptuživanja. Unatoč tome što odnosno pravo i privilegij nisu izrijekom spomenuti u čl. 6. Konvencije, neosporno je kako riječ o opće priznatim međunarodnim standardima koji se nalaze u samoj srži pojma poštenog postupka, odnosno prava na pravično suđenje.

Svatko optužen za kazneno djelo, pri čemu se optužba za kazneno djelo ima dakako percipirati sukladno gore navedenim stajalištima ESLJP ima pravo na šutnju i pravo ne doprinosti inkriminiranju samog sebe (*Funke protiv Francuske*, stavak 44.; *Saunders protiv Ujedinjene Kraljevine*, stavak 60.). Pravo da osoba ne inkriminira samu sebe u kaznenom se postupku primjenjuje u odnosu na sve vrste kaznenih djela, od najjednostavnijih do najsloženijih (*Saunders protiv Ujedinjene Kraljevine*, stavak 74.). Navedena prava primarno optuženika štite od protuzakonite prisile te time izravno doprinose ostvarenju cilja definiranog čl. 6. Konvencije, s tim da je ESLJ izrijekom zauzeo stav kako se pravo na šutnju primjenjuje od trenutka u kojem policija ispituje osumnjičenika (*John Murray protiv Ujedinjene Kraljevine*, stavak 45.).

Međutim, pravo na šutnju kao privilegij protiv samooptuživanja nisu apsolutni. Sud kod ispitivanja da li je u postupku povrijeđena suština privilegije protiv samooptuživanja uzima u obzir:

- a) prirodu i stupanj prisile
- b) postojanje bilo kakvih relevantnih mjera zaštite u postupku
- c) za što su upotrijebljeni podaci dobiveni na takav način (*Jalloh protiv Njemačke* [VV], stavak 101.; vidi također *O'Halloran i Francis protiv Ujedinjene Kraljevine* [VV], stavak 55.; *Bykov protiv Rusije* [VV], stavak 104.).

Navedeno je od osobitog značaja u kontekstu ocjene postojanja povrede prava na pravično suđenje kroz povredu prava na šutnju te povredu privilegija protiv samooptuživanja kod

propisivanja obveze vlasnika vozila da daju podatke o osobi koja je u vrijeme počinjenja prekršaja upravljala vozilom.

ESLJP bavio se u predmetu *O'Halloran i Francis protiv Ujedinjenog Kraljevstva* (Presuda velikog vijeća od 29. lipnja 2007. godine, zahtjevi br. 15809/02 i 25624/02, § 57.) slučajem koji se ticao obveze davanja punog imena i prezimena te adrese osobe koja je u trenutku prekršaja upravljala vozilom ili druge informacije koje bi policiji mogle pomoći da identificiraju vozača u predmetu. U odnosnom predmetu kojim se pred ESLJ tražila zaštita povrijeđenih prava, utvrđeno je kako je policija podnositeljima zahtjeva poslala obavijest kojom se od njih traži da daju podatke o osobi koja je u vrijeme počinjenja prekršaja upravljala vozilom, budući su registrirani vlasnici svojih vozila. Pritom im je također stavljeno do znanja kako, na temelju članka 172. Zakona o prometu na cestama iz 1988. godine, ne udovoljavanje toj obvezi predstavlja prekršaj za koji bi podnositelji mogli biti kažnjeni novčanom kaznom do 1000 GBP, oduzimanjem vozačke dozvole ili s tri kaznena boda. Prigovori podnositelja ticali su se njihovog stajališta da su osuđeni samo i isključivo na temelju izjave koju su bili prisiljeni dati pod prijetnjom kazne a koja je slična samom prekršaju, odnosno činjenice kako je prisila na podastiranje dokaza o prekršaju za koji se optužuje povrijedila pravo na privilegij od samooptuživanja.

Obojica podnositelja pozvala su se na članak 6. stavak 1. (pravo na pravično suđenje) te stavak 2. Konvencije (presumpcija nevinosti). Sud je utvrdio da je prisila bila izravne prirode. Međutim, Sud je također utvrdio kako se svi koji odluče posjedovati ili voziti automobil svojevoljno podvrgavaju određenom sustavu pravila, nametnutom s obzirom na činjenicu kako se radi o djelatnostima kojima je svojstveno postojanje određenog rizika i opasnosti. Stoga se može smatrati da su oni koji su se odlučili imati i voziti automobile unatoč takvim saznanjima, ujedno pristali i na odgovornosti i obveze koje su sastavni dio takvog sustava pravila, a koje, u ovom predmetu konkretno, obuhvaćaju obvezu obavijestiti nadležne redarstvene vlasti o identitetu počinitelja u slučaju postojanja osnovane sumnje da je počinjen prometni prekršaj. Sud je utvrdio kako se daljnji aspekt prisile primijenjene u slučaju počinitelja odnosio na ograničen opseg ispitivanja koje je policija bila ovlaštena provesti. Naime, članak 172. stavak 2. odnosi se samo na slučaj kada postoji osnovana sumnja da je vozač automobila počinio prometni prekršaj i ovlašćuje policiju na zahtijevanje podataka koji se tiču samo „identiteta vozača“. U slučajevima na koje se može primijeniti prisilna mjera iz članka 172. Zakona iz 1988. godine, Sud je utvrdio kako iz članka 174. stavka 4. proizlazi kako nema počinjenja prekršaja ako vlasnik vozila dokaže da nije znao i mogao znati tko je u relevantnom trenutku

bio vozač automobila. Prema tome, odgovornost za navedeni prekršaj se može isključiti, pa je rizik od neopravdane primjene zanemariv. Imajući u vidu sve okolnosti slučaja, a osobito posebnu prirodu sustava pravila o kojemu se radi i ograničen opseg informacija koje je policija ovlaštena tražiti na temelju članka 172. Zakona o prometu na cestama iz 1988. godine, Sud je u navedenoj presudi istakao kako smatra da suština podnositeljevih prava na šutnju i privilegija protiv samooptuživanja u ovom slučaju nije povrijeđena. Sud je stoga utvrdio kako smatra da nije došlo do povrede članka 6. stavka 1. Konvencije

IX. Presumpcija nevinosti u kontekstu kažnjavanja vlasnika vozila koji nije upravljao vozilom u trenutku počinjenja prometnog prekršaja

Načelo presumpcije nevinosti sadržano je u čl. 6 stavku 2. Konvencije: „*Svatko optužen za kazneno djelo smatrat će se nevinim sve dok mu se ne dokaže krivnja u skladu sa zakonom.*“ Načelo presumpcije nevinosti kako ga definira citirana odredba Konvencije zahtijeva, *inter alia*, da pri izvršavanju svojih dužnosti članovi suda ne smiju započeti s unaprijed stvorenom idejom da je optuženik počinio djelo za koje je optužen; teret dokazivanja snosi ovlašteni tužitelj i svaku dvojbu treba riješiti u korist optuženika.

Ovlašteni tužitelj treba obavijestiti optuženika o predmetu koji će se voditi protiv njega kako bi se on mogao pripremiti i u skladu s time iznijeti svoju obranu, te također treba priložiti dovoljno dokaza za njegovu osudu (*Barberà, Messegué i Jabardo protiv Španjolske*, stavak 77.; *Janosevic protiv Švedske*, stavak 97.). Predmnijeva nevinosti prekršena je u onim slučajevima u kojima je teret dokazivanja prebačen s ovlaštenog tužitelja na obranu (*Telfner protiv Austrije*, stavak 15.).

Međutim, pravo osobe u kaznenom predmetu da se predmnijeva njena nevinost i da ovlašteni tužitelj snosi teret dokazivanja tvrdnji protiv te osobe nije apsolutno, s obzirom da se predmnijeve o činjenicama ili predmnijeve o pravu primjenjuju u svakom sustavu kaznenog prava i Konvencija ih u načelu ne zabranjuje.

Navedeno je osobito bitno u kontekstu ocjene dozvoljenosti izricanja novčane kazne registriranom vlasniku automobila koji nije bio stvarni vozač u vrijeme prometnog prekršaja. ESLJP je kao svoje stajalište iznio kako države ugovornice mogu u određenim uvjetima kazniti jednostavnu ili objektivu činjenicu kao takvu, bez obzira na to proizlazi li ona iz kriminalne

namjere ili iz nehaja. Kad primjenjuju predmnijeve u kaznenom pravu ESLJP je upozorio da države ugovornice trebaju postići ravnotežu između važnosti onoga što se dovodi u pitanje i prava obrane; drugim riječima, sredstva koja se koriste moraju biti razumno razmjerna legitimnom cilju kojega se nastoji postići (*Janosevic protiv Švedske*, stavak 101.; *Falk protiv Nizozemske* (odl.)).

Iz sudske prakse Europskog suda za ljudska prava koja se odnosi na članak 6.stavak 2. EKLJP-a, proizlazi da pravo svake osobe optužene za kazneno djelo da je se smatra nevinom i da je na tužiteljstvu teret dokaza tvrdnji protiv nje nije apsolutno, iz razloga što, iako EKLJP načelno ne zabranjuje činjenične i zakonske presumpcije koje se primjenjuju u svim pravnim sustavima, države su ipak dužne te presumpcije razumno ograničiti pri čemu trebaju uzeti u obzir važnost uloga u pitanju i osigurati pravo obrane. U tom kontekstu osobito su važna stajališta zauzeta u presudi ESLJP-a od 19. listopada 2004., *Falk protiv Nizozemske*.

U navedenoj odluci ESLJP presudio je kako je članak 8. nizozemskog Zakonika o cestovnom prometu u skladu s pretpostavkom nedužnosti zato što osoba protiv koje je izrečena novčana kazna na temelju navedenog članka može osporavati predmetnu odluku pred sudom koji je u potpunosti nadležan o tome odlučiti i zato što, u okviru istog postupka, zainteresirana osoba nije lišena svih sredstava obrane jer se može pozvati na argumente iz članka 8. Zakonika o cestovnom prometu. Naime iz članka 5. Nizozemskog Zakonika o cestovnom prometu proizlazi da, ako se utvrdi da je protupravno postupanje počinjeno motornim vozilom kojemu je dodijeljen registarski broj ili pomoću takvog vozila i ako nije moguće odmah utvrditi tko je vozač navedenog vozila, ne dovodeći u pitanje članak 31. stavak 2. tog zakonika, upravna kazna izriče se osobi čije je ime upisano u registar vozila u trenutku protupravnog postupanja. Međutim, u skladu s člankom 8. Zakonika o cestovnom prometu odluka kojom je izrečena upravna kazna mora se poništiti ako vlasnik registarskog broja predmetnog motornog vozila podnese žalbu protiv te odluke i, kao prvo, učini vjerojatnim da je, protiv njegove volje, druga osoba koristila to vozilo i da on to iz opravdanih razloga nije mogao spriječiti. Odnosno dostavi ugovor o zakupu u pisanom obliku zaključen u gospodarske svrhe i na razdoblje ne duže od tri mjeseca, a iz kojeg je moguće utvrditi tko je na dan protupravnog postupanja upravljao navedenim vozilom ili kao treće, da predoči oslobađajući dokaz ili izjavu iz koje proizlazi da na dan protupravnog postupanja više nije bio vlasnik ni posjednik predmetnog motornog vozila.

ESLJP je zaključio kako povrede presumpcije nevinosti u slučaju kada je na temelju pretpostavke odgovornosti koju predviđa nacionalno zakonodavstvo, odlukom nadležnog tijela izrečena novčana kazna zbog prometnog prekršaja osobi na čije je ime vozilo registrirano, ako je ta pretpostavka oboriva.

Vezano uz prometne prekršaje u kontekstu predmnijeve nevinosti potrebno je ukazati i na stav ESLJP kako obvezivanje vozača na mjerenje alkohola u dahu ili vađenje krvi nije u suprotnosti s načelom predmnijeve nevinosti (*Tirado Ortiz i Lozano Martin protiv Španjolske*).

Umjesto zaključka

ESLJP međunarodno sudbeno tijelo ovlašteno za donošenje odluka/presuda protiv država potpisnica Europske konvencije za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda uzdiglo se do nivoa ključnog aktera i kreatora u formiranju suvremenih standarda zaštite ljudskih prava u europskim državama. Tu ulogu ESLJP ima prvenstveno zahvaliti učincima konvencijskih standarda sadržanih u njegovim odlukama. Unatoč činjenici što su presude ESLJP u kojima je utvrđeno kako je pojedina zemlja povrijedila neko konvencijsko pravo načelno deklaratorne i imaju učinak *res judicata inter partes*, njihov značaj na druge zemlje potpisnice Konvencije je izniman. Nastojanje ESLJP da njegova stajališta budu doista koherentna i dosljedna rezultira nedvojbeno stanovitim stupnjem pravne sigurnosti. ESLJP bez iznimno valjanih razloga ne odstupa od svojih stajališta zauzetih u ranijim predmetnima, uredno se i redovito u obrazloženju svake svoje odluke/presude poziva na svoja u ranijoj praksi zauzeta stajališta primjenjiva u konkretnoj pravnoj stvari. Takav način rada pri donošenju odluka omogućuje stanovit stupanj sigurnosti budućim sudionicima postupka ali i predviđanje mogućeg ishoda konkretnog postupka a s obzirom na ranije zauzeta načela i konvencijske standarde u pogledu potencijalnih povreda konvencijskih prava. Države potpisnice doista su s obzirom na javno dostupna stajališta ESLJP u pogledu povrede određenih konvencijskih prava, a koje sam sud vrlo rijetko bitno modificira i od njih odstupa, u mogućnosti prevenirati pokretanje postupaka protiv sebe pred ESLJP. Navedeno je vrlo jednostavno ostvarivo putem implementiranja zauzetih stajališta ESLJP u nacionalni pravni sustav.

Upravo je poznavanje stajališta, mjera te konvencijskih standarda sadržanih u praksi ESLJP od osobitog značaja za pravovremeno sprečavanje negativnog ishoda postupka pred ESLJP za svaku pojedinu državu potpisnicu Konvencije. Potreba ESLJP da se zaista profilira kao ključni

akter u svim pravnim sferama u kojima može doći do povrede konvencijskih prava dolazi osobito do izražaja kroz njegovo svojevóljno širenje nadležnosti i u pogledu „djela“ i „područja“ koja nisu izrijekom navedena u Konvenciji. Navedeno je osobito moguće uočiti upravo kod prekršajnih djela. Unatoč tome što prekršajna djela odredbe Konvencije ne spominju ESLJP zauzeo je brojna relevantna stajališta upravo vezano uz prekršajna djela, a osobito uz prekršajna djela koja se tiču sigurnosti prometa na cestama. ESLJP danas u svojoj praksi pojam „kazneno djelo“ kao i mnoge druge pojmove tumači autonomno i sve šire. Na taj način zorno prezentira kako Konvenciju zaista smatra živim organizmom koji je sposoban odgovoriti na zahtjeve i potrebe suvremenog društva u sferi zaštite ljudskih prava i temeljnih sloboda.

Literatura:

1. Batistić Kos, V.: Pozitivne obveze prema Europskoj konvenciji za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda, Pravna biblioteka: Europsko pravo, Narodne novine, Zagreb, 2012.
2. Belajec, V.: Ustavne osnove za podnošenje ustavne tužbe, Ustavni sud u zaštiti ljudskih prava, Organizator, Zagreb, 2000., str. 97. - 113.
3. Bonačić, M., Rašo M.: Obilježja prekršajnog prava i sudovanja, aktualna pitanja i prioriteta de lege ferenda, Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu, vol. 19, br. 2, 2012, str. 439.-472.
4. Burić, Z.: Obveza izvršenja konačnih presuda Europskog suda za ljudska prava — u povodu odluke i rješenja Ustavnog suda Republike Hrvatske broj U-III/3304/2011 od 23. siječnja 2013, Zagrebačka pravna revija, vol 2, br. 1, 2013., str. 109-124.
5. Crnić, J., Filipović, N.(ur.): Ustavni sud u zaštiti ljudskih prava: interpretativna uloga Ustavnog suda, Biblioteka Pravo 24, Zagreb, Hrvatski pravni centar, Organizator, Hrvatski institut za ljudska prava Novi Vinodolski, Hans Seidel Stiftung, Deutsche Stiftung für internationale rechtliche Zusammenarbeit e.V., 2
6. Derenčinović, D., Gulišija, M., Dragičević Prtenjača, M.: Novosti u materijalnopравnim odredbama Prekršajnog zakona, Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu, vol. 20, br. 2, 2013, str. 751-777.
7. Đurđević, Z., Ivićević Karas, E. (ur.): Presude Europskog suda za ljudska prava protiv Republike Hrvatske u kaznenim predmetima, Pravni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2013.
8. Dika, M.: Marginalije uz institut ustavne tužbe, Zbornik Ljubljansko-zagrebskega kolokvija, Ljubljana, 1993.
9. Gomien, D.: Europska konvencija o ljudskim pravima, priručnik, hrvatsko izdanje, Zadar: Naklada d.o.o. - Pravni fakultet Sveučilišta u Rijeci, 2007.
10. Grdinić, E.: Pravo na pošteno suđenje u postupcima građanskopravne prirode zajamčeno čl. 6. st. 1. Europske konvencije za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda, Hrvatska pravna revija, 2005., vol. 5, br. 9, str. 7. - 16.
11. Grdinić, E.: Opće jamstvo poštenog suđenja u kaznenim postupcima i presumpcija nedužnosti prema članku 6. stavcima 1. i 2. Konvencije za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda, Hrvatska pravna revija, 2006., vol. 6, br. 1, str. 7. - 17.

12. Ivičević, Karas, E.: Povodom presude Europskog suda za ljudska prava u predmetu Maresti protiv Hrvatske – analiza mogućeg utjecaja na reformu prekršajnog prava u Republici Hrvatskoj, III. specijalističko savjetovanje: Primjena Prekršajnog zakona i ostalih propisa s područja prekršajnog prava u Republici Hrvatskoj, Hrvatsko udruženje za kazneno pravo i praksu u suradnji s Visokim prekršajnim sudom Republike Hrvatske i Akademijom pravnih znanosti Hrvatske, 2009, str. 1-18.
13. Ivičević Karas, E., Burić, Z., Bonačić, M.: Unapređenje procesnih prava osumnjičenika i okrivljenika u kaznenom postupku: pogled kroz prizmu europskih pravnih standarda, Hrvatski ljetopis za kaznene znanosti i praksu, vol. 23, br. 1, 2016, str. 11-58.
14. Ivičević Karas, E., Kos, D.: Primjena načela ne bis in idem u hrvatskom kaznenom pravu, Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu, vol. 19, br. 2012, str. 555-584.
15. Josipović, I., Novak, Hrgović, K.: Načelo ne bis in idem u kontekstu prekršajnog, kaznenog i upravnog prava, Hrvatski ljetopis za kaznene znanosti i praksu, vol. 23, br. 2, 2016, str. 469-507.
16. Krapac, D.: Pretpostavke za pokretanje i vođenje ustavnosudskog postupka zaštite individualnih ustavnih prava i sloboda: Pravni okviri i stvarne granice („procesnost“) hrvatskog modela ustavne tužbe, Hrvatsko ustavno sudovanje de lege lata i de lege ferenda (ur. Jakša Barbić), HAZU, Zagreb, 2009., str. 169. - 207.
17. Khurt, A.: "The Cyrus Cylinder and Achaemenid Imperial Policy", Journal of the Study of the Old Testament, 25 (1983), str. 83-97.
18. Maričić, D.: Konvencija za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda s napomenama i sudskom praksom, Novi informator, Zagreb, 2012.
19. Novosel, Dragan; Rašo, Marko; Burić, Zoran, Razgraničenje kaznenih djela i prekršaja u svjetlu presude Europskog suda za ljudska prava u predmetu Maresti protiv Hrvatske, Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu, vol. 17, br. 2, 2010, str. 785-812.
20. Omejec, J.: Izvršenje presuda i odluka Europskog suda za ljudska prava, Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu, vol. 62, br. 5-6, 2012, str. 1913-1942.
21. Omejec, J.: Konvencija za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda u praksi Europskog suda za ljudska prava. Strasbourški acquis, Novi informator, Zagreb, 2014.
22. Omejec, J.: Primjena Konvencije za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda u radu domaćih sudova, Aktualna pitanja kaznenog zakonodavstva, Zagreb, Inženjerski biro, 2007., str. 125. - 145.
23. Omejec, J.: Vijeće Europe i europska unija, institucionalni i pravni okviri, Novi informator, Zagreb, 2008.
24. Pritchard, J. B.: Ancient Near Eastern Text Relating to Old Testament, Princeton University Press, 1969. str.315-316.
25. Potočnjak, Ž., Stresec, M.: Europski sud za ljudska prava i Ustavni sud Republike Hrvatske u zaštiti ljudskih prava, Hrvatsko ustavno sudovanje – de lege lata i de lege ferenda, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 2009., str. 209. - 246.
26. Potočnjak, Ž.: Pravo na sud, pristup sudu i suđenje u razumnom roku u slučaju intervencije zakonodavca u sudske postupke u tijeku, Zbornik Pravnog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2004., br. 2, str. 823. - 853.
27. Radačić, I.: Interpretativna načela Europskog suda za ljudska prava, Usklađenost hrvatskog zakonodavstva i prakse sa standardima Europske konvencije za zaštitu ljudskih prava, Centar za mirovne studije, Zagreb, 2011., str. 32. - 44.
28. Rašo, M., Korotaj, G.: Novosti u postupovnim odredbama Prekršajnog zakona, Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu, vol. 20, br. 2, 2013, str. 779-793.
29. Sokol, S.: Odnos Ustavnog suda i tijela sudbene vlasti, Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu, 2001., br. 1, str. 5. - 21.

30. Šarin, D., Konvencija za zaštitu ljudskih prava i temeljnih sloboda kroz odnos Europskog suda za ljudska prava i Ustavnog suda Republike Hrvatske na primjeru zaštite ljudskog prava na pristup sudu, *Pravnikovjesnik*, godina 30, br. 3-4, 2014., str. 77-99.
31. Šarin, D.: *Nastanak hrvatskoga Ustava*, Narodne novine, Zagreb, 1997.
32. Uzelac, A.: Pravo na pravično suđenje u građanskim predmetima: Nova praksa Europskoga suda za ljudska prava i njen utjecaj na hrvatsko pravo i praksu, *Zbornik Pravnog fakulteta u Zagrebu*, Zagreb, 2010., Vol. 60, No. 1, str. 101. - 148.
33. Šukrić, N., *Povijest islamske kulture i civilizacije*, Sarajevo, 1989.
34. Vodič kroz članak 6. Europske konvencije o ljudskim pravima – Pravo na pošteno suđenje (kazneni aspekt), *Vijeće Europe/Europski sud za ljudska prava*, 2014.

Izvori sudske prakse:

1. <http://curia.europa.eu/>
2. [https://hudoc.echr.coe.int/eng#{"documentcollectionid2":\["GRANDCHAMBER","CHAMBER"\]}](https://hudoc.echr.coe.int/eng#{)
3. <http://www.ingbiro.com/default.aspx?ReturnUrl=%2fsudska%2fdefault.aspx>
4. <http://www.iusinfo.hr/CaseLAws/TOC.aspx>
5. <http://www.usud.hr/default.aspx>
6. <http://sudskapraksa.vsrh.hr/supra/>
7. <https://uredzastupnika.gov.hr/sudska-praksa/148>

Engaging citizens in improving road safety: the results of the European Road Safety Charter

Sophie Vanhove¹, Wouter Van den Berghe², Alexandra Humphris-Bach³

¹Sophie Vanhove (sophie.vanhove@vias.be) is Project Officer at Vias Institute and obtained a MA in Events and Project Management at Goldsmiths University of London. Sophie is the National Relay Support for the European Road Safety Charter.

²Wouter Van den Berghe (wouter.vandenberghe@vias.be) is Research Director at Vias Institute and is pursuing a PhD at UCL in London on 'Fairness and ethical issues in road safety policy making from an international and intercultural perspective'. Wouter is the Road Safety Expert within the European Road Safety Charter.

³Alexandra Humphris-Bach (Alexandra.humphris-bach@ricardo.com) is a Principal Consultant at Ricardo Energy & Environment and completed a PhD in Physics in instrumentation development at the University of Bristol. Alexandra is the Project Manager of the European Road Safety Charter.

Vias Institute: Haachtsesteenweg 1405, 1130 Brussels, BE

Ricardo Energy & Environment: Gemini Building, Fermi Avenue, Harwell, Oxon, OX11 0QR, UK

Summary

The objectives of the European Road Safety Charter are: to encourage and support associations, schools, universities, companies and authorities to take action in the field of road safety, acknowledge contributions to road safety improvements by civil society, facilitate civil society members in acquiring and sharing knowledge, and facilitate dialogue for the transfer of experiences and practices at all levels in the European Union. Thanks to the European Road Safety Charter, a community of over 3700 members has been created – companies, associations, research institutes, universities, NGOs, public authorities and schools. These members take specific, measurable actions in their areas of responsibility with the aim of contributing to the common goal of improved road safety in Europe. They have a significant impact in the different sectors of society, generating a network to foster exchanges of best practices and expanding progressively its coverage throughout Europe.

Keywords: *Vision Zero, road safety, European Commission, international network*

1 Context

In 2003, 40 000 deaths and 1 700 000 injuries happened on EU roads each year (EUR-15) (European Commission, 2003). Road crashes were the main cause of death for victims under the age of 45, and the total cost to the society had been estimated at more than 160 billion euro a year. Following these statistics, the European citizens demanded answers to their expectations towards Europe to improve road safety, and the European Commission therefore developed the European Road Safety Programme of 2004. This Programme had the ambition to reduce the number of road deaths by 50% by 2010. The European Commission also stated in the Programme that the ambition of a significant

reduction in the number of road deaths could only be met if all stakeholders shared the motivation to develop and stimulate shared activities. In order to integrate the whole civil society in this Programme, and to motivate as many parties as possible to take responsibility, the European Road Safety Charter (ERSC) was created by the European Commission.

Officially launched on the 29th of January 2004, the Charter gave the civil society the possibility to formally commit to the shared ambition to improve road safety and to receive recognition of this commitment via the use of the Commission's label. Four main objectives were set (European Commission, 2004):

- to encourage and support stakeholders to take actions for road safety in Europe
- to acknowledge contributions by civil society to road safety
- to facilitate civil society members in acquiring and sharing knowledge on road safety issues in the European Union
- to facilitate true dialogue for the transfer of road safety experiences and practices at all levels of governance in the European Union

The European Road Safety Charter has had multiple editions throughout the years, but the need for it did not disappear. In 2019, 1.2 million people got injured on the road (Decae, 2021). And even though the number of road deaths in 2020 was 65% lower than in 2000 and 36% lower in 2010, there were still 42 fatalities per million habitants in the EU (Decae & Goldenbeld, 2021). The European Commission therefore continues to support "Vision Zero", the ambition to have 50% less deaths and serious injuries by 2030 and zero deaths and serious injuries by 2050 (European Commission, 2020). The mindset of this Vision Zero needs to be set both among policy and in the society at large. On the 20th of April 2020, the European Commission officially launched a new edition of the European Road Safety Charter initiative.

2 How it works

2.1 Members

In order to succeed in the goal to reduce the number of deaths and injuries, it is crucial to encourage actions taken by all types of entities, who all have their own specific target audience. The European Road Safety Charter therefore welcomes all types of entities, companies, associations, local authorities, research institutions, universities, schools etc. who have the ambition to improve road safety for their local community. Each of these entities play their own role in this ambition. Governments and authorities play a key role in the creation of national policies, while private companies and their employees can implement targeted measures or corporate-level measures that can impact the society at large. NGOs play an essential role in pushing for progress and providing alternative services, while schools and academic institutions help in educating road users and future drivers. The corporation between all these different entities is key in creating the best possible outcomes.

There are four principles of the ERSC (Care, Act, Support & Share) that are taken into consideration before the application of a potential member is approved. The entity should

care about road safety and communicate the desire to improve road safety within and outside the organization. Consequentially, the entity should act locally and via actions relating to the entity's capacities and skills in order to respond to the needs of its environment and to make it a safer place. These actions should be measurable, go beyond any legal obligations and be in relation to support national policies that aim to protect all road users. The entity should feel the motivation to share their actions, knowledge and lessons learned with other local and European organizations, and should be willing to collaborate with other entities to improve road safety.

By joining the European Road Safety Charter, members can contribute to the goal of reducing the number of deaths and serious injuries every year, lessen the environmental impact of crashes and reduce the economic and human cost. They can positively influence one or more of the vital road safety issues that form an essential element for an inclusive approach to road safety:

- Vehicle Safety
- Infrastructure Safety
- User Behaviour

By committing to the European Road Safety Charter, the members do not bind themselves to any legal requirements. This can be seen as one of the major advantages of the ERSC. It allows members to implement activities and good practices that can resolve their own daily problems, via their own knowledge and previous experiences, without restrictions given by the ERSC. Since each member is different, the commitment of each member will also vary.

The European Road Safety Charter has become the largest civil society platform on road safety with more than 3,500 members. The vast majority of members in September 2021 were enterprises (2,446 members), followed by associations, schools and research institutions. The countries with the largest number of members are Spain, Italy and Romania. An entity can become a member of the European Road Safety Charter by signing up on the ERSC website (https://road-safety-charter.ec.europa.eu/content/new-log-process_en). The entity has to assign a contact person who will be linked to the ERSC account and will be the first point of contact. The only element this person needs is an existing EU login, which can be created via <https://webgate.ec.europa.eu/cas>. With this EU login, the contact person will have to give more information about the type of entity and its activities, priority areas and related charter topics (capacity building and training, creating awareness, education in school or in community organisations, improvements of vehicles and infrastructure or provision of alternative solutions). To confirm their sign up process, the contact person subscribes to the ERSC principles. This information is then reviewed by the ERSC Team, and the account will be created after formal approval.

2.2 National Relays

The current edition of the European Road Safety Charter introduced “National Relays” that can assist in the development of a stronger presence at a national level. A National Relay is an entity that is active in road safety and has a large network of local and national

stakeholders with activities in road safety. Due to its local activities, the National Relays are aware of the challenges and opportunities within road safety in their particular Member State, and therefore better understands which actions need to be taken in order to succeed in the Vision Zero ambition. The ERSC Team promoted one member in each Member State as the National Relay. The type of entity of the National Relay varies per Member State and can be a research institution (e.g. *Vias Institute* for Belgium and *Centrum Dopravního Výzkumu* for the Czech Republic), an automobile club (e.g. *Hrvatski Autoklub* for Croatia and *Automobil Clubul Roman* for Romania), an association (e.g. *Liikenneturva* for Finland and *Association Prévention Routière* for France) or a vehicle driving related organisation (e.g. *UNASCA* for Italy and *The Guild of Driving Teachers* for Lithuania). The list of National Relays is given in Table 1

Table 1: List of National Relays for the European Road Safety Charter

Member State	National Relay	Website	Contact details
Austria	KFV Kuratorium für Verkehrssicherheit	https://www.kfv.at/	gerald.furian@kfv.at
Belgium	Vias Institute	https://www.vias.be/en/about-vias/	charter@vias.be
Bulgaria	Road Safety InstituteBulgaria	https://www.linkedin.com/company/road-safety-institute-bulgaria/	Ptp2017.bg@gmail.com
Croatia	Croatian AutomobileClub (Hrvatski Autoklub - HAK)	https://www.hak.hr/	ersc@hak.hr
Cyprus	Cyprus Automobile Association - CAA	http://www.caa.com.cy/	caa@cytanet.com.cy
Czech Republic	Transport Research Center (Centrum dopravního výzkumu - CDV)	https://www.cdv.cz/en/	alena.dankova@cdv.cz
Denmark	Børneulykkesfonden	https://xn--brneulykkesfonden-00b.dk/	buf@borneulykkesfonde.dk
Estonia	Estonian Driving Schools Association	https://autosoit.ee/en/firmast/	vahur.kalind@gmail.com
Finland	Liikenneturva	https://www.liikenneturva.fi/en/	tuula.taskinen@liikenneturva.fi
France	Association PréventionRoutière (APR)	https://www.preventionroutiere.asso.fr/	ers-charter@preventionroutiere.asso.fr
Germany	TBD	TBD	TBD
Greece	Road Safety Institute Panos Mylonas	https://www.ioas.gr/EN/	erscharter@ioas.gr
Hungary	Institute for Transport Sciences (Közlekedéstudományi Intézet - KTI)	https://www.kti.hu/	winkler.nikolett@kti.hu
Ireland	Road Safety Authority (RSA)	https://www.rsa.ie/	chegarty@rsa.ie

Italy	UNASCA - National Union of Driving Schools and Automobile Advisory Agencies	https://www.unasca.it	unasca@unasca.it
Latvia	Latvian Automotive Club	https://lamb.lv/en/	lamb@lamb.lv
Lithuania	The Guild of Driver Teachers	http://vmgildija.lt/	info@vmgildija.lt
Luxembourg	Sécurité Routière Luxembourg	https://www.securite-routiere.lu/	imedinger@securite-routiere.lu
Malta	Transport Malta - Malta Road Safety Council	https://www.transport.gov.mt/	ERSCMalta@gmail.com
The Netherlands	Interpolis	https://www.interpolis.nl/	Veiligonderweg@interpolis.nl
Poland	Motor Transport Institute (Instytut Transportu Samochodowego - ITS)	https://www.its.waw.pl/en.html	erscPL@its.waw.pl
Portugal	Prevenção Rodoviária Portuguesa	https://prp.pt/	prp@prp.pt
Romania	Automobil Clubul Roman	https://www.acr.ro/	alin.drosu@acr.ro
Slovakia	Autoklub Slovenskej republiky	https://autoklubsr.sk/	aksr@aksr.sk
Slovenia	Zavod Vozim	https://www.vozim.si/en/	info@vozim.si
Spain	Fundación Mapfre	https://www.fundacionmapfre.org/en/	ersc@fundacionmapfre.org
Sweden	Swedish Abstaining Motorists' Association (Motorförarnas Hälnykterhetsförbund - MHF)	https://www.mhf.se/	info@mhf.se

The National Relays form the direct link between the ERSC Team and the local members. They encourage members to be an active member, to submit good practices and activities, to promote the ERSC during events and to take part in the annual Excellence in Road Safety Awards. Their assistance is also used in the official communication of the ERSC Team. The European Road Safety Charter is a community that exists all types and sizes of entities. Therefore, local members often do not possess sufficient knowledge in English to understand the language during official communication. The National Relays speak the local languages and therefore do not only tailor the message to the local context but help the ERSC Team in the translation of the newsletters and other communication material. Feedback from the members about the activities of the ERSC is given to the ERSC Team via the National Relays during meeting and formal reports.

Apart from animating the local ERSC community, the National Relay make efforts to promote the European Road Safety Charter to potential new members in order to obtain an annual increase of 10%. Each National Relay can use their own approach to achieve

their objectives, and are supported by the ERSC Coordination Team. There are National Relays who are comfortable in the use of social media channels and witness this as the best possible communication tool for the ERSC. From April 2021 until September 2021, the Member States made 82 social media posts about the European Road Safety Charter. However, other partners experience a lack of responds via online communication tools and prefer direct mailing, phone calls and talks during events. In 2021, the National Relays attended or organised 23 events to introduce the ERSC. These differences between the Member States again demonstrates the need of local partners that are aware of these preferences.

In collaboration with the ERSC Coordination Team, each National Relay organises annually an ERSC workshop or event. This National Relay Event can have multiple purposes: it can create an additional opportunity to network for local members, it can distribute information about the European Road Safety Charter and it can attract potential new members. For these events, the National Relays receive support from the ERSC Team and the European Commission via the development of templates, timetables, guidelines, slide decks and communication tools. Apart from this guidance in the organisation of events, the National Relays gain national and international recognition for their role within the European Road Safety Charter. They become part of a small network of National Relays, receive direct support of the ERSC Team and European Commission and obtain access to research libraries and statistical information concerning road safety in Europe.

2.3 Sharing experiences

The European Road Safety Charter has a public website that collects all Activities, Good Practices and Events of the members, National Relays and ERSC Team. Members can thus not only share information, but also let themselves be inspired by the activities of other members from all across the European Union. Additionally other essential information about the Principles of the Charter, the Award Ceremonies, News Items and relevant Guidelines can be found here.

Figure 1: ERSC website (<https://road-safety-charter.ec.europa.eu/>)



The European Road Safety Charter encourages both members and National Relays to share knowledge and experience with each other in order to undertake actions that can help to succeed in the mission of zero deaths and serious injuries by 2050. To stimulate this, members can share their activities and Good Practices with the community via the ERSC website. A Good Practice is a set of actions that have been successful in addressing a road safety problem. This set of actions can take up different forms (e.g. a strategy, campaign, app, educational program) but it should have clear evaluation criteria and the success of the action should be based on evidence. In order to receive the label of Good Practice, submitters need to provide information about the target audience, the challenges that are addressed, the detailed activities that are undertaken, the evaluation process and how other entities could learn from this Good Practice. The ERSC Team analyses the information received about the Good Practice before publishing it online to guarantee that all actions are true.

By submitting a Good Practice, members gain recognition from the ERSC network for their actions towards road safety and increase their national and international visibility via the ERSC website, newsletters and social media channels. Other members can use these actions to get inspired and to better understand how they can overcome similar challenges in their own region.

All the Activities, Good Practices and Events of the members can be found on the ERSC website via “Road Safety in Action” and “The Charter Across Europe” and can be filtered on different criteria.

Figure 2: ERSC Events (https://road-safety-charter.ec.europa.eu/charter-across-europe/erscharter-events_en)



The Activities, Good Practices and Events are also communicated via the quarterly newsletter and the social media channels (Facebook & Twitter). Each year, the members can participate in the Excellence in Road Safety Awards to receive genuine recognition by the European Commission.

2.4 The Excellence in Road Safety Awards

The European Road Safety Charter recognizes the Best Practices of members and National Relays via the annual Excellence in Road Safety Awards. Winning initiatives showcase examples where local communities collaborate together to focus on road safety as an integral part of the future mobility system. Good practices that have the potential to become a best practice can be submitted by the members via the ERSC website and are evaluated by road safety experts within the ERSC Team and by the European Commission. Following criteria are taken in consideration during the evaluation:

- Impact (has the action had an impact at local, regional national and/or international level?)
- Measurability (how is the impact or potential success measured?)
- Transferability (Will the action allow the transfer, dissemination, or application of results, experience, knowledge and good practice on a different scale?)
- Innovative approach and creativity (to what extent does the action lead to new approaches and practices?)
- Visibility (how successfully has the action been promoted and disseminated?)
- Continuity (is there a plan to continue some activities in the coming years?)

To create a variety of different types of best practices, the Excellence in Road Safety Awards are organised with different categories each year. The categories for the Awards in 2021 were: (1) associations; (2) enterprises; (3) local/public authorities; and (4) school/universities. The winners of the four categories were (1) *Fundatia Siguranta Auto Copii* (Roumania); (2) *Interpolis* (the Netherlands); (3) Cork County Council (Ireland); and (4) Fundacion Educatrafic. The Awards were given to the winners during the Awards ceremony in Brussels on November the 18th, 2021. A short description of the Award Winners is given in Annex.

3 Integration of the European Road Safety Charter in national strategies

Since the launch of the European Road Safety Charter, several national authorities have included the ERSC in their road safety strategy. The Czech Road Traffic Safety Strategy 2021 – 2030 includes the same ambition as the European Commission: to reduce number deaths and seriously injured in the Czech roads by 50% by 2030 (BESIP, 2021). The Czech Republic already witnessed a decrease of 46% in the number of deaths and a decrease of 42% in the number of serious injuries from 2011 until 2020, but the Member State does not yet rank among the safer countries in the EU, or among the countries that have made the most progress in road safety. The European Road Safety Charter is mentioned as part of the development programme to promote safety improvement intentions, as well as a method for evaluation in the participation in European road safety organisations and the sharing of road safety expertise.

In December 2021, Ireland launched “Our Journey Towards Vision Zero: Ireland’s Government Road Safety Strategy 2021 – 2030”. This strategy shows the ambition to reduce the number of deaths on Ireland’s roads annually from 144 to 72 and to reduce

the number of serious injuries from 1.259 to 630 (RSA, 2021). Following this strategy, Ireland believes that there is a need for the inclusion of every road user and partner in road safety actions. Therefore, the European Road Safety Charter is seen as a way to achieve this and to engage with academic, business, civil society and the insurance industry to promote road safety across all sectors of the community.

In Belgium, federal and regional authorities, also support the objective of reaching zero deaths on the road by 2050 (or earlier). Inspired by the good practices in the European Road Safety Charter, the Federal Belgian Government has decided to provide support for local initiatives in the field of road safety (Belgian Federal Government, 2021).

4 Conclusion

The European Road Safety Charter demonstrates the need of involvement of all types of stakeholders in reaching the goal of Vision Zero: zero deaths and serious injuries by 2050. The great success of the ERSC and the growing number of members proves that entities are willing to collaborate and to share their knowledge and experience via Activities, Good Practices and Events in order to improve road safety. The integration of National Relays who support the ERSC on a national level is a promising new development in the project. These National Relays can use their local knowledge to increase the number of members in their Member State, to assist members in their submissions of Activities, Good Practices and Events, to tailor and translate the official ERSC communication and to deliver the ERSC Team feedback on the execution of the project. The European Road Safety Charter is also increasingly being implemented in local and national strategies, which reveals both the need and the accomplishments of the international network.

More information on the European Road Safety Charter can be found on the ERSC website. TB

References

- Belgian Federal Government (2021). Federaal plan voor verkeersveiligheid <https://gilkinet.belgium.be/sites/default/files/articles/Federaal%20plan%20verkeersveiligheid%20-%20Finaal2.pdf>
- BESIP (2021). Czech Road Traffic Safety Strategy 2021 - 2030. Ministry of Transport. https://www.ibesip.cz/getattachment/Pro-odborniky/Narodni-strategie-BESIP/Aktualni-strategie/Czech-Road-Traffic-Safety-Strategy-2021-30_11-11.pdf?lang=cs-CZ
- Decae, R. (2021). Annual statistical report on road safety in the EU 2020. European Road Safety Observatory. https://ec.europa.eu/transport/road_safety/system/files/2021-07/asr2020.pdf
- Decae, R., & Goldenbeld, C. (2021). Road safety targets: monitoring report. https://ec.europa.eu/transport/road_safety/system/files/2021-12/ERSO_ROAD_SAFETY_TARGETS_MONITORING_Nov2021_final.pdf
- European Commission. (2003). European Road Safety Action Programme. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52003DC0311&from=EN>
- European Commission. (2004). Commission launches the European Road Safety Charter [Press release]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_04_127
- European Commission. (2020). EU Road Safety Policy Framework 2021 - 2030: next steps towards 'Vision Zero'. <https://doi.org/10.2832/391271>
- RSA. (2021). Our Journey Towards Vision Zero: Ireland's Government Road Safety Strategy 2021 - 2030. https://www.rsa.ie/docs/default-source/default-document-library/government-road_safety_strategy_2021_2030_13th_dec21_final.pdf?sfvrsn=cf289e63_3

Annex. Winners of the Excellence in Road Safety Awards 2021

The following four members received an award for their best practice:

- Association: Fundatia Siguranta Auto Coppi
- Enterprise: Interpolis
- Local/public authority: Cork County Council
- School/university: Fundacion Educatraffic

The best practice of Fundatia Siguranta Auto Coppi had the mission to increase the low percentage of under 14-year-olds appropriately restrained in cars in Romania to 70% by 2025, and consequently to decrease the high fatality rates. In 2019, 76% of Romanian parents transport their children unrestrained. To succeed in this mission, the association developed free child car safety classes, car seat installation instructions and first aid training for parents, caregivers and children. To demonstrate the positive impact of restraining a child, a dummy was used to simulate frontal impact on a restrained versus an unrestrained child. Fundatia Siguranta Auto Coppi encouraged parents to replace old car seats by new, safer models by recycling donated seats into children's furniture. Since the start of the project in 2019 until September 2021, the association witnessed an growth of 6% in the use of car seats.

The winner of the category Enterprise was the Dutch insurance company Interpolis. Research indicated that 77,6% of youngsters between 14 and 18 years old uses their smartphone in traffic. However, it can be a challenge to address this target audience in an effective way. Interpolis decided to collaborate with the Dutch hiphop artist Snelle. The artist used his followers to acquire stories of youngsters about accidents caused by the use of a smartphone. The responses led to the creation of a song, a mini-documentary and an event with press and fans of Snelle. In addition to this, Interpolis developed an app called PhoNo that educates young people in the use of their smartphone on their bicycle and rewards them for every mobile-free kilometre by donating to a Dutch foundation that cleans plastic from the beaches and North Sea. This app was promoted in the mini-documentary and the press event. The measurements of the action demonstrates the reach it had. The music video of the song was 4 days trending #1 on Youtube and generated more than 4,7 million organic views. The song had 8.4 million streams and the app was downloaded over 28.000 times in 2020. 44% of the app users stated that they used their phone less due to the app and a research revealed that after the campaign half of the Dutch teenagers between 14 and 17 years old stated that they will not use their smartphone on their bike anymore.

Cork County Council from Ireland also had the ambition to target youngsters to improve road safety and to ultimately reach the mission of zero deaths and injuries by 2050. Via the use of Virtual Reality, the authority informed youngsters aged 15 years and over about the behaviour in a car that could create an accident, the consequences of an accident and the correct actions during an accident. At the end of the session, 88% of the participants claimed they would change their attitude and behaviour as a pedestrian, cyclist and future mobilist.

In Spain, more than 1,000 accidents involved skateboards in 2020, with 109 serious injuries and 6 deaths. The number of accidents with electric scooters increased by 31.6%. The majority of the persons involved in these type of accidents are from 16 to 35 year old. In order to reduce these statistics, Fundacion Educatraffic designed practical training in the safe use of electric scooters, skateboards and personal mobility vehicles. These day-long trainings were held in small groups of 10 to 15 students. The trainings existed out of a theoretical training session about safe driving, protection elements and rules and regulations with the support of audio-visual media. The practical training was organised to improve the skills of the students via driving and balance tests and to create awareness about the use of drugs and alcohol in traffic via virtual reality.

Kontrolne točke za nadzor vozila na autocesti u Republici Sloveniji

DARS

Mitja Stojnšek, dipl. ing. tehnologije prometa
Robert Kompan, uni. dipl. ing. tehnologije prometa
SUPPV, Odjel za promet
Vransko, Postojna; siječanj 2022.

Sadržaj

1	Elektronička naplata cestarine DarsGo	3
1.2.	Nadzor vozila	3
2	NADZORNE TOČKE	4
2.1	Oprema nadzornih točaka	4
2.2	Prateći objekti nadzornih točaka	5
3	POSTUPAK NADZORA.....	7
3.1	Kategorije za isključivanje vozila	7
3.2	Način isključivanja vozila	8
3.3	Opći uvjeti preusmjeravanja.....	9
4	ZAKLJUČAK	10
5	IZVORI	10

1 Elektronička naplata cestarine DarsGo

Društvo za autoceste u Republici Sloveniji u 2018. godini uvelo je sustav elektroničke naplate cestarine DarsGo, suvremeni elektronički sustav naplate cestarine u slobodnome prometnom toku te se primjenjuje za vozila čija je najveća dopuštena masa veća od 3,5 tone.

Cestarina se naplaćuje s pomoću posebnog uređaja DarsGo koji se mora ugraditi u vozilo. Cijela mreža autocesta i brzih cesta u ukupnoj duljini 623 km podijeljena je na 128 dionica. Na svakoj se dionici iznad autoceste nalazi portal za naplatu cestarine kroz koji vozilo prolazi. Portal tijekom prolaska detektira uređaj DarsGo u vozilu što je osnova za obračun cestarine za prijeđenu dionicu. Cestarina se tako naplaćuje potpuno automatski i na temelju prijeđene udaljenosti.

Cestarina se plaća za svaku dionicu koju vozilo prijeđe. Visina cestarine ovisi o duljini pojedine dionice i karakteristikama vozila, poput broja osovina i EURO emisijskog razreda. Smjernice za planiranje i uspostavu sustava DarsGo u Republici Sloveniji nalaze se u dokumentima nadležnih europskih i nacionalnih tijela, a glavne smjernice navedene su u Zakonu o naplati cestarine.

1.2. Nadzor vozila

Za potrebe provođenja nadzora nad vozačima (uključujući vozila i teret) koji koriste autoceste odnosno brze ceste, zbog sigurnosti prometa, ima smisla da se takav nadzor provodi na posebnim površinama, kao što su nadzorne točke – posebna mjesta uz AC, koja su namijenjena isključivo nadzoru, ili su na postojećim odmorištima uz AC uspostavljena posebna područja namijenjena nadzoru.

Nadzor nad vozačima, vozilima i teretom mogu provoditi različita tijela na temelju različitih propisa, pri čemu najviše ovlasti ima Policija, različite ovlasti Financijska uprava Republike Slovenije i druge inspekcijske službe. Najveći dio nadzora obavlja Nadzor cesta upravitelja cesta DARS.

Postavljanjem odgovarajuće promjenjive prometne signalizacije i odgovarajućom prometnom regulacijom odmorišta nadležna tijela imaju uvjete za sigurno isključenje vozila iz prometa na AC, a na lokaciji su uređeni uvjeti za siguran nadzor.

Uređenje nadzornih točaka posebno je važno za provedbu nadzora naplate nakon uspostave elektroničke naplate cestarine u slobodnom prometnom toku za teretna vozila jer se na nadzornim točkama također provodi nadzor nad tehničkom ispravnosti vozila, vaganje vozila, pridržavanje vremenskih ograničenja za vožnju teretnih vozila, zima oprema vozila te psihofizičko stanje vozača. Po potrebi se nadzor provodi radi kontrole vozača i vozila u izvanrednim situacijama, kao što su teška kaznena djela na pojedinom području.

2 NADZORNE TOČKE

2.1 Oprema nadzornih točaka

Za sigurno i učinkovito preusmjeravanje prometa na nadzorne točke koristi se promjenjiva prometna signalizacija koja uz vođenje iz pojedinog nadzornog centra omogućuje brzo i jednostavno uvođenje nadzora prometa nad različitim kategorijama vozila.

Na AC i BC u Republici Sloveniji trenutno imamo 6 lokacija s nadzornom točkom s obje strane:

- NT Log
- NT Torovo
- NT Dob
- NT Kompolje
- NT Pesnica
- NT Prepolje.

Sve nadzorne točke opremljene su promjenjivom prometno-informacijskom signalizacijom, uz koju možemo odgovarajućim sadržajem isključiti vozila za potrebe nadzora. Signalizacija se također koristi za upravljanje i vođenje prometa.



Slika 1. Nadzorne točke s obostranom opremom promjenjive prometne signalizacije



Slika 2. Promjenjiva prometna signalizacija

2.2 Prateći objekti nadzornih točaka

Za potrebe odgovarajućih uvjeta za rad nadzornih tijela, DARS je opremio nadzorne točke također s pratećim objektima. Nadzorne točke opremljene su nadstrešnicom za nadzor u lošem vremenu, jedinicama je također dostupan grijani i opremljeni zatvoreni prostor s uređenim napajanjem za elektroničke uređaje i potrebnom internetskom vezom. Pojedine nadzorne točke opremljene su sustavom za vaganja vozila koji provjerava adekvatnost osovinskog opterećenja vozila te ukupne težine vozila i tereta.



Slika 3. Objekti i oprema na nadzornoj točki

3 POSTUPAK NADZORA

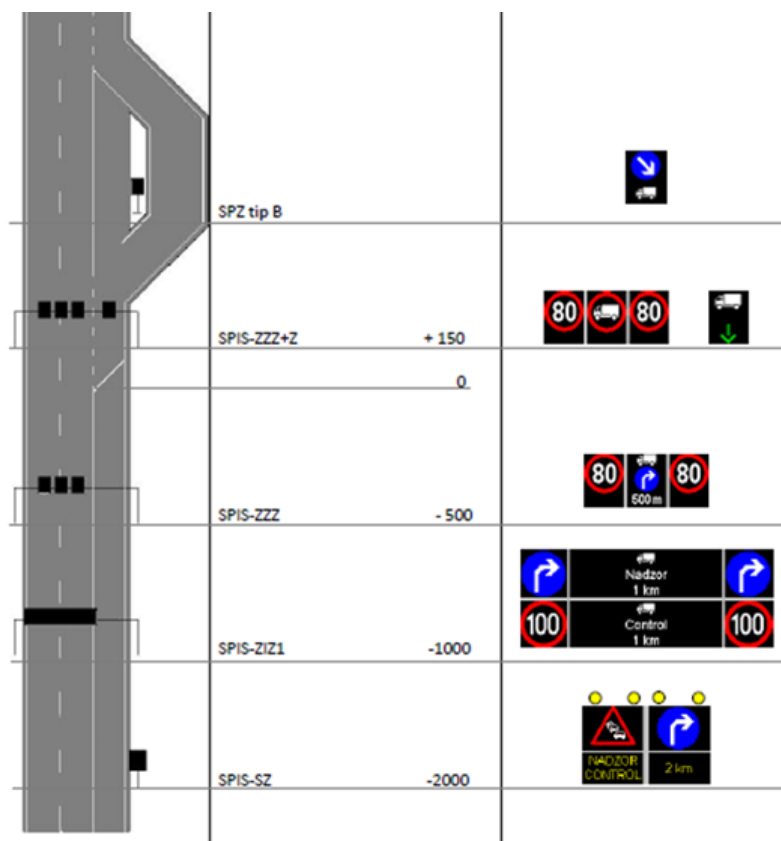
Komunikacija i odgovarajuća pravila kojih se moraju pridržavati svi sudionici vrlo su važni za uspješnu provedbu nadzora. U tu svrhu DARS je pripremio i uskladio tzv. „Protokol o suradnji i komunikaciji između nadzornih centara DARS i službi koje provode nadzor na nadzornim točkama AC/BC“. Protokol utvrđuje postupke od prethodne najave do završetka preusmjeravanja vozila.

3.1 Kategorije za isključivanje vozila

Radi lakše i nedvosmislene komunikacije, protokolom su detaljno određene kategorije preusmjeravanja i isključivanja na nadzorne točke. Na taj način svi uključeni točno znaju o kakvoj vrsti preusmjeravanja se radi. Pri tome koriste šifre programa.

PROGRAM	VRSTA	OPIS
N.0	Preusmjeravanje nadzor	Osnovno stanje
N.1	Preusmjeravanje nadzor	Sva vozila
N.2	Preusmjeravanje nadzor	Vozila do 3,5 t NDM (VINJETNA VOZILA)
N.3	Preusmjeravanje nadzor	Vozila iznad 3,5 t NDM (teretna + autobusi)
N.4	Preusmjeravanje nadzor	Teretna vozila iznad 3,5 t NDT
N.5	Preusmjeravanje nadzor	Teretna vozila iznad 7,5 t NDT
N.6	Preusmjeravanje nadzor	Teretna vozila
N.7	Preusmjeravanje nadzor	Autobusi
N.8	Preusmjeravanje nadzor	Vozila koja prevoze opasne tvari ili tvari opasne za okoliš i vozila koja sadrže eksplozivne ili lako zapaljive tvari
ISKLUČIVANJE U SLUČAJU LOŠIH VREMENSKIH UVJETA		
I.1	Isključivanje	Teretna vozila iznad 7,5 t NDM
I.2	Isključivanje	Prikolice i poluprikolice
I.3	Isključivanje	Sva teretna vozila

Slika 4. Programi preusmjeravanja i isključivanja na nadzornoj točki



Slika 5. Sustav postavljanja promjenjive prometne signalizacije na nadzornoj točki

3.2 Način isključivanja vozila

- Prethodna najava preusmjeravanja vozila

Nadzorne službe moraju prethodno e-poštom najaviti datum preusmjeravanja, navodeći koje će se vrste vozila preusmjeravati. Nadležni nadzorni centar dužan je povratnom e-poštom potvrditi preusmjeravanje. Prije potvrde preusmjeravanja provjerava ima li s obzirom na datum i lokaciju preusmjeravanja eventualnih prepreka. Ako prepreke nema, preusmjeravanje potvrđuje povratnom e-poštom. Među prepreke uvrštavaju se događaji koji bi imali utjecaj na sigurnost prometa ili protočnost. Nakon slanja elektroničke potvrde nadzornom tijelu preusmjeravanje se može provesti.

- Početak i provedba preusmjeravanja vozila

Nadzornik prometa priprema sve potrebno kako bi nadzorno tijelo moglo pravovremeno započeti s radom.

Nadzorno tijelo telefonom obavještava nadležni NC da se nalazi na lokaciji i najavljuje preusmjeravanje vozila koje je prethodno najavljeno.

Ako nadzornik prometa nema prepreke, postavlja potrebne sadržaje (pretpripremljeni program) na promjenjivu prometnu signalizaciju i o tome obavještava nadzorno tijelo. S time počinje preusmjeravanje.

Ako nadzornik prometa ima prepreku koja bi utjecala na sigurnost preusmjeravanja vozila, upozorava vođača nadzornog tijela na terenu i preusmjeravanje se obustavlja.

Prepreke koje sprječavaju provedbu preusmjeravanja su sljedeće:

- izrazito pojačan promet, što bi odmah dovelo do stvaranja dužih zastoja
- nesreća u blizini mjesta preusmjeravanja
- zastoji u neposrednoj blizini mjesta preusmjeravanja ili na istoj dionici u dužini većoj od 500 m
- radovi održavanja ili drugi radovi
- predmet ili prepreka u neposrednoj blizini mjesta preusmjeravanja
- nepotpun ili netočan rad SPS signalizacije
- događaji navedeni u planu za zaštitu i spašavanje na pojedinoj dionici (slov. ONZiR)
- ostalo po procjeni nadzornika prometa.

Ako se tijekom preusmjeravanja pojavi prepreka (npr. prometni zastoj duži od 500 m), preusmjeravanje nadzornika prometa privremeno se obustavlja do ispunjavanja svih uvjeta za nastavak preusmjeravanja. Nadzornik prometa dužan je odmah obavijestiti službe koje provode nadzor na terenu. Iznimka prilikom prekida preusmjeravanja je „intervencijsko preusmjeravanje vozila“ koje provodi Policija.

Ako tijekom provedbe nadzora postoji zahtjev nadzornog tijela za promjenu vrste preusmjeravanja vozila, o tome će obavijestiti nadležni NC. NC potvrđuje prihvaćanje i mijenja program sadržaja na signalizaciji, nakon čega o promjeni obavještava nadzorno tijelo.

- Završetak preusmjeravanja vozila

Nadzorno tijelo obavještava nadležni NC da je završilo s preusmjeravanjem. NC signalizaciju postavlja u osnovno stanje i time je preusmjeravanje završeno. Nadzorno tijelo zatvara ulaz na nadzornu točku (zatvaranje rampe ili druge mjere).

3.3 Opći uvjeti preusmjeravanja

- Komunikacija između NC i nadzornog tijela odvija se putem sustava i uređaja koji se snimaju i omogućuju ponovno preslušavanje snimki razgovora.
- Komunikacija o vrsti preusmjeravanja odvija se isključivo nazivima programa (scenarijima) koji su navedeni u posebnoj unaprijed usklađenoj tablici.
- Ako nadzor obavlja više službi, najavu uvijek vrši samo nositelj nadzora i u NC šalje kontakti broj telefona. Ako nositelj preusmjeravanja završi posao ispred ostalih sudionika, šalje telefonski broj zadnjega koji će naknadno objaviti završetak preusmjeravanja vozila.
- INTERVENTNO PREUSMJERAVANJE VOZILA odvija se bez prethodne najave u NC. U pravilu ga provodi Policija koja u zahtjevu za interventno preusmjeravanje navodi da se radi o interventnom preusmjeravanju bez prethodne najave. U tom slučaju Policija određuje preusmjeravanje određene vrste vozila, zbog toga je takvu odredbu nadzornik prometa dužan uvažavati bez obzira na protočnost prometa. U slučaju zastoja ili drugog izvanrednog događaja (prepreka) na ovoj dionici, nadzornik prometa odmah upozorava Policiju, ali konačnu odluku o ukidanju preusmjeravanja može odrediti samo Policija.

4 ZAKLJUČAK

Nadzorne točke koje je DARS preuredio iz nekadašnjih naplatnih postaja iznimno su važne za nadzor i upravljanje prometom na slovenskim AC i BC. Na nadzornim točkama provjeravaju se eventualna kršenja prometnih i drugih propisa. Na tim lokacijama koordinirano djeluju sve službe koje obavljaju nadzor u Republici Sloveniji. Za učinkovit nadzor i nedvosmislenu komunikaciju između sudionika potreban je i usklađen protokol putem kojega timovi na terenu komuniciraju s nadležnim kontrolnim centrima koji upravljaju promjenjivom signalizacijom.

Redovitim preusmjeravanjima i odgovarajućim nadzorom AC i BC u Republici Sloveniji zasigurno će biti sigurnije i protočne što je također jedna od temeljnih misija DARS-a.

5 IZVORI

- www.dars.si

NACIONALNA PRISTUPNA TOČKA I SREDIŠNJI CENTAR ZA NADZOR I UPRAVLJANJE PROMETOM NA DRŽAVNIM CESTAMA

Irena Čačić, prof.

Hrvatske ceste d.o.o., Vončinina 3, Zagreb; irena.cacic@hrvatske-ceste.hr

Zrinka Drozdek, dipl.ing.prom.

Hrvatske ceste d.o.o., Vončinina 3, Zagreb; zrinka.drozdek@hrvatske-ceste.hr

Slaviša Babić, dipl.ing.prom.

Hrvatske ceste d.o.o., Vončinina 3, Zagreb; slavisa.babic@hrvatske-ceste.hr

Tomislav Krešić, dipl.ing.prom.

Hrvatske ceste d.o.o., Vončinina 3, Zagreb; tomlav.kresic@hrvatske-ceste.hr

Sažetak:

Tijekom 2021. godine, Republika Hrvatska je okončala projekt Crocodile II Croatia u sklopu kojeg su modernizirani Regionalni centri za nadzor i upravljanje prometom u Dugopolju, Sv. Iliji i Dubrovniku te je uspostavljen Središnji centar za nadzor i upravljanje prometom kao i Nacionalna pristupna točka u Karlovcu čime je ispunila zakonodavne obveze iz područja Inteligentnih transportnih sustava (ITS), prije svega Direktivu 2010/40/EU, koja određuje okvir za usklađeno i dosljedno uvođenje i uporabu ITS-a na području cijele Europske unije.

U Središnjem centru za nadzor i upravljanje prometom prikupljaju se i obrađuju podaci, standardiziranim DATEX II protokolom, s prometno-informacijskog sustava (sustav prometne signalizacije, meteorološki sustav,..), sustava daljinskog upravljanja, sustava video nadzora i video detekcije, tunelskog sustava (sustav rasvjete, vatrodjave, kvalitete zraka...) kao i ostalih pojedinačnih sustava na državnim cestama.

Putem Nacionalne pristupne točke omogućena je digitalna razmjena prometnih podataka i informacija sa zemljama članicama EU, odnosno osigurana je informiranost vozača među članicama EU, a pružateljima usluga informiranja o stanju u prometu (navigacijski sustavi, radio sustavi, prometno-informacijski centri i sl.) jednoznačno, nedvosmisleno i prije svega pravodobno informiranje o stanju u prometu.

1. UVOD

Inteligentni transportni sustavi (ITS) nisu budućnost i ne smije ih se tako tretirati, oni već dugi niz godina značajno doprinose održivom, sigurnijem i učinkovitijem transportnom sustavu, na taj način potpuno izmijenivši pogled na sve oblike prometa, a posebice na cestovni promet. U to se i sami možemo uvjeriti koristeći najosnovnije, za mnoge već i neizostavne alate koji nam olakšavaju putovanja, kako međugradska tako i unutar većih gradova. To su prije svega najrazličitiji navigacijski sustavi koji su nam, doslovno, na dohvat ruke u našim mobilnim telefonima i automobilima.

Europska komisija je donijela ITS Direktivu (2010/40/EC) i niz delegiranih uredbi proizašlih iz direktive kako bi se ubrzala implementacija inovativnih prometnih tehnologija u cijeloj Europi. ITS Direktiva je olakšala mnogim državama, članicama Unije koje nisu imale zakonsku podlogu unutar nacionalnog zakonodavstva da, nakon usvojenih strategija za razvoj ITS-a, uz pomoć Europske unije, pokrenu projekte kojima će se ostvariti cilj naveden u Direktivi, ostvarenje veće razine povezanosti između država članica.

Instrumentom za povezivanje Europe (eng. CEF: Connecting Europe Facility) Europska unija je osigurala sredstva za povezivanje Europe u prometnom smislu te su Hrvatske ceste d.o.o. 2015. godine s ostalim dionicima iz devet zemalja članica, aplicirale u CEF Transport program projekt Crocodile II Croatia kroz koji su uspostavile Središnji centar za nadzor i upravljanje prometom na državnim cestama (SCNUP-DC) i Nacionalnu pristupnu točku (NPT). Također, kroz njega su modernizirani Regionalni centri za nadzor i upravljanje prometom u Dugopolju, Sv. Iliji i Dubrovniku.

Objedinjavanjem određenih ITS podataka iz regionalnih centara za upravljanje i nadzor prometa u Dugopolju, Sv. Iliji i Dubrovniku u Središnjem centru za nadzor i upravljanje prometom omogućena je kvalitetnija koordinacija njihovog rada te je na taj način olakšano prikupljanje i distribucija informacija za krajnje korisnike.

Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture imenovalo je Hrvatske ceste d.o.o. kao nositelja uspostave Nacionalne pristupne točke u Republici Hrvatskoj koja je sa svojim radom započela tijekom prve polovice 2021. godine, a dio prometnih i putnih podataka, sukladno ITS Direktivi i delegiranim uredbama, kroz web sučelje (www.promet-info.hr) je dostupan već od kraja 2020. godine.

Uspostavom NPT stvoreni su preduvjeti za ostvarenje nacionalnih strateških ciljeva iz Nacionalnog programa i to:

1. Sigurnost i zaštita cestovnog prometa,
2. Podizanje učinkovitosti cestovnog prometnog sustava,
3. Održiva mobilnost u gradovima,
4. Razvoj ITS industrije.

2. REGIONALNI CENTRI ZA NADZOR I UPRAVLJANJE PROMETOM NA (RCNUP)

Okončanjem projekta Crocodile II Croatia modernizirani su Regionalni centri za nadzor i upravljanje prometom u Dugopolju, Sv. Iliji i Dubrovniku u kojima se prikupljaju i obrađuju podaci s telematičkih podsustava, kao što su prometno-informacijski sustav, sustav daljinskog upravljanja, sustav video nadzora i video detekcije, tunelski sustavi (sustav rasvjete, vatrodojave, kvalitete zraka...). Riječ je o brzim cestama te cestama na kojima se nalaze cestovni objekti koji zahtijevaju kontinuiran nadzor i upravljanje iz ovih centara. Kao model komunikacijskog protokola za standardiziranu razmjenu prometnih informacija uveden je DATEX II. Svaki RCNUP upravlja svojim područjem obuhvata, odnosno zatvorenim sustavom upravljanja.

RCNUP DUGOPOLJE upravlja najvećim područjem obuhvata od 65 km i to dionicom državne ceste DC1 Solin – Klis s početkom na DC8 te preko cestovnog čvorišta "Bilice" i krajem u čvoru "Grlo", odnosno vezom na postojeću cestu DC1, tunelima Selca-Dubovica, Orgus I, Orgus II, Mihovilović I, Mihovilović II, Klis-Grlo, Klis-Kosa, Mačkovac I Mačkovac II, Mravince I, Mravince II, Klis I, Klis II, kao i dionicama kojima je prije ukidanja upravljao RCNUP ŠIBENIK na DC33, tunel Ploča, čvor Dubrava, tunel Dumbočica, čvor Vidici, raskrižje na DC8, dionica Plano – Strožanac te tunelom Selca – Dubovica na Hvaru.

Područje obuhvata RCNUP SVETI ILIJA sadržava sljedeće: tunel Sv. Ilija – Biokovo i pristupne ceste sjevernom i južnom portalu tunela te dionica državne ceste DC425 ČCP Karamatići – čvor Čeveljuša, s tunelima Zmijarevići, Petrovac i Međak.

U RCNUP DUBROVNIK obavlja se nadzor i upravljanje prometom na mostu „Dr. F. Tuđmana“ na DC8 te pristupnim cestama i obilaznim pravcem u slučaju zatvaranja mosta za promet.

Proširenjem i modernizacijom RCNUP-ova instaliran je novi upravljački program otvorenog tipa.

3. SREDIŠNJI CENTAR ZA NADZOR I UPRAVLJANJE PROMETOM NA DRŽAVNIM CESTAMA (SCNUP-DC)

Uspostavom Središnjeg centra za nadzor i upravljanje prometom u Karlovcu omogućena je integracija telematičkih sustava u vlasništvu Hrvatskih cesta d.o.o. kojima je značajno pokrivena mreža državnih cesta te je na taj način olakšano upravljanje prometom na ostatku mreže državnih cesta. Riječ je o sljedećim sustavima:

1. Sustav brojenja prometa (ABP),
2. Meteorološko-informacijski sustav (MIS),

3. Sustav za podršku upravljanju prometom u uvjetima olujnog vjetro (ANEMO-ALARM),
4. Sustav za praćenje zimskog održavanja i ophodarske službe na državnim cestama te radiokomunikaciju (AVL),
5. Sustav nadzora osovinskog opterećenja (WIM),
6. Sustav za obavješćivanje o stanju i prohodnosti cesta (OSP),
7. Semafori sustavu te
8. Sustav video-nadzora koji se nalazi u fazi izrade projektne dokumentacije.

Svi nabrojani sustavi te podaci iz upravljačkog sustava instaliranog u lokalnim RCNUP-ovima integrirani su kroz jedinstveno web sučelje u aplikaciju SCNUP (slika 1.) u kojoj dežurni operateri trenutno pristupaju svim sustavima. Omogućen im je sveobuhvatniji prikaz stanja prometa na mreži državnih i dijelu županijskih cesta, čime se je omogućena kvalitetnija harmonizacija prometnih tokova te nadzor nad upravljanjem incidentnim događajima.



Prikaz sučelja aplikacije u SCNUP-DC (slika 1).

Kroz integraciju telematičkih sustava Hrvatskih cesta d.o.o. omogućen je učinkovitiji nadzor i upravljanje prometom, s ciljem kontinuiranog poboljšanja sigurnosti prometa kao i osiguranja bolje komunikacije s korisnicima.

Isto tako, omogućena je koordinacija i razmjena prometnih informacija s Nacionalnom pristupnom točkom, sve u svrhu boljeg informiranja krajnjih korisnika putem odgovarajućih kanala (HAK, WEB portal, TV davateljci usluga itd.).

Na ovaj je način SCNUP-DC ostvario planirane funkcionalnosti:

1. prikupljanje podataka o stanju cesta i prometa pomoću ugrađenih sustava, uređaja i ostale opreme, na jednom mjestu,
2. obavješćivanje nadležnih subjekata i javnosti putem NPT i sukladno obvezama propisanim zakonskim i podzakonskim aktima,
3. koordinaciju, organizaciju i vođenje standardnih operativnih postupaka za izvanredne situacije u cestovnom prometu (Sustav upravljanja incidentima),
4. informiranje krajnjih korisnika (prometne i putne informacije) putem postojeće i planirane prometne opreme i signalizacije te putem NPT i sukladno odgovarajućim kanalima (HAK, WEB portal, TV davatelji usluga itd.),
5. uspostavu sustava za praćenje izvanrednog prijevoza u posebnim slučajevima (uključivo prijevoz opasnih tvari),
6. praćenje aktivnosti i koordinacija nadzora osovinskog opterećenja (daljinski, automatska detekcija i identifikacija prekršitelja),
7. izradu arhive izvještaja o stanju cesta i prometa (meteorološki, brojenja prometa i sl.),
8. ostale aktivnosti od interesa.

4. NACIONALNA PRISTUPNA TOČKA

Nacionalna pristupna točka zamišljena je kao internetski servis, odnosno digitalno sučelje na kojemu će biti dostupni svi točni i pravovremeni prometni podaci kako statični tako i dinamični propisani u ITS Direktivi i delegiranim uredbama. Važno je istaknuti obavezu da najveći dio podataka treba biti besplatan, a njihovi metapodaci dostupni registriranim korisnicima za ponovnu uporabu.

Kako bi se ispunila obaveza uspostave Nacionalne pristupne točke u Republici Hrvatskoj kako je to definirano u sklopu projekta Crocodile II Croatia, Hrvatske ceste d.o.o. su izgradile objekt smješten u Karlovcu. Osim Nacionalne pristupne točke, u istom objektu nalaze se Središnji centar za nadzor i upravljanje prometom na državnim cestama i Tehnička ispostava Karlovac. Odlučeno je da se objekt smjesti u Karlovcu zbog njegove odlične povezanosti s državnim cestama i autocestama, a sam objekt se nalazi u neposrednoj blizini raskrižja državnih cesta DC1 i DC3 i naplatne postaje Karlovac (A1).

Kako bi se pojednostavila i unificirala razmjena unutar Europske unije Europska komisija je kroz ITS Direktivu i delegirane uredbe propisala DATEX II kao europsku normu koja će se koristiti za razmjenu prometnih informacija. Riječ je o strojno čitljivom formatu kojeg je osmislila i razvila Europska radna skupina s ciljem da dobijemo mehanizam za usklađeno i neprekinuto pružanje usluga prometnih informacija u realnom vremenu. DATEX II model obuhvaća sljedeće podatke:

- a) razinu usluge na prometnicama kao poruka za određenu situaciju ili kao dugoročno stanje u prometu,
- b) vrijeme putovanja
- c) sve vrste incidenata i nesreća,
- d) radovi na prometnicama,
- e) izvještaj o stanju prometnica,
- f) zatvorenost, blokade i začepljenja na prometnicama,
- g) vremenske prilike na prometnicama,
- h) sve vrste mjerenja na prometnicama (brzina, protočnost, itd.),
- i) javni događaji koji imaju utjecaj na promet.

Prilikom odabira modela Nacionalne pristupne točke, proučeno je trenutno stanje s Nacionalnim pristupnim točkama u Europskoj uniji i ustanovljene su tri mogućnosti izbora, odnosno razine. Izabrana je Nacionalna pristupna točka razine 3, odnosno web sučelje s poveznicama na pružatelje podataka, metapodaci i baza podataka.

4.1. INFORMIRANJE KRAJNJIH KORISNIKA

Smisao Nacionalne pristupne točke, nije samo u prikupljanju statičnih i dinamičnih podataka od dionika prioriternih područja kako je to definirano delegiranim uredbama 885/2013, 886/2013 i 2015/962, odnosno od javnih ili privatnih upravitelja parkirališta, operatora cestovnog prometa, pružatelja usluga koji dobivaju, prikupljaju i obrađuju prometne podatke vezane uz cestovnu sigurnost, uz sigurna i zaštićena javna i privatna parkirališta, uz stanje na cestama i najrazličitije prometne podatke, njezina je suštinska smisao prikupljene podatke strukturirati u preporučene formate (DATEX II, XML, RDS-TMS...) i učiniti ih dostupnih za daljnju upotrebu korisnicima i krajnjim korisnicima.

Korisnicima i krajnjim korisnicima, vozačima, raznim tvrtkama koje bave proizvodnjom navigacijskih uređaja i sustava i slično, iznimno je važno dobiti stvarno-vremenske informacije prije i tijekom samog putovanja. ITS direktiva propisuje obavezu da većina informacija koje su objavljene na NPT moraju biti besplatne te da se osigura dostupnost što većem broju krajnjih korisnika. Pojedine naknade za pristup, razmjenu i ponovno korištenje javnih ili privatnih podataka, ukoliko ih ima, moraju ostati unutar granica razumnoga.

Na web sučelju Nacionalne pristupne točke omogućen je pristup svim fizičkim i pravnim osobama koje žele koristiti podatke, a jedini preduvjet za korištenje je njihova registracija (slika 2.). Po registraciji, korisnici se prijavljuju za dozvole za određene skupove podataka i kad im se odobre, mogu ga koristiti putem web protokola.

Sučelje za registraciju korisnika na NPT (slika 2.)

4.2. MULTIMODALNE PROMETNE INFORMACIJE

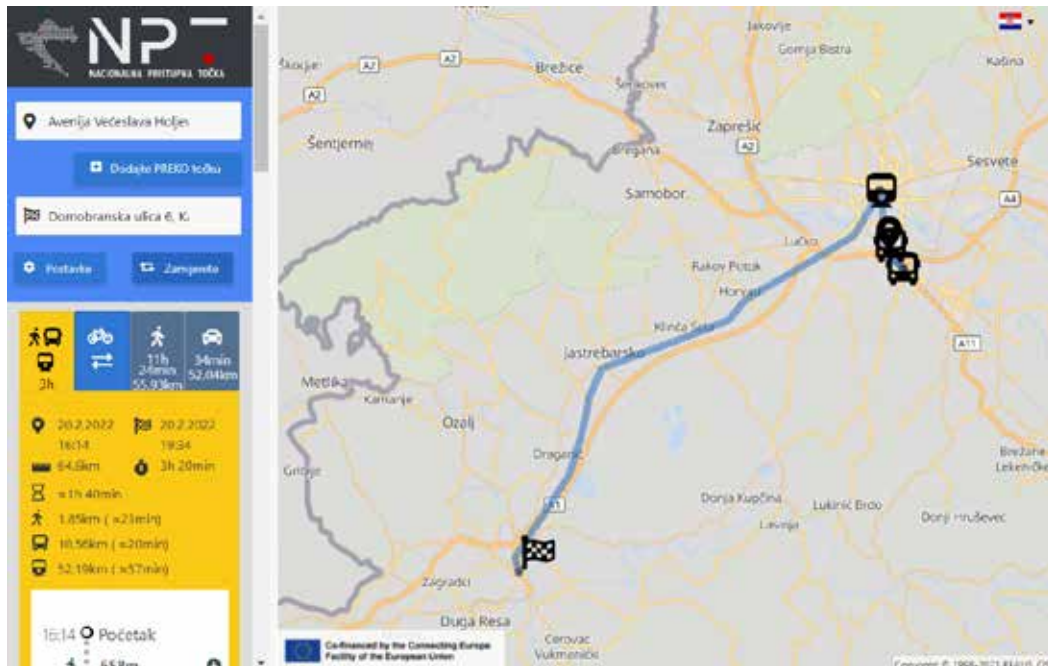
Multimodalne prometne informacije omogućuju putnicima planiranje putovanja od točke A do točke B koristeći najrazličitije vrste prijevoza: bicikl, autobus, tramvaj, avion, automobil, brod, kao i hodanje. Kad planiraju svoje putovanje putnike zanima personalizirani rezultat prema specifičnim kriterijima ili potrebama putovanja kao što su najbrža ili najjeftinija ruta, najmanji broj veza, najprihvatljivija ruta za osobe sa smanjenom pokretljivošću i slično.

U svibnju 2020. godine donesen je Zakon o pružanju informacija o multimodalnim putovanjima kojim se osigurava provedba Delegirane uredbe 2017/1926 koja regulira okvir i posebne specifikacije za pružanje informacija o multimodalnim putovanjima. U članku 5. tog Zakona, Ministarstvo mora, prometa i infrastruktura imenovalo je Hrvatske ceste d.o.o. kao nositelja stručno-tehničkih poslova informatičkog sustava NPT, pa tako i multimodalnih prometnih informacija.

Tijela nadležna za promet, prijevoznici, upravitelji infrastrukture i pružatelji prijevoza na zahtjev dužni su dostaviti svoje statične i dinamične podatke u Nacionalnu pristupnu točku. Za razmjenu statičnih podataka koriste se formati definirani u delegiranoj uredbi o multimodalnim prometnim informacijama, DATEX II za cestovni prijevoz te NeTeX ili bilo koji drugi strojno čitljivi standard potpuno kompatibilan i interoperabilan s tim normama i tehničkim specifikacijama dok se za dinamične podatke o putovanjima i prometu koristi dodatno SIRI te također neki drugi strojno čitljivi standard kao što su primjerice XML, GTFS i JSON.

Kod obje vrste podataka, statičnih i dinamičnih postoje tri razine usluge koje su definirane ovom uredbom, a kroz pilot projekt aplikacije za multimodalna putovanja koji

su provele Hrvatske ceste d.o.o., integrirani su u Lokalni planer putovanja (LJP – eng. Local Journey Planner.) na Nacionalnu pristupnu točku (slika 3.).



Sučelje Lokalnog planera putovanja (slika 3).

Tijekom ove godine očekuje se značajno proširenje postojećih multimodalnih prometnih podataka koje će osigurati korisnicima preuzimanje strojno čitljivih podataka, a krajnjim korisnicima olakšati planiranje svojih putovanja.

5. ZAKLJUČAK

Europska komisija je kroz svoju zakonsku regulativu, ITS direktivu i delegirane uredbe proizašle iz nje, ubrzala implementaciju inovativnih prometnih tehnologija diljem Europe. Zahvaljujući sredstvima dobivenim od Europske unije, Republika Hrvatska je kroz projekt Crocodile II Croatia uspostavila Središnji centar za nadzor i upravljanje prometom na državnim cestama i Nacionalnu pristupnu točku i tako uistinu unaprijedila cestovni prometni sustav u Republici Hrvatskoj i omogućila njezino bolje informacijsko povezivanje sa susjednim državama i šire.

Potreba za uspostavom ovakvog integriranog sustava nadzora i upravljanja prometom posljedica je kako potreba za učinkovitijim rješenjima koordinacije postojećih parcijalnih sustava, njegovim kvalitetnijim povezivanjem s drugim sustavima unutar hrvatskog cestovnog sustava (npr. održavanje, strateški razvoj i sl.), odnosno potreba za kvalitetnijom razmjenom informacija o stanju prometnica i prometa na njima s vanjskim entitetima (tijela državnih vlasti, operaterima autocesta, krajnjim korisnicima-vozači i sl.).

Trenutno je uspostavljeno više od 30 Nacionalnih pristupnih točaka u gotovo svim članicama Europske unije na kojima su objavljeni podaci vezani uz mobilnost, no

postalo je očito da su NPT prilično različite po svojim postavkama i sučeljima te formatima podataka i standarda koji su na njima objavljeni. U tom smislu ove je godine pokrenut projekt NAPCORE, sufinanciran iz programa Europske komisije u sklopu Instrumenta za povezivanje Europe, čiji je cilj harmonizacija i usklađivanje standarda vezanih uz mobilnost, povećanje pristupa i proširivanje dostupnosti podataka koji se odnose na mobilnost kroz koordinirani pristup podacima i bolju usklađenost Europskih NAP-a. Također, njegova je zadaća jačanje položaja Nacionalnih pristupnih točaka i Nacionalnih tijela kroz definiranje i provedbu zajedničkih postupaka i strategija, u svrhu stvaranja europskih rješenja kojima bi se olakšalo korištenje podataka na razini EU.

U tom projektu sudjeluje Republika Hrvatska na čelu s Ministarstvom mora, prometa i infrastrukture te Hrvatskim cestama d.o.o. u svojstvu upravitelja Nacionalne pristupne točke za Republiku Hrvatsku.

LITERATURA

- [1] Interna dokumentacija Hrvatskih cesta d.o.o.
- [2] Direktiva 2010/40/EC o okviru za uvođenje inteligentnih prometnih sustava u cestovnom prometu i za veze s ostalim vrstama prijevoza
- [3] Delegirana uredba Komisije (EU) 886/2013 o dopuni Direktive 2010/40/EU Europskog parlamenta i Vijeća s obzirom na podatke i postupke za pružanje korisnicima, gdje je to moguće, besplatnih osnovnih općih prometnih informacija u vezi s cestovnom sigurnosti
- [4] Delegirana uredba Komisije (EU) 2015/962 o dopuni Direktive 2010/40/EU Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu pružanja usluga prometnih informacija u cijeloj Europskoj uniji u realnom vremenu
- [5] Delegirana uredba Komisije (EU) 2017/1926 o dopuni Direktive 2010/40/EU Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu pružanja informacija o multimodalnim putovanjima na razini EU-a
- [6] Zakon o pružanju informacija o multimodalnim putovanjima (NN 62/2020)

Uticaj usvajanja i provođenja Plana održive urbane mobilnosti (SUMP) na razvoj urbanih sredina_Case Study_ područje Sarajeva

Impact of adoption and implementation of Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP) on the development development urban area_Case Study Sarajevo area

Arnela Mujić

Magistar saobraćaja i komunikacija

arnela_mujić@hotmail.com

Edin Gadžo

Magistar saobraćaja i komunikacija

edingadzo@outlook.com

Osman Lindov, dipl.inž.saobr.

redovni profesor

olindov@gmail.com

Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu

SAŽETAK

Današnji prometni sistemi generišu različite probleme, te je zbog toga potrebno uvesti koncept smanjenja negativnih efekte koji se ogledaju u gubitku vremena, života, zagađenju okoliša, zauzimanju prostora, buke i drugih. Plan održive urbane mobilnosti (SUMP) teži ka zadovoljenju i sadašnjih i budućih potreba za mobilnošću stanovništva. Krajem 2020. godine prvi put u Bosni i Hercegovini je usvojen cjelovit Plan održive urbane mobilnosti SUMP za područje Sarajeva koji treba da doprinese povećanju atraktivnosti i kvalitete urbanog okruženja i dizajna za dobrobit građana, ekonomije, sigurnosti te društva u cjelini. U radu će biti predstavljeni rezultati za druge evropske gradove u kojima je implementacija SUMP-a donijela značajne prednosti, te mogućnosti za provođenje u drugim gradovima u Bosni i Hercegovini.

ABSTRACT

Current traffic systems create different problems meaning that it is necessary to develop the concept that will decrease the number of negative effects on time management, life in general, pollution, space usage, noise, etc. The Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP) its aim is to fulfill present and future needs of society's movement. At the end of 2020, for the first time in Bosnia and Herzegovina, SUMP for Canton Sarajevo was adopted. The plan should contribute to the quality of attractive urban surroundings, the wellbeing of citizens, the economy, and society as a whole. The paper will also present the results of European cities where the implementation of SUMP has brought many advantages and the possibility of implementing it in other towns in Bosnia and Herzegovina as well.

Prof.dr.sc. Hrvoje Baričević

E-mail: hrvoje@pfri.hr

Doc.dr.sc. Mile Perić

E—mail: mile.peric@ak-rijeka.hr

Zdravko Lisac, dipl.ing.stroj.

E-mail: zdravko.lisac@pgz.hr

Prilog evaluaciji Cost benefit analize u vrednovanju cestovne prometne infrastrukture

Sažetak:

U kontekstu izgradnje objekata cestovne infrastrukture, nesumnjivo je da izgradnja novih prometnica rezultira povećanjem kvalitete prometne usluge. Nova prometnica potiče razvoj mjestima kroz koja prolazi, a posredne koristi realiziraju se kroz nove investicije. Cost Benefit analiza (CBA) kao metoda uključuje razmatranje financijskih povrata projekta, a većina podataka o troškovima i koristima projekta dobiva se relativno detaljnom financijskom analizom. Svaka neovisna varijabla na koju se reflektira promjena rezultira s nekim zadanim udjelom u analizi projekta, te je kritična varijabla i treba ju ocijeniti što je pouzdanije moguće. U radu je apostrofirana realizacija povijesnog kapitalnog projekta u RH - izgradnja Pelješkog mosta. U razmatranom slučaju nisu kvantificirane nemjerljive koristi, iako je neovisno od CBA, njegova opravdanost neupitna.

Ključne riječi: Cost benefit analiza, investicijska ulaganja, Pelješki most, finacijska evaluacija.

Contribution to the evaluation of Cost benefit analysis in the evaluation of road transport infrastructure

Summary

In the context of the construction of road infrastructure facilities, there is no doubt that the construction of new roads results in an increase in the quality of transport services. The new road encourages the development of the places through which it passes, and the indirect benefits are realized through new investments. Cost Benefit Analysis (CBA) as a method involves considering the financial returns of the project, and most data on the costs and benefits of the project are obtained by relatively detailed financial analysis. Each independent variable that reflects the change results in a given share in the project analysis, and is a critical variable and should be evaluated as reliably as possible. The paper emphasizes the realization of the historical capital project in the Republic of Croatia - the construction of the Pelješac Bridge. In the present case, the immeasurable benefits have not been quantified, although independent of the CBA, its justification is unquestionable.

Keywords: Cost benefit analysis, investments, Pelješac Bridge, financial evaluation.

1. Uvod

Cost-benefit analiza omogućava procjenu relativne isplativosti ulaganja u predviđeni projekt. Postupcima analize izračunavaju se troškovi, koristi i rizici predloženih rješenja, s ciljem određivanja najdjelotvornijeg načina za postizanje ciljeva. Analiza predstavlja formalnu tehniku traženja najpovoljnijeg odnosa između koristi koju projekt donosi i troškova potrebnih za njihovo ostvarivanje pri čemu se

najviše koristi za javne i infrastrukturne objekte. Država mora biti spremno prihvatiti određene troškove (štete) u okolišu i na račun okoliša za koristi iskazane kroz rast i razvoj gospodarstva, zaposlenosti, rješavanja životno važnih probleme društva odnosno rasta životnog standarda, doprinos prihodu državnog proračuna Republike Hrvatske koje će osigurati svaki pojedinačni zahvat. Procjenom utjecaja i odabirom najprihvatljivije varijante zahvata nastoje se ti utjecaji svesti na prihvatljivu mjeru. U radu se analizira dosadašnji prometni razvoj i trenutačno stanje prometa u Republici Hrvatskoj s naglaskom na veliki infrastrukturni projekt izgradnje Pelješkog mosta, zajedno s ostalom cestovnom infrastrukturom. On je pozicioniran kao jedan od prioritetnih razvojnih projekata Dubrovačko-neretvanske županije i projekt od velike strateške važnosti povezivanja Hrvatske s Europskom unijom. Naime, kvalitetna i dobro planirana infrastrukturna ulaganja uravnotežuju gospodarski razvoj, konkretno utječu na razvoj transporta koji direktno utječe na razvoj gospodarstva kroz razmjenu dobara i podrška turističkoj industriji. Isto tako utječu na smanjenje cijene prijevoza i porast produktivnosti što u konačnici ima utjecaj na porast životnog standarda cjelokupnog društva.

2. Metodologija Cost-benefit analize

Dugoročna kvalitetna i uravnotežena prometna politika, usmjerena na financiranje izgradnje i održavanja prometne infrastrukture, postojanje smjernica za njezinu provedbu i shvaćanje vrijednosti potencijala kojeg imamo, jedan su od temelja budućeg razvoja cjelokupnog gospodarskog sustava Republike Hrvatske i Europske unije. Infrastrukturna ulaganja koja su loše planirana ili uopće nisu planirana stvaraju razvijene i nerazvijene regije koje se osim prometne izoliranosti bore s gospodarskim i demografskim problemima, koji su usko povezani s infrastrukturnom problematikom. Jedan od ključnih alata za determinističko i znanstveno utemeljeno vrednovanje svih relevantnih parametara u složenoj problematici je cost-benefit analiza (CBA) ili analiza na načelu troškova i koristi. Ona se pojavila sredinom tridesetih tih godina prošlog stoljeća u Sjedinjenim američkim državama i Zapadnoj Europi. Analiza na načelu koristi i troškova postupak je uz čiju pomoć se donose sudovi o društvenoj koristi i šteti koje će se dogoditi prilikom realizacije određenog projekta. Cost-benefit analiza omogućuje procjenu relativne isplativosti ulaganja u predviđeni projekt. Postupcima

analize izračunavaju se troškovi, koristi i rizici predloženih rješenja, s ciljem određivanja najdjelotvornijeg načina za postizanje ciljeva. Analiza predstavlja formalnu tehniku traženja najpovoljnijeg odnosa između koristi koju projekt donosi i troškova potrebnih za njihovo ostvarivanje. Najviše se koristi za javne i infrastrukturne objekte te nešto manje u ostalim projektima gdje mogu postojati društvene koristi i štete. Bit ove metode nalazi se u tzv. Paretovom napretku. Vilfred Paret bio je talijanski ekonomist koji je pretpostavljao kako da u današnjem suvremenom društvu nije moguće realizirati bilo kakav projekt koji ne nanosi štetu. Ekonomisti su za vladine projekte prema tom načelu uveli pojam potencijalnog Paretovog napretka prema kojem se isplati ulagati u svaki projekt gdje su koristi uživatelja veće od troškova onih kojima su generirani troškovi prouzrokovani. Za projekte koji ostvaruju koristi i nadoknađuju troškove koje uzrokuju može se reći da su ostvarili potpuni Pareto napredak. Takvi se troškovi i koristi mogu opisati kao ona vrsta koristi i troškova koji terete širu ili užu društvenu zajednicu, pa i buduće generacije, što se može smatrati prvom definicijom tzv. "održivog razvitka". U tom kontekstu analiza koristi i troškova važan je dio procesa procjene utjecaja na okoliš i to na razini pojedinačnih projekata i neophodna podrška odlučivanju u postupku procjene utjecaja zahvata na okoliš. Analiza se može primjenjivati kroz više faza. Potrebno je odrediti vrijednost projekata koji uključuju društvenu potrošnju. Neophodno je ocijeniti prednosti i nedostatke za društvo u cjelini. CBA analiza je sredstvo za raščlambu odnosa troškova i koristi određenog projekta, kao i za usporedbu sličnih projekata na temelju tih odnosa, koje određuju strukturu ulaganja. Ekonomisti se uobičajeno zalažu za korištenje neto sadašnje vrijednosti (NSV) u odabiru projekata ulaganja. Pojedinačni projekt bi trebao biti prihvaćen ili odbačen, ovisno o tome je li neto sadašnja vrijednost pozitivna ili negativna. U uvjetima ograničenih financijskih sredstava između pojedinačno prihvatljivih projekata bira se projekt koji pokazuje najveću neto sadašnju vrijednost. Cilj analize troškovi-koristi je izračunati neto sadašnju vrijednost (NSV) tijeka koristi i troškova projekta. Neto sadašnja vrijednost se izračunava kao:

$$NSV = \sum_{t=0}^n [(B_t - C_t) / (1 + r)^t]$$

gdje je:

B_t - očekivana korist projekta (koja se procjenjuje koristeći optimalnu cijenu) u vremenskoj jedinici t ,

C_t - očekivani troškovi (koji se procjenjuju primjenom optimalne cijene), i - r - diskontna stopa.

U financijskom smislu, neto sadašnja vrijednost projekta je definirana kao vrijednost dobivena diskontiranjem, posebno za svaku godinu, budućih koristi i sadašnjih troškova koji nastaju za vrijeme trajanja projekta, primjenom fiksne unaprijed određene diskontne stope. Korištene diskontne stope bi trebale biti jednake ili prosječnoj kamatnoj stopi na dugoročne zajmove na tržištu kapitala ili stvarnoj kamatnoj stopi koju plaća investitor kao zajmoprimac. Ako održivo tržište rada ne postoji (što je često slučaj u tranzicijskim ekonomijama), diskontna stopa bi trebala odražavati cijenu kapitala, dakle mogući povrat jednake veličine kapitala investiranog na nekom drugom mjestu. To bi, u stvari, trebala biti minimalna stopa dobiti ispod koje poduzetnik smatra da mu se ne isplati investirati. Razdoblje diskontiranja bi trebalo obuhvatiti sve veličine troškova i koristi u vijeku korištenja projekta. Projekt s pozitivnom ili nultom neto sadašnjom vrijednošću može se smatrati prihvatljivim. Ako je neto sadašnja vrijednost negativna, rentabilnost je ispod diskontne stope i projekt treba biti odbačen. Cost- Benefit analiza sastoji se od osam dijelova, koji se ne moraju nužno provoditi jedan za drugim:

a) Određivanje projekta

Projekt mora biti jasno određena jedinica analize te ne smije za analizu troškova i koristi biti dio većeg projekta da bi bio definiran. Ulazi i izlazi projekta trebaju biti određeni, kvantificirani i vrednovani.

b) Utvrđivanje ciljeva

U analizi ciljeva treba navesti glavne socio-ekonomske ciljeve na koje će projekt utjecati. Ciljevi projekta trebali bi uključiti socio-ekonomske varijable, a ne samo fizičke pokazatelje. Česta greška u vezi s utvrđivanjem ciljeva uključuje neoperacionalizirane ciljeve poput "projekt će promicati gospodarski razvoj ili socijalnu skrb" jer svaki investicijski projekt na neki način utječe na socijalnu skrb. Nije lako utvrditi i predvidjeti

sve učinke određenog projekta. Stoga se preporučuje usredotočiti se na ključne podatke, koji uključuju: financijsku i ekonomsku stopu rentabilnosti projekta i neke jednostavne pokazatelje učinaka koje stvaraju okoliš i zaposlenost ili dodatni kriteriji.

c) Analiza isplativosti i opcija

Investitor projekta treba dokazati da je izabran projekt najbolja opcija između ostalih ponuđenih projekata, što treba popratiti i detaljna dokumentacija. Uobičajeno je da izvještaj o isplativosti sadrži informacije o ekonomskom i institucionalnom okruženju, predviđenoj potražnji, dostupnoj tehnologiji, planu proizvodnje (uključujući korištenje neke infrastrukture), kadrovske potrebe, raspon projekta, lokaciju, fizičke ulaze, vrijeme i provedbu, faze projekta (širenje), financijsko planiranje i aspekte okoliša.

d) Financijska analiza

Dok Cost Benefit analiza (CBA) prelazi razmatranje financijskih povrata projekta, većina podataka o troškovima i koristima projekta dobiva se relativno detaljnom financijskom analizom. Analiza financijskog planiranja trebala bi pokazati da za projekt nema rizika, odnosno da postoje alternativni izvori financiranja.

e) Socio-ekonomski troškovi i koristi

Prethodno navedeni parametri samo su pripremni koraci za ocjenu socijalnih koristi i troškova. Pri računanju koristi od javnih projekata, prava procjena koju treba primijeniti je cijena koju su korisnici spremni platiti za realizirani projekt. Socijalna skrb je višedimenzionalni koncept sa sastavnicama koje su povezane s prihodima (tj. potrošnja, ulaganje i zapošljavanje) i drugim dijelovima, koji su nešto slabije povezane s njima (tj. dugoročno ulaganje u turizam, gospodarstvo, zdravlje, obrazovanje).

f) Diskontiranje

Sve buduće socijalne troškove i koristi koji nastaju u raznim godinama treba diskontirati prema početnoj godini pomoću jedinstvene socijalne diskontne stope. Mnoge zemlje imaju vlastitu socijalnu diskontnu stopu koju su utvrdile za projekte javnog sektora. Obično se socijalne diskontne stope kreću između 3% i 10%.

Razmatranje socijalne diskontne stope nužno je radi izračuna neto sadašnje vrijednosti projekta. Izbor diskontne stope važan je zbog toga što ima snažan (iako prikriven) utjecaj na smjer potencijalnog projekta.

g) Ekonomska stopa rentabilnosti

Nakon prikupljanja navedenih podataka i ispravaka zbog promjena u cijenama i vanjskim utjecajima, potrebno je izračunati ekonomsku internu stopu rentabilnosti (EIRR) ili ekonomsku neto sadašnju vrijednost (ENPV). Važno je to zbog toga što se EIRR i ENPV izračunavaju kako bi se dobilo pravo za odlučivanje koje nam govori da li je neka investicija isplativa.

h) Analiza osjetljivosti i rizika

Kod analize koristi i troškova na rezultat obično utječe nekoliko čimbenika nesigurnosti. Važno je znati koliko je rezultat "osjetljiv" na promjene u takvim osjetljivim situacijama. Provođenje analize osjetljivosti ključno je jer pomaže onima koji izrađuju projekt i donose odluke. Oni trebaju odrediti da li je projekt vrijedan da se na njega potroši novac kako bi se dobili precizniji podaci i može li se nešto više učiniti kako bi se smanjila ili ograničila nesigurnost.

3. Gospodarska valorizacija Pelješkog mosta

3.1. Analiza geoprometnog položaja

Važno je naglasiti da za Republiku Hrvatsku relacije koje su od posebnog značaja, kao što su relacija Zagreb - Rijeka i relacija Zagreb - Split, trenutačno nisu ekonomski isplative jer nisu u međunarodnom tranzitu. Jadransko-jonska autocesta dugoročno će uključiti Hrvatsku u međunarodni tranzit što će utjecati na povećanje ukupnog prometa jer bi se preuzeo dio prometa između zemalja Europske unije i Bliskog istoka. Veći dijelovi Jadransko-jonske autoceste su izgrađeni u Republici Hrvatskoj, dok će se u Bosni i Hercegovini dijelovi graditi kao spoj s koridorom 5C, koji povezuje luku Ploče s Budimpeštom preko Sarajeva i Osijeka. Cjelokupni projekt izgradnje Jadransko-jonske autoceste realno bi moga biti završen do kraja 2050. godine. Povezivanjem nacionalne prometne infrastrukture s međunarodnim prometnim koridorom Vc i općenito s transeuropskim koridorima jedan je od načina kako ravnomjerno prometno i gospodarski konkurirati svim zemljama koje su članice Europske unije. Republika Hrvatska ima najdužu kopnenu granicu sa Bosnom i Hercegovinom. Taj kontinuitet graničnog prelaza prekinut je uskim koridorom kojim Bosna i Hercegovina izlazi na more. Ideja premošćivanja tog koridora javlja se prvi put

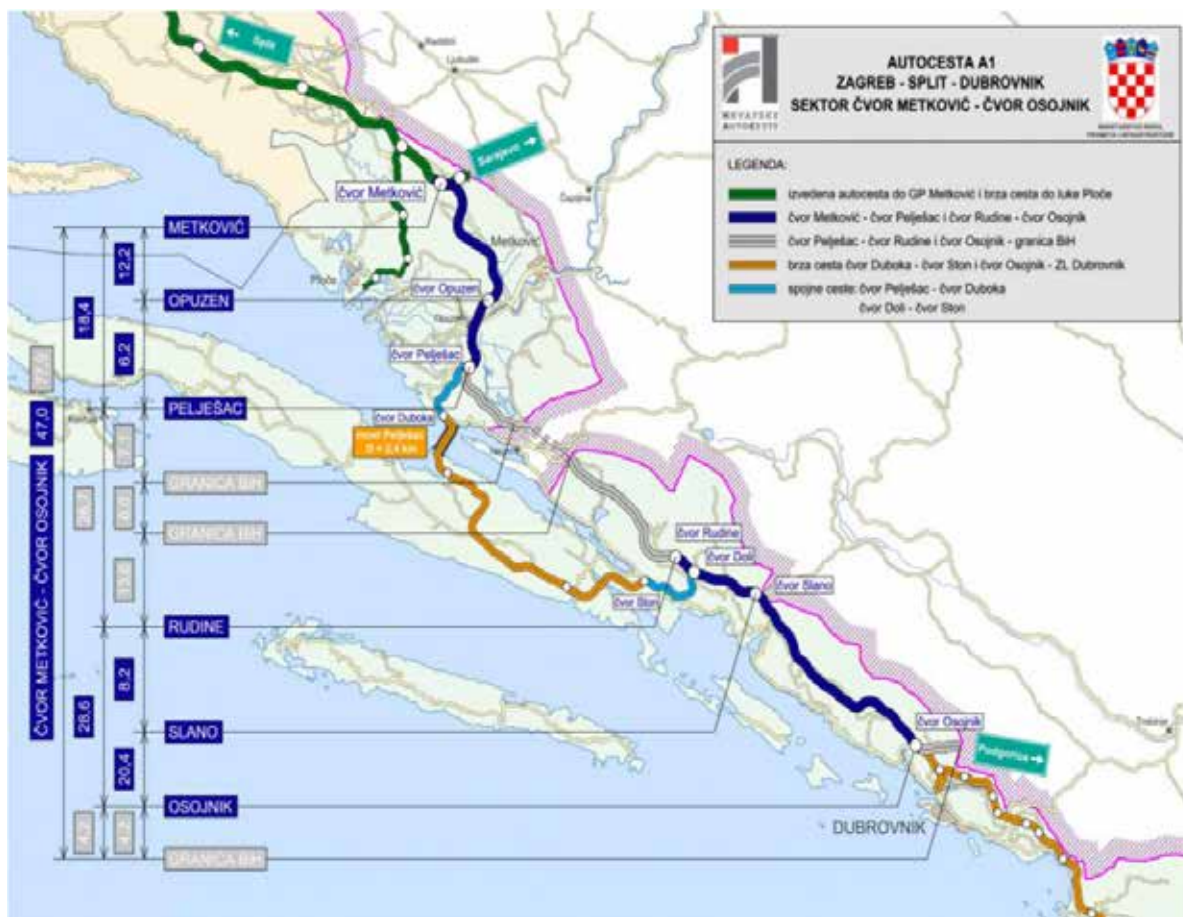
1997. kada dubrovačko-neretvanski župan predlaže gradnju mosta koji će premostiti Malostonski zaljev između Komarne na kopnu i Brijeste na poluotoku Pelješcu. Most je 2000. dodan u prostorni plan županije, a onda su 2005. i 2007. svečano otvarani radovi na izgradnji kojom je do 2010. bilo realizirano tri posto prvotnog projekta, uz utrošenih 246 milijuna kuna i tek 71 milijun kuna ostvaren gradnjom. Kada je Hrvatska 2013. pristupila Europskoj uniji, time si otvara mogućnost da ona sufinancira izgradnju; godine 2015. iz fondova unije Hrvatskoj je odobreno 330 milijuna eura za financiranje 85 % troškova gradnje. Natječaj raspisan 2017. godine u travnju 2018. dobiva kineska tvrtka China Road and Bridge Corporation s ponudom od 2 milijarde kuna i rokom izgradnje od 36 mjeseci. U srpnju 2021. godine postavljen je posljednji segment grede mosta. Pristupne ceste s nekoliko vijadukata i tunela neće biti završene do srpnja 2022. godine. Uvjet Bosne i Hercegovine bio je da most bude visok 55m kako bi se mogao nastaviti odvijati nesmetani prolazak brodova do Neuma. Oko mosta nalazi se kontinuitet od dubine u iznosu od 27m. Dno je sastavljeno od debelih naslaga gline i mulja te je cijeli most temeljen na stotinu metara dugačkim čeličnim cijevima sa promjerima od skoro dva metra koji su zabijeni u morsko dno. Most je na mjestu gdje se može očekivati pojačana aktivnost vjetrova te je u zoni znatne seizmičke aktivnosti.

SNAGE	SLABOSTI
-SUFINANCIRANO IZ EU FONDOVA -INTEGRACIJA CESTOVNE MREŽE HRVATSKE -VISOKI STANDARDI IZGRADNJE -OPTIMALNI PROMETNI KORIDOR	-RELATIVNO SKUPA IZGRADNJA -NEPOGODNO (GLINENO DNO) -MOST MORA BITI VISOK ZBOG PROLAZA BRODOVA -VISOKA CIJENA ODRŽAVANJA -KRATKOROČNO, MALA PRIJEVOZNA POTRAŽNJA
-PROŠIRENJE ZONE GRAVITACIJE -VEĆA MATRICA GOSPODARSKIH DJELATNOSTI -OLAKŠAN ULAZAK U SCHENGEN	-LOKACIJA POD UTJECAJEM UDARA VJETRA -SEIZMOLOŠKO AKTIVNO PODRUČJE -DUGI PERIOD OTPLATE INVESTICIJE
PRILIKE	PRIJETNJE

Slika 1: SWOT analiza Pelješkog mosta

Most je dakle uvjet potpune teritorijalne integracije Republike Hrvatske u Schengensku zonu, budući bi bez njega za pristup dubrovačkom području kroz tzv. Neumski koridor bilo potrebno realizirati dvostruki prelazak Schengenske granice na potezu od 10 kilometara. "Pelješki most je prije svega emotivno i političko pitanje, a

tek onda ekonomsko", rečeno je na jednoj od brojnih stručnih i političkih rasprava tijekom minulih godina i time su se možda najbolje definirale sve okolnosti vezane uz gradnju mosta. Razlozi povezivanja juga s ostatkom Hrvatske teško će se vidjeti u kratkoročnom roku. Investicija kao takva veoma teško će se u kratkom roku isplatiti i to uopće nije takav projekt. Ali dugoročno gledajući mogla bi ostaviti veoma dobar temelj za razvitak i gospodarsko napredovanje regije. Regionalni centar Dubrovačko-neretvanske županije je Grad Dubrovnik, a samu Županiju može se podijeliti na dva dijela koje fizički dijeli postojeća granica s Bosnom i Hercegovinom. Jedan dio vezan za Donju Neretvu s okolnim područjem i obalni dio koji obuhvaća područje s brojnim otocima kao što su Mljet, Korčula, Lastovo i Elafitski otoci. Postojeća granica sa Bosnom i Hercegovinom, uz općenitu lošu povezanost unutar same Županije, jedan je od razlog loše povezanosti Dubrovačko-neretvanske županije s ostatkom Hrvatske i Europe, što trenutačno predstavljalo ograničavajući čimbenik cjelokupnog prometnog, a i gospodarskog razvoja Dubrovačko-neretvanske županije. Osim postojanja autoceste koja povezuje Dubrovačko-neretvansku županiju s ostatkom Republike Hrvatske, samo do Ploča, trenutačna prometna infrastruktura omogućuje dolazak u Dubrovačko-neretvansku županiju putem postojeće cestovne infrastrukture cestom DC 8, zračnim linijama s većim gradovima preko zračne luke Dubrovnik te nacionalnim trajektnim linija koje povezuju Dubrovačku – neretvansku županiju s Rijekom i Splitom i međunarodnom trajektnom linijom na relaciji Dubrovnik-Bari.



Slika 2: Integralna trasa buduće autoceste od Ploča do Dubrovnika

Izvor: <https://dubrovacki.slobodnadalmacija.hr/dubrovnik/vijesti/hrvatska-i-svijet/protezat-ce-se-od-metkovica-do-peljeskog-mosta-a-potom-od-dola-do-osojnika-1052441>

Izgradnjom Pelješkog mosta za Dubrovačko-neretvansku županiju je od posebne važnosti dodatni poticaj razvitku rubnih dijelova razmatranog koridora: poluotoka Pelješca i otočkog arhipelaga. Međutim, postavlja se pitanje razloga nastanka trenutačne situacije, a to je izolacija i ovisnosti o drugima. Ako se vratimo malo u povijest shvatit ćemo razloge koji su se u to vrijeme smatrali relevantnim, a u današnje vrijeme stvorili velike probleme za cijelu Županiju. Dubrovačka diplomacija, zbog opasnosti od Mletačkog okruženja i mogućeg odvajanja Dubrovačke republike od zaleđa i ugroze neutralnost iste, Turskoj poklanja dio teritorija. Jedan dio koji se nalazi između Neuma i Kleka, a dio na jugu u Sutorini, preko Bokakotorskog zaljeva.

3.2. Financijska analiza u kontekstu parametara CBA

Prihvaćanjem Odluke o sufinanciranju velikog infrastrukturnog projekta „Cestovna povezanost s južnom Dalmacijom“ R Hrvatskoj je odobrena subvencija u vrijednosti od 357 milijuna eura bespovratnih sredstava. Ukupna vrijednost projekta je 526 milijuna eura s uključenim PDV-om, a bez PDV riječ je o iznosu od 420 milijuna eura, od čega EU sufinancira 85 posto. Ukupni prihvatljivi troškovi u kunama za gradnju mosta su 3.215.559.659,40 dok je R Hrvatska dobila 2.733.225.710,49 bespovratnih sredstava. Kao što je spomenuto, gradnja mosta je trebala biti pokrenuta prije te je čak bilo nekakvih početaka gradnji. Da bi RH mogla aplicirati na natječaj za sufinanciranje prvo je morala raskinuti ugovore s tvrtkama koje su bile angažirane za gradnju. Poslije toga je bilo potrebno napraviti istraživanje koje je najbolje rješenje za povezivanje južne Dalmacije s ostatkom države. Prilikom tog istraživanja utvrđeno je da je razmatrani most najbolje rješenje. U okviru Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020. Republici Hrvatskoj je stavljeno na raspolaganju 6,881 milijarda eura od čega 4,321 milijarda eura iz Europskog fonda za regionalni razvoj (EFRR) i 2,559 milijardi eura iz Kohezijskog fonda (KF). Kada se tome pridoda obvezno sufinanciranje provedbe operativnog programa iz proračuna Republike Hrvatske, njegova ukupna vrijednost raste na 8,081 milijardu eura. RH će platiti iz svog proračuna iznos od 482.333.948,91kn. odnosno 15% ukupne svote iznosa gradnje pelješkog mosta plus PDV. Također će tvrtke koje rade na mostu sa središtem u Hrvatskoj platiti PDV u Hrvatskoj tj. vratiti ga u Proračun. Koncesija se daje na rok od 50 godina. Koncesijska naknada po metru kvadratnom zauzete površine je 0,50 kuna, odnosno 246 kuna godišnje, a koncesionar neće naplaćivati mostarinu

Dakle, cilj ovog projekta je ojačati povezanost državnog teritorija na samom jugu Republike Hrvatske izgradnjom mosta Pelješac s pristupnim cestama i cestama na Pelješcu (tzv. stonska obilaznica). Provedba projekta predviđena je u razdoblju od 2016. do 2022. godine tijekom kojih će biti izgrađeno sveukupno 32,53 km cesta s pripadajućim pratećim objektima (vijadukti, mostovi, tuneli, podvožnjaci, odmorišta, vodospreme i dr.) Izgradnjom mosta Pelješac i cesta povećat će se stupanj usluge prometnog sustava i sigurnost prometa, omogućiti pristup krajnjem jugu za vrijeme jakih vjetrova kad je onemogućen zračni i pomorski promet, razina pouzdanosti u smislu opskrbe regije, smanjiti trajanje putovanja prema krajnjem jugu čime će se smanjiti utjecaj na okoliš. Osim kraćeg putovanja što će omogućiti bolju trgovinu između juga i sjevera, sigurniji promet te lakšu povezanost, pelješki most će omogućiti nužni temelj za razvijanje južne Dalmacije.

Most Pelješac-kopno, analizom gospodarskih i društvenih učinaka, utvrđeno je, dat će ne samo poticaj rastu, nego će i stvoriti uvjete za brojne multiplikacijske učinke koji će pratiti taj rast, te će istodobno omogućiti kompatibilnosti dvaju prostora unutar užeg gravitacijskog područja, posebice u zapošljavanju i povoljnijoj, odnosno ravnomjernijoj distribuciji dohotka. Most će još bolje povezati Pelješac sa ostatkom Hrvatske te omogućiti veću tranziciju putnika prema Korčuli i ostalim otocima. Svakako će to djelovati povoljno u nadolazećim turističkim sezonama koji igraju bitnu ulogu za stanovnike i gospodarstvenike u južnoj Dalmaciji. Po istraživanju načinjenom na

inicijativu vlade RH može se očekivati porast zapošljavanja i rast proizvodnosti po zaposlenom. Jedna od glavnih snaga ovog projekta je činjenice da je projekt bespovratno sufinanciran od strane EU fondova, a temeljna prednost je prometna integracija, te bi područje južne Dalmacije moglo doživjeti veliki napredak.

4. Zaključak

Cost-benefit analizu treba shvatiti i koristiti kao optimizacijski instrument u procjeni utjecaja nekog zahvata na cjelokupno gospodarsko i društveno ozračje. Država mora biti spremna prihvatiti određene troškove i rizike, kako bi dugoročno rješavala razvoj gospodarstva, zaposlenosti, rješavanje životno važnih probleme društva odnosno rasta životnog standarda. Procjenom utjecaja i odabirom najprihvatljivije varijante zahvata nastoje se ti utjecaji svesti na prihvatljivu mjeru. Cost-benefit analiza omogućuje procjenu relativne isplativosti ulaganja u predviđeni projekt. Postupcima analize izračunavaju se troškovi, koristi i rizici predloženih rješenja, s ciljem određivanja najdjelotvornijeg načina za postizanje ciljeva. Analiza predstavlja formalnu tehniku traženja najpovoljnijeg odnosa između koristi koju projekt donosi i troškova potrebnih za njihovo ostvarivanje pri čemu se najviše koristi za javne i infrastrukturne objekte. U radu se analizira dosadašnji prometni razvoj i trenutno stanje prometa u Republici Hrvatskoj s naglaskom na veliki infrastrukturni projekt izgradnje Pelješkog mosta, zajedno s ostalom cestovnom infrastrukturom. On je pozicioniran kao jedan od prioritetnih razvojnih projekata Dubrovačko-neretvanske županije i projekt od velike strateške važnosti povezivanja Hrvatske s Europskom unijom. Naime, kvalitetna i dobro planirana infrastrukturna ulaganja uravnotežuju gospodarski razvoj, konkretno utječu na razvoj transporta koji direktno utječe na razvoj gospodarstva kroz razmjenu dobara i podrška turističkoj industriji. Isto tako utječu na smanjenje cijene prijevoza i porast produktivnosti što u konačnici ima utjecaj na porast životnog standarda cjelokupnog društva. Cost benefit analiza u svojem izvornom obliku i metodologiji nema ugrađene elemente koji također nedvojbeno mogu kvantitativno doprinijeti u donošenju odluka o prihvaćanju nekog projekta. U razmatranom slučaju evaluacije neopravdano izostaje element prometne sigurnosti. Proširivanje matrice benefita u tom kontekstu zahtjeva ekspertni pristup, koji će nedvojbeno biti jedan od budućih izazova znanstvenog pristupa ove ekonomske kategorije.

Literatura

1. Baričević H. Promet u turizmu, Visoka škole za turizam, Šibenik, 2003.
Dostupno na: <http://www.pfri.uniri.hr/knjiznica/documents/Prometuturizmu.pdf>.
2. European Commission. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, 2008. Dostupno na:
http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide2008_en.pdf
3. Osnovna načela Cost-benefit analize. Dostupno na URL:
puo.mzopu.hr/UserDocsImages/Prezentacija2_2009.pdf
4. Schaeffer M, Svoboda Z. Vodič uz Priručnik za izradu projektne dokumentacije za kreditne i druge potporne zahtjeve 2005. Dostupno na:
http://www.hukon.hr/pub/Vodic_kroz_Prirucnik_za_izradu_projektne_dokumentacije_za_kreditne_i_dr._potporne_zah_tjeve_HR.pdf. The Urban Institute, Zagreb 2005.
5. <https://povezanahrvatska.eu/projekti/peljeski-most/>
6. <https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/2005/3-PELJESKI%20most.pdf>
7. <https://mmpi.gov.hr/UserDocsImages/arhiva/2005/1-PELJESKI%20most.pdf>
8. <https://mmpi.gov.hr/>
9. <https://strukturnifondovi.hr/en/>

Digitalizacija procesa organizacije i provedbe izvanrednog prijevoza u Republici Hrvatskoj

Digitalization of organizational and operational processes for oversized transports in the Republic of Croatia

¹Tifani Gluhak, ¹Božidar Šafran, ²Željko Horvat, ³Sadko Mandžuka

¹Viatel d.o.o. Vončinina 3, 10000 Zagreb

tifani@viatel.hr, bozidar@viatel.hr

²Hrvatske ceste d.o.o., Vončinina 3, 10000 Zagreb

zeljko.horvat@hrvatske-cestes.hr

³Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

smandzuka@fpz.hr

Sažetak:

Sukladno intenzivnoj digitalizaciji tehnoloških procesa unutar hrvatskog cestovnog sektora, pokrenut je projekt izrade digitalne platforme za upravljanje poslovnim i tehnološkim procesima vezanim za izvanredni prijevoz. Osim dijela koji pokriva unapređenje administriranja procesa kod izdavanja odgovarajućih dozvola, cilj je i unaprijediti procese stvarno-vremenskog praćenja izvanrednog prijevoza, kao značajnu sastavnicu poboljšanja učinkovitosti odvijanja procesa tako i sigurnosti cestovnog prometa. Kako je Republika Hrvatska značajno uključena u europski cestovni promet, kako kroz inozemne aktivnosti hrvatskih prijevoznika tako i aktivnosti inozemnih prijevoznika u RH, mora se voditi računa o odgovarajućoj internacionalizaciji ove platforme (aplikacije). Cilj ovog rada je prikaz funkcionalnosti sustava izvanrednog prijevoza te njegova povezanost s europskim iskustvima u ovom području.

Ključne riječi: izvanredni prijevoz, digitalizacija, cestovni promet, ključni dionici, praćenje

Abstract:

In accordance with the intensive digitalization of technological processes within the Croatian road sector, a project has been launched to develop a digital platform for managing business and technological processes related to oversized and heavy transport. In addition to the part covering the improvement of process administration in issuing appropriate permits, the goal was to improve the processes of real-time monitoring of oversized and heavy transport, as a significant component of improving process efficiency and road safety. As the Republic of Croatia is significantly involved in European road transport, both through the foreign activities of Croatian carriers and the activities of foreign carriers in the Republic of Croatia, the appropriate internationalization of this platform (WEB application) must be taken into account. The aim of this paper is to present the functionality of the oversized and heavy transport system and its connection with European experiences in this field.

Keywords: Oversized and heavy transports, Digitalization, Road traffic, Key stakeholders, Tracking

1. Uvod

Sukladno intenzivnoj digitalizaciji tehnoloških procesa unutar hrvatskog cestovnog sektora, pokrenut je projekt izrade digitalne platforme za upravljanje poslovnim i tehnološkim procesima vezanim za izvanredni prijevoz. Osim dijela koji pokriva unapređenje administriranja procesa kod izdavanja odgovarajućih dozvola za izvanredni prijevoz, cilj je i unaprijediti procese stvarno-vremenskog praćenja izvanrednog prijevoza kao značajnu sastavnicu poboljšanja učinkovitosti odvijanja procesa i sigurnosti cestovnog prometa. Prijevoz vozilima koja sama ili s teretom premašuju propisane dimenzije ili ukupnu masu, odnosno propisana osovinska opterećenja, smatra se izvanrednim prijevozom, [1]. Izvanredni prijevoz može se obaviti samo na temelju dozvole za izvanredni prijevoz, a koju izdaje nadležna Tehnička ispostava Hrvatskih cesta d.o.o. U prethodnom sustavu nije postojalo stvarno-vremensko praćenje ovakvog prijevoza, nego se u zahtjevu za izdavanje dozvole za ovaj prijevoz definiralo polazno i završno mjesto te sva mjesta prolaska izvanrednog prijevoza s naznakom brojeva cesta pomoću kojih se može jednoznačno utvrditi itinerar izvanrednog prijevoza. Osim toga, prilikom izdavanja dozvole izdavatelji su u mogućnosti definirati točna vremena polaska i dolaska, dok vođitelji IPR-a prilikom prijave prijevoza definiraju planirana vremena polaska i završetka IPR-a.

U drugom poglavlju opisana je potreba za uvođenjem naprednog sustava upravljanja izvanrednim prijevozom u Republici Hrvatskoj. Temeljna arhitektura sustava je opisana u poglavlju 3. Preporuke Europske komisije i njene stručne skupine za izvanredni prijevoz opisane su u poglavlju 4, kao i neka Europska iskustva kod realizacije ovakvih sustava. Na kraju su dana zaključna razmatranja.

2. Potreba za uvođenjem naprednog sustava upravljanja izvanrednim prijevozom u Republici Hrvatskoj

Prethodna aplikacija (podsustav) za izvanredni prijevoz bila je dostupna isključivo preko intraneta Hrvatskih cesta odnosno, isključivo djelatnicima Hrvatskih cesta d.o.o. u Središnjem uredu i u Tehničkim ispostavama. Zahtjevi za izvanredni prijevoz podnosili su se poštom nadležnom izdavatelju (prema mjestu polaska izvanrednog prijevoza), u pisanom ili elektroničkom obliku, ispunjavanjem i slanjem propisanog obrasca i potrebnih priloga. Sve podatke s obrasca, uključujući i podatke o teretu, vozilima, itineraru, samom podnositelju zahtjeva i prijevozniku za kojega se zahtjev podnosi, izdavatelji dozvola prepisivali su u aplikaciju te na temelju unesenih podataka izdavali dokumente (zaključak, dozvola, rješenje). Svi dokumenti trebali su biti ispisani i potpisani te potom skenirani i ponovno učitani u sustav. U slučaju da se izvanredni prijevoz trebao izvršiti na cestama u nadležnosti više Upravitelja, izdavatelji ili agenti i prijevoznici samostalno su ishodili suglasnosti Upravitelja. Prilikom prijave IPR-a, vođitelji IPR-a trebali su ponovno predavati propisane podatke izdavatelju dozvole, a u slučaju nužnosti pratnje ili policijske pratnje, bilo je potrebno dostaviti potvrde za vozila pratnje od strane podnositelja zahtjeva te od strane izdavatelja dozvole komunicirati predloženi itinerar MUP-u i utvrditi nužnost policijske pratnje. Davatelj

dozvole o izdanoj dozvoli obavještavao je Ministarstvo unutarnjih poslova, Inspekciju cestovnog prometa i cesta, Ministarstva mora, prometa i infrastrukture, upravitelje i koncesionare autocesta te županijske uprave za ceste, odnosno odgovarajuće jedinice lokalne samouprave na čijim će cestama biti obavljen izvanredni prijevoz.

3. Opis sustava i prednosti digitalizacije procesa

Unapređenje administriranja procesa izdavanja dozvola za IPR razvojem nove aplikacije podrazumijeva obuhvaćanje svih procesa i svih subjekata procesa te svu propisanu dokumentaciju i svu zakonsku regulativu, koja regulira navedeno područje, u interaktivnu digitalnu cjelinu koja omogućuje ubrzanje i pojednostavljenje svih procesa, [2]:

- registracije i prijave korisnika u sustav,
- popunjavanja baze vozila od strane agenata i prijevoznika
- podnošenja zahtjeva za izdavanje dozvole za izvanredni prijevoz,
- prijedloga i izrade itinerara,
- odobravanja ili odbacivanja zahtjeva,
- izdavanja dozvola i rješenja za izvanredni prijevoz, ukidanja ili blokiranja istih,
- izmjena/dopuna zahtjeva i dozvola za izvanredni prijevoz,
- obračuna raspodjele naknada prema upraviteljima cesta,
- prijave IPR-a,
- ishođenja suglasnosti trećih pravnih osoba i MUP-a,
- digitalnog potpisivanja dokumenata,
- naprednog izvještavanja

Svi procesi odvijaju se interaktivno u realnom vremenu s naznakom točnog statusa predmeta prvenstveno između podnositelja zahtjeva i izdavatelja dozvole, a potom i uključivanjem ostalih sudionika bitnih za sam proces koji mogu imati nadzornu funkciju (Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Ministarstvo unutarnjih poslova, Ministarstvo financija, Hrvatske ceste), funkciju izdavanja suglasnosti (Upravitelji javnih cesta i MUP) ili funkciju izvještavanja (svi sudionici do definiranog prava korištenja naprednog sustava za izvještavanje).

Integracija s informacijskim sustavima Hrvatskih Cesta (Centrix, JAC-GIS, SAP) omogućila je jednostavnu provjeru i ažuriranje podataka korisnika prilikom registracije istih, urudžbiranje svih dokumenata (otvaranje predmeta i evidencija dokumenata, dohvat podataka o otvorenim predmetima i urudžbiranim dokumentima, ažuriranje predmeta i dokumenata i razmjena digitalnog sadržaja), pristup i preuzimanje prostornih podataka iz GIS baze Hrvatskih cesta za potrebe rada Modula za rutiranje (izradu itinerara) te raspodjelu naknade prema upraviteljima javnih cesta i kreiranje prodajnih naloga i faktura na temelju zaključaka i rješenja iz IPR sustava u svakom procesu unutar aplikacije IPR koji uzrokuje financijske implikacije.

Nova aplikacija u sebi ima zadane algoritme i info točke na temelju propisanih pravila (zakoni i pravilnici koji reguliranju navedeno područje) koji korisnicima olakšavaju snalaženje prilikom predaje zahtjeva što uvelike smanjuje potrebu za dopunama i izmjenama, a povećava razumijevanje svih procesa od strane svih sudionika. Također, jednom upisani podaci povlače se u sve dokumente bez nužnosti ponovnog upisa kod povezanih koraka (podaci o vozilima, predaja zahtjeva, dopuna, izmjena, prijava IPR-a), a integracija sustava s FINA servisom za udaljeno elektroničko potpisivanje, u svrhu mogućnosti digitalnog potpisivanja dokumenata unutar IPR aplikacije, omogućila je napuštanje ispisivanja i skeniranja te ponovnog učitavanja dokumentacije.

Integracija sa sustavom Centra za vozila Hrvatska (CVH) omogućuje direktan uvoz podataka o vozilima pratnje tj. rekreiranje Potvrda o ispunjavanju posebnih uvjeta za vozilo pratnje kao jednog od obveznih priloga.

Integracija s HAK sustavom za stanje na cestama olakšava izradu itinerara obzirom na tekuće i planirane radove i vremenske uvjete na cestama kao i pravovremenu provjeru prohodnosti itinerara neposredno prije početka obavljanja izvanrednog prijevoza. Dodatno, sustav sam šalje dokumente iz aplikacije putem elektroničke pošte svima kojima je unaprijed utvrđena nužnost slanja, na predefinirane e-mail adrese, bez potrebe interveniranja izdavatelja dozvole, podnositelja zahtjeva ili voditelja IPR-a. Izniman značaj Modula za prijavu IPR-a je i sučelje Prijava IPR-a koje nudi pregled svih prijavljenih prijevoza (u tijeku i završenih) nad kojim imaju pregled svi uključeni korisnici, do razine definiranog prava prema ulozi u sustavu, koji je ujedno preduvjet za razvoj dodatne funkcionalnosti nove aplikacije: Unapređenje procesa stvarno-vremenskog praćenja izvanrednog prijevoza.

Suvremena ITS arhitektura nove aplikacije zahtjeva integraciju više prometno-informacijskih sustava u jedinstvenu cjelinu. Takva integracija omogućuje upravljanje i praćenje u realnom vremenu, a potpuna informatizacija sustava IPR-a omogućava i slanje podataka prema Središnjem centru za nadzor i upravljanje prometom na državnim cestama (SCNUP-DC) i Nacionalnoj pristupnoj točki (NPT).

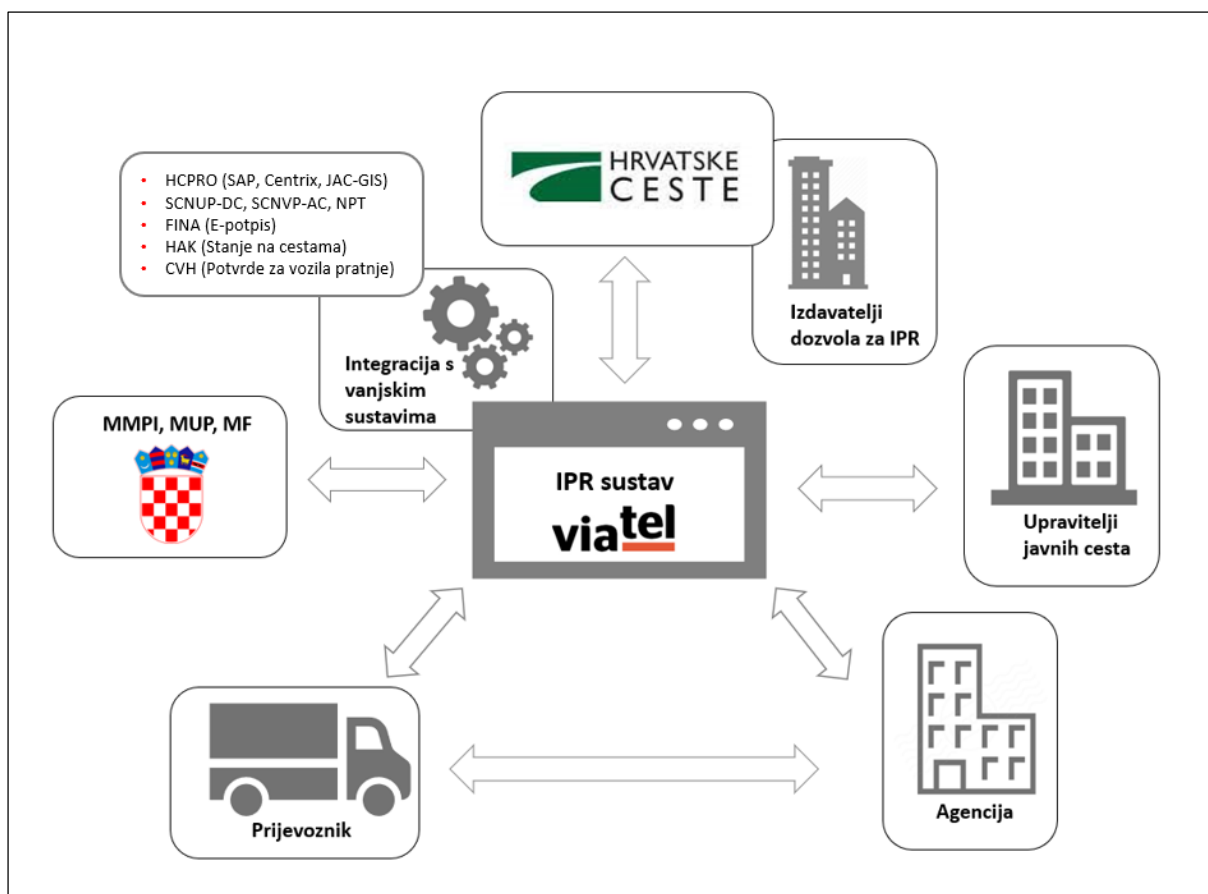
Sukladno europskim preporukama u području digitalizacije transportnog sektora, sustav izvanrednog prijevoza je osmišljen kao „one stop shop“ (hrv. „sve na jednom mjestu“), gdje bi svaka država članica trebala implementirati/prihvatiti ovaj koncept u pogledu davanja dozvola za Izvanredni cestovni prijevoz (s1). *To znači da bi se u državi članici podnositelji zahtjeva trebali obratiti samo jednom jedinom tijelu za izdavanje dozvole radi dobivanja dozvole za izvanredni cestovni prijevoz. Tijelo za izdavanje dozvole trebalo bi rješavati zahtjev za izdavanjem dozvole zajedno s ostalim tijelima koja su možda uključena u toj državi članici.*

Načelo one-stop-shop je već primijenjeno u određenoj mjeri u nekim državama članicama. U tim državama članicama odgovorno tijelo za izdavanje dozvola traži odobrenje ostalih lokalnih ili regionalnih vlasti u ime podnositelja zahtjeva. Sve na jednom mjestu ne znači da postoji samo jedno nadležno tijelo za izdavanje dozvola za

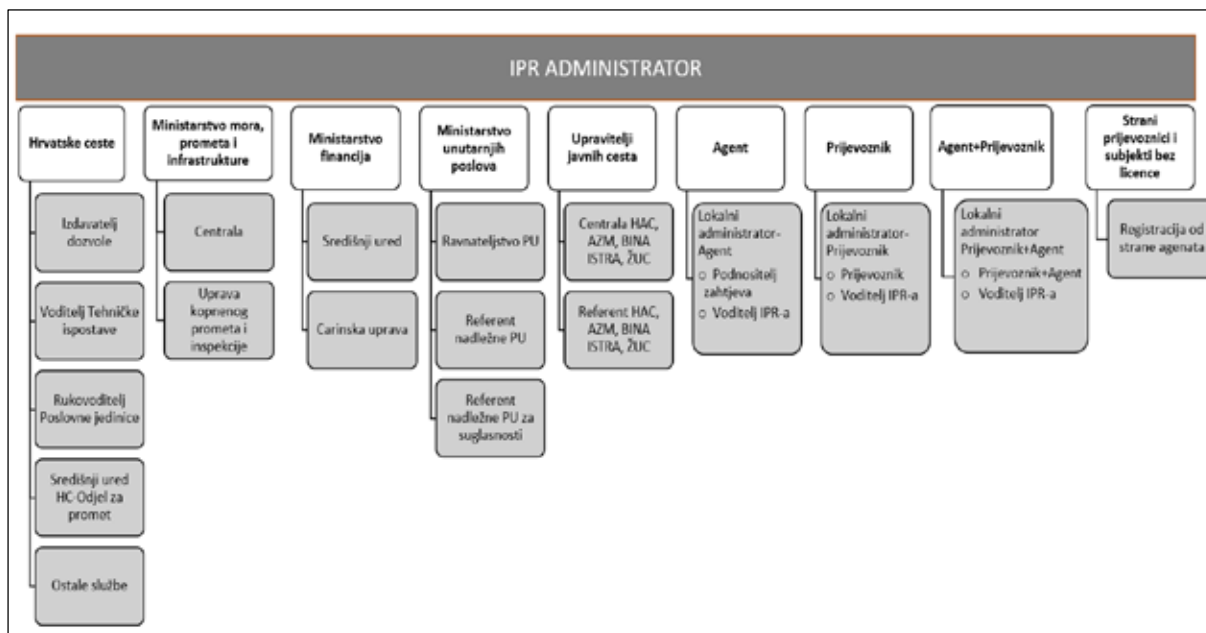
izvanredni cestovni prijevoz unutar države članice. Svim prijevoznicima - i domaćim i stranim - treba biti jasno kojem se jedinstvenom tijelu trebaju obratiti.

U dugoročnoj viziji, „sve na jednom mjestu“ moglo bi se proširiti na europskoj razini, tj. prijevoznik koji planira izvanredni cestovni prijevoz kroz nekoliko država članica trebao bi kontaktirati samo jedno tijelo koje izdaje dozvolu kako bi dobilo potrebne dozvole za cijelo putovanje Europskom unijom. Kontakt tijelo za izdavanje dozvola povezalo bi se sa svim ostalim relevantnim tijelima uključenim u pružanje potrebnih dozvola koje pokrivaju cijelo putovanje u EU.

Temeljna organizacija hrvatskog pristupa „sve na jednom mjestu“ za izvanredni prijevoz prikazana je na slici 1. Ključni dionici sustava izvanrednog prijevoza u ovom projektu prikazani su na slici 2. Sukladno tome definirana je i odgovarajuća hijerarhija pojedinih entiteta, odnosno uloge u sustavu prema pripadajućim pravima za rad u sustavu, [3].

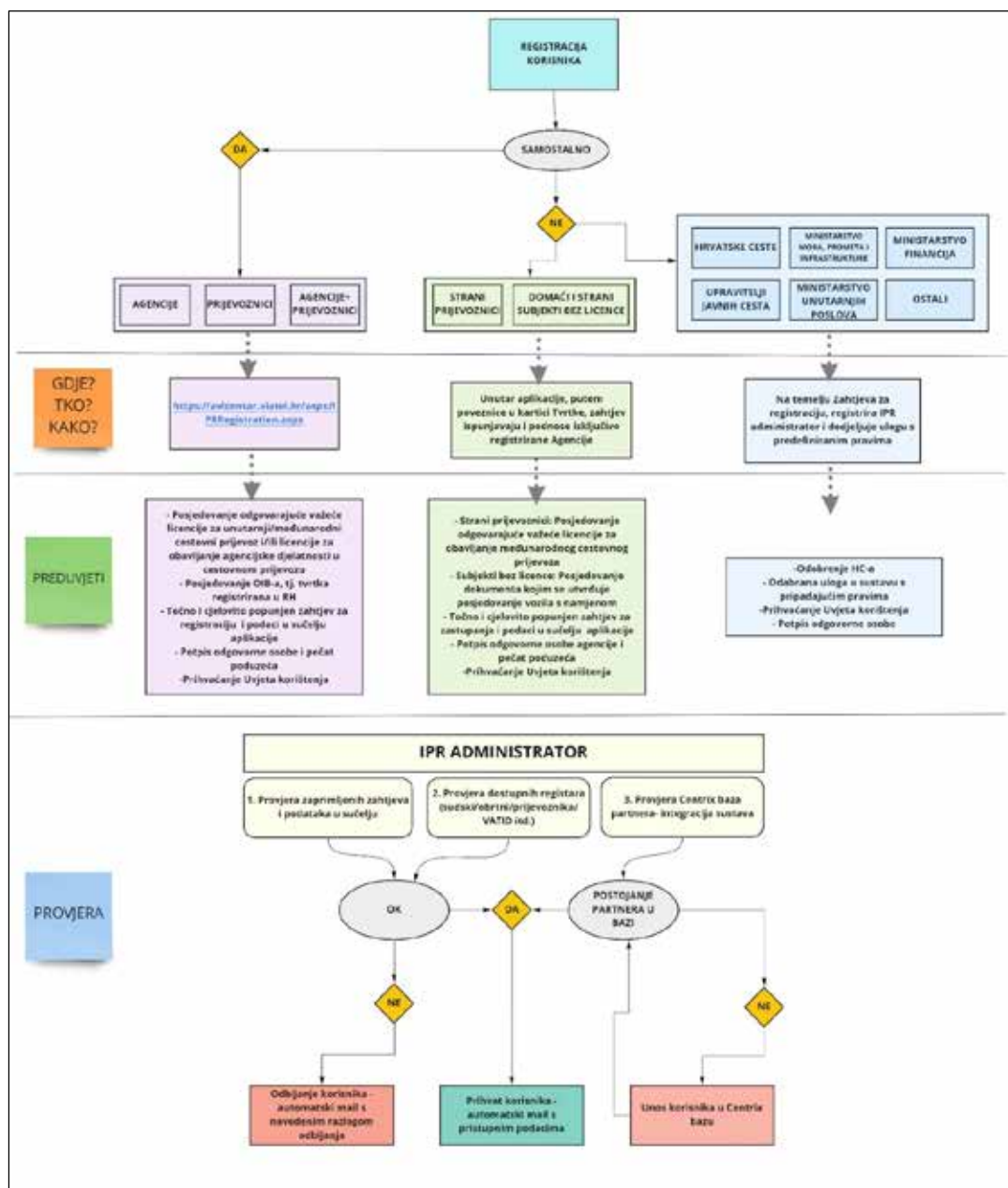


Slika 1. Temeljna organizacija sustava



Slika 2. Ključni dionici sustava, njihova hijerarhija i uloga u sustavu

Iz perspektive krajnjih korisnika, definiran je odgovarajući proces pristupa sustavu, uključujući samo-registraciju krajnjih korisnika Agenata i Prijevoznika. Ovisno o prijavi krajnjeg korisnika, provjerava se njegov status i u slučaju registracije provodi se odgovarajući postupak unošenja u bazu krajnjih korisnika. Na kraju se novi korisnik obavještava e-mailom, koji uključuje odgovarajuće pristupne podatke za daljnji rad. Modul za registraciju, pristupanje i administriranje sustava IPR omogućava samo-registraciju korisnika Agencije i Prijevoznici te registraciju Subjekata bez licence (prijevoz za vlastite potrebe) i stranih prijevoznika isključivo od strane Agencija pri čemu osoba zadužena za administriranje računa tvrtke (lokalni administrator) dobiva pristupne podatke kojima upravlja računom tvrtke i u mogućnosti je otvoriti račune ostalim korisnicima unutar tvrtke i dodijeliti im prava do razine svojih prava. Jednom registrirani Agenti i Prijevoznici unutar aplikacije mogu sklapati i poništavati suradnje zastupanja na tri razine (Pravo zastupanja, Prava zastupanja i uređivanje voznog parka ili Prava zastupanja i ostala prava nad tvrtkom) te se podaci iz registracije direktno povlače na dokumente ovisno o odabiru zastupanog prijevoznika. Ostale korisnike registrira isključivo IPR administrator uz odobrenje HC-a na temelju predefiniranih obrazaca za registraciju. Shematski prikaz registracije svih korisnika vidljiv je na slici 3.



Slika 3. Shematski prikaz postupka registracije korisnika

4. Europska iskustva

Europska komisija (Directorate-General for Energy and Transport) izdala je odgovarajuće preporuke u vezi administriranja izvanrednog cestovnog prijevoza (s1). U nastavku teksta navedeni su ključni dijelovi poglavlja 3. Permits (Dozvole), a u vezi realizacije principa „sve na jednom mjestu“.

„Izvanredni cestovni prijevozi izuzetno su važni za europsko gospodarstvo. Građevinski i proizvodni sektor posebno ovise o predvidljivoj i pravovremenoj opskrbi strojevima, betonskim konstrukcijama itd. S jedne strane, prerogativi državnih tijela za ceste, za sigurnost na cestama i za integritet infrastrukture, zajedno s ekonomskim

učincima zagušenja prometa uzrokovanih tim Izvanrednim cestovnim prijevozima, u potpunosti su prepoznati. S druge strane, ekonomski utjecaj na one koji se bave izvanrednim cestovnim prijevozima, zbog većih administrativnih i logističkih problema, trebao bi biti minimalan. Sustavni pristup za davanje dozvola trebao bi osigurati sigurnu operativnu praksu uz minimum administracije, [4].

Kontekst prekograničnih izvanrednih cestovnih prijevoza može se uvelike poboljšati ako se vlasti u EU pridržavaju ovih smjernica. Princip „sve na jednom mjestu“ bi mogao značajno poboljšati situaciju. Postoji mnogo različitih vrsta dozvola za Izvanredni cestovni prijevoz. Većina država članica razlikuje dugoročne i kratkoročne dozvole. Međutim, odgovarajuće razdoblje valjanosti također se razlikuje između država članica. Nadalje, postoje razlike u naknadama za dozvole, broju vozila / registracija po dozvoljenoj dozvoli itd. Svaka država članica trebala bi usvojiti načelo "sve na jednom mjestu" u pogledu davanja dozvola za Izvanredni cestovni prijevoz. To znači da bi se u državi članici podnositelji zahtjeva trebali obratiti samo jednom jedinom tijelu za izdavanje dozvole radi dobivanja dozvole za izvanredni cestovni prijevoz. Tijelo za izdavanje dozvole trebalo bi rješavati zahtjev za dopuštenjem zajedno s ostalim tijelima koja su možda uključena u toj državi članici.

Načelo one-stop-shop je već primijenjeno u određenoj mjeri u nekim državama članicama. U tim državama članicama odgovorno tijelo za izdavanje dozvola traži odobrenje ostalih lokalnih ili regionalnih vlasti u ime podnositelja zahtjeva. Sve na jednom mjestu ne znači da postoji samo jedno nadležno tijelo za izdavanje dozvola za izvanredni cestovni prijevoz unutar države članice. Svim prijevoznicima - i domaćim i stranim - treba biti jasno kojem se jedinstvenom tijelu trebaju obratiti.

U dugoročnoj viziji, sve na jednom mjestu moglo bi se proširiti na europskoj razini, tj. prijevoznik koji planira Izvanredni cestovni prijevoz kroz nekoliko država članica trebao bi kontaktirati samo jedno tijelo koje izdaje dozvolu kako bi dobio potrebne dozvole za cijelo putovanje Europskom unijom. Kontakt tijelo za izdavanje dozvola povezalo bi se sa svim ostalim relevantnim tijelima uključenim u pružanju potrebnih dozvola koje pokrivaju cijelo putovanje u EU.“

4.1. Preporuke stručne skupine

Temeljna preporuka EU stručne skupine za izvanredni cestovni prijevoz je: „Izvanredni cestovni prijevoz mogao bi se znatno poboljšati ako bi države članice pružile sve relevantne informacije na Internetu, na svojim nacionalnim jezicima i na engleskom jeziku. Relevantne informacije uključuju propise i postupke koji se odnose na dozvole, obrasce zahtjeva i objašnjenja za popunjavanje obrazaca zahtjeva“. Stručna skupina preporučuje da:

- Usluge izdavanja dozvola budu raspoložive i lako dostupne tijekom radnog vremena;
- Postoji standardizirani izgled dozvola u bliskoj budućnosti;
- Zahtjevi za dozvole mogu se primati poštom, telefaksom, e-poštom ili putem elektroničkog obrasca utemeljenog na WEB-u, a dostupnog na Internetu;

- Dozvole se mogu dostaviti poštom, telefaksom, u privitku e-pošte ili preuzeti sa sigurne WEB stranice;
- Dopuštenja se mogu dobiti elektroničkim putem u svim državama članicama u sljedeće 3 godine.

4.2. Primjer sustava OTIN (Oversize Transport Information Network)

UAB Omega Technology, podružnica norveške tvrtke Omega AS, osnovane u Klaipedskom znanstveno-tehnološkom parku (KSTP), zajedno s KSTP-om realizirala je takozvani sustav „one stop shop” OTIN (Oversize Transport Information Network). Ovaj će sustav pomoći prijevozničkim tvrtkama da dobiju informacije o prijevozu izvanrednog tereta i dobiju potrebne dozvole. Stvaranje sustava bio je dio međunarodnog projekta "Oversize Baltic" koji je pokrenuo Znanstveno-tehnološki park Klaipeda. Tijekom ovog projekta devet partnera iz Litve, Poljske, Švedske i Njemačke nastojala su poboljšati kvalitetu usluga izvanrednog prijevoza tereta. Strategija izvanrednog prijevoza spomenute regije razvijena je kako bi se stvorio jedinstveni regionalni pristup postupcima izvanrednog prijevoza i utvrdila četiri ključna aspekta razvoja:

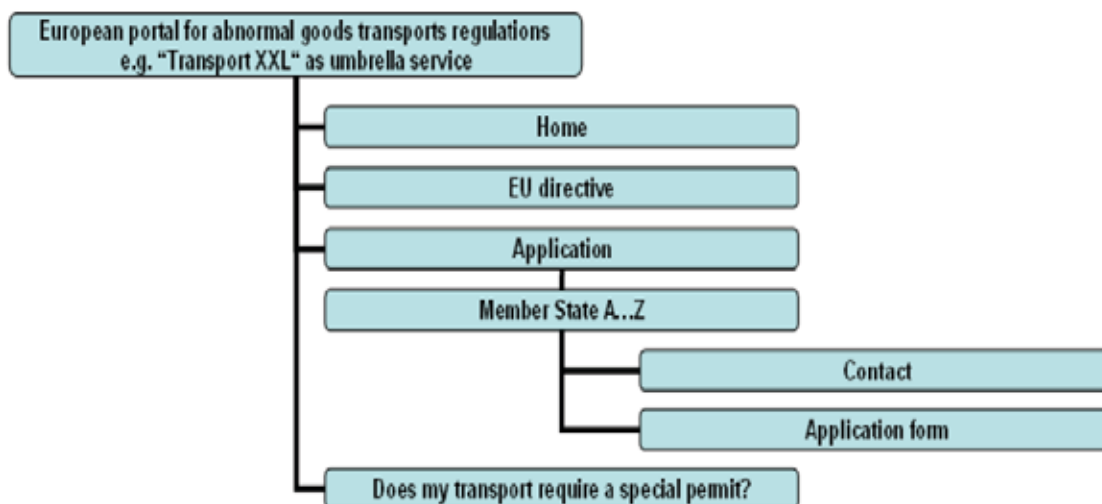
- prometni koridori,
- pravni okvir,
- ekonomski utjecaj i
- poboljšanja infrastrukture i tehnologije.

Razvojem uspješne suradnje s norveško-litvanskom tvrtkom Omega Technology realiziran je sustav usluga izvanrednog prijevoza. Ovaj sustav omogućuje prijevoznicima dobivanje informacije o izvanrednom prijevozu u regiji Južnog Baltika. Sustav je namijenjen integraciji s postojećim sustavima u Švedskoj i Njemačkoj, čime se značajno poboljšava dostupnost usluga izdavanja dozvola. U zemljama u kojima informacijski sustavi nisu prilagođeni za podršku WEBuslugama, koristit će se proširena verzija sustava koja omogućuje pojednostavljivanje komunikacije između prometnih vlasti i prijevoznika. Nakon provedbe tekućeg projekta planira se razvoj sustava u funkcionalnom i zemljopisnom kontekstu. UAB Omega Technology stvara sve vrste nestandardnih IT proizvoda, prilagođavajući ih pojedinačno potrebama kupaca. Softverski proizvodi razvijaju se na temelju Omeginog interno razvijenog okvira - AppFrame, koji služi kao osnova za Omegin „Sustav upravljanja informacijskim projektima“ (PIMS) i za platformu za suradnju poduzeća „Team Documents“.

4.3. Easy-way platforma

Na osnovu specifikacije dane u EasyWay projektu, realizirana je digitalna platforma za pružanje najznačajnijih informacija o izvanrednom prijevozu u pojedinim državama članicama – Transportxxl, [5]. Za sada su prikazane informacije za manji broj država, a trenutni status stranice nije poznat. Pristup propisima izvanrednog prijevoza u EU je sustav informacija u kojoj podnositelj zahtjeva dobiva za pojedinu državu informacije o

propisima za vozila i postupke prijave dozvole, kontakt osobe, i smjernice za ispunjavanje obrazaca za prijavu izvanrednog prijevoza. Ova usluga pruža pristup potrebnim informacijama i postupcima u vezi s izvanrednim prijevozima standardiziranim za sve europske države, na jeziku razumljivom prijevozniku / podnositelju zahtjeva (engleskom i odnosnim nacionalnim jezicima), i u vremenskom okviru prihvatljivom za modernu logistiku. U ovoj usluzi lako su dostupni i potrebni podaci i kontakt podaci za nadležna tijela. Struktura WEB stranice prikazana je na slici 4.



Slika 4. Struktura WEB stranice – Transportxxl, [5]

Usluga će u budućnosti sadržavati tražilicu. Ona pretražuje XXL WEB stranicu za prijevoz po ključnim riječima koje je korisnik unio. U međuvremenu, nacionalni projektni partneri navedeni su u odjeljku "*Imprint And Terms Of Use*", tako da ih korisnici mogu kontaktirati ako imaju dodatnih pitanja. Usluga pruža informacije o izvanrednim prijevozima u državama članicama. Odgovornosti potpadaju pod tri glavna područja rada:

- tehničku podršku internetske usluge;
- točnost i aktualnost informacija i veza; i
- točnost prijevoda.

Tehnička podrška WEB usluga uobičajena je zadaća webmastera. Webmaster je odgovoran za tehničku podršku krovne službe i surađuje s webmasterima odgovornim za usluge u različitim državama članicama. Točnost i aktualnost informacija koje pruža usluga i odgovarajućih prijevoda nadgleda grupa stručnjaka koja se sastoji od po jednog predstavnika iz svake države članice čija pravila i propise pruža služba. Ti stručnjaci su predstavnici vlasti i cestovnih uprava. Pored toga, grupu nadgleda odgovarajući voditelj koji koordinira timski rad. Ovaj će položaj kontinuirano zauzimati davatelj uobičajenih usluga.

5. Zaključak

Prethodna aplikacija za prijavu i odobravanje izvanrednog prijevoza bila je samo djelomično digitalizirana, a glavni nedostatak je bio digitalna nepovezanost pojedinih operativnih i poslovnih procesa. Sve navedeno činilo je cjelokupni proces sporim, administrativno zahtjevnim i zastarjelim obzirom na uključenost velikog broja subjekata, iznimno velikog broja dokumenata koji prolazi kroz sustav te opsežne zakonske regulative. Izvedeno rješenje čini sustav transparentnim te sve navedene procese daleko učinkovitijim.

U nastavku aktivnosti nadogradnje sustava predlaže se poboljšanje sustava praćenja odvijanja samog izvanrednog prijevoza za neke zahtjevnije slučajeve. U suvremenim uvjetima dinamičkog prometa i mogućih incidentnih situacija na ruti izvanrednog prijevoza, ovakve statične informacije pokazuju se nedovoljnima. To se posebno odnosi na neke posebne kategorije izvanrednog prijevoza te neke dijelove prometne mreže. U tom smislu, predlaže se sustav satelitskog praćenja za neke posebne slučajeve izvanrednog prijevoza. Korištenjem ovog sustava kod nekih incidentnih situacija na prometnoj mreži, koja korespondira ruti izvanrednog prijevoza, omogućuje se i stvarno-vremensko upravljanje prometom. Dio znanstveno-istraživačkih aktivnosti vezano za izvanredni prijevoz i njegov utjecaj na sigurnost prometa provodi se kroz projekt „Prijedlog modela upravljanja promjenljivom prometnom signalizacijom na dionici autoceste zasnovanom na multikriterijalnoj optimizaciji“, gdje je jedan od kriterija za stvarno-vremensko upravljanje vezano za cestovnu sigurnost biti i trenutno odvijanje izvanrednog prijevoza na dionici ceste/autoceste.

Literatura

- [1] Pravilnik o izvanrednom prijevozu (NN 92/2018)
- [2] Analiza mogućnosti i definiranje zahtjeva za integraciju sustava izvanrednog prijevoza u Središnji centar za nadzor i upravljanje prometom, Viatel d.o.o. Zagreb, lipanj 2019
- [3] Gluhak, T., Šafran, B., Horvat, Ž., Krešić, T., Izrada i integracija programskog rješenja web sučelja za izdavanje dozvola i praćenje izvanrednog prijevoza (IPR), Ceste i mostovi, 2020.
- [4] Abnormal road transports - European best practice guidelines, European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, 2008.
- [5] EasyWay Program, Access to Abnormal Goods Transport Regulations, Factsheet, 2014.

Zahvala: Istraživanje povezano na utjecaj odvijanja izvanrednog prijevoza na sigurnost prometa provodi se u okviru istraživačkog projekta Zavoda za inteligentne transportne sustave Fakulteta prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu „Prijedlog modela upravljanja promjenljivom prometnom signalizacijom na dionici autoceste zasnovanom na multikriterijalnoj optimizaciji“, odobrenog u okviru Nacionalnog programa sigurnosti cestovnog prometa za 2022.

PROMETNA VREMENSKA PROGNOZA I PROGNOSTIČKI PRODUKTI DHMZ-a

Road weather forecast and numerical weather prediction products in DHMZ

Dunja Plačko-Vršnak, Dragoslav Dragojlović, Izidor Pelajić

Državni hidrometeorološki zavod

Grič 3, Zagreb, Hrvatska

dplacko@cirus.dhz.hr

Sažetak: Prognoza vremena za posebne korisnike (državna i privatna društva za upravljanje, građenje i održavanje cesta), odnosno prometna vremenska prognoza, dio je svakodnevnih poslova koji se odrađuju u „zimskom dijelu godine“ (od 1.studenog do 15.travnja) u Sektoru za vremenske i pomorske analize i prognoze Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ). Pri izradi tih prognoza koriste se izračuni meteoroloških numeričkih modela, odnosno njihovi izlazni produkti u grafičkom i tabličnom obliku. U ovom radu, na primjeru iz prosinca 2021., prikazani su neki od osnovnih produkata tri različita numerička modela (ECMWF, DWD, ALADIN). U slučaju prometne prognoze, produkti su prilagođeni specifičnim zahtjevima prognoze određenih meteoroloških parametara (npr. visina snježnog pokrivača, vrsta poledice, minimalna temperatura) i pojava (npr. snijeg, susnježica, kiša koja se smrzava na tlu itd.) koje mogu utjecati na sigurnost odvijanja prometa. Na kraju je prikazan i pregled izdanih prognoza za razdoblje od 2018. do 2021. za područje gorske, sjeverne, središnje i istočne Hrvatske.

Ključne riječi: prometna vremenska prognoza, numerički modeli, produkti numeričkih modela

Abstract: Road weather forecast is a special type of forecast that is issued in winter times (from November to April) by DHMZ on daily basis. For those forecasts, forecasters in Croatian Meteorological and Hydrological Service use several numerical weather prediction models and their output products in graphical and tabular form. This paper presents some of basic products of three different numerical models (ECMWF, DWD, ALADIN) that forecasters use in their work through a case study from beginning of December 2021. In the road weather forecast, the products are adapted to the specific requirements of the forecast of meteorological parameters (snow cover, type of ice, minimum temperature, etc.) and phenomena (snow, sleet, black iced, etc.) that may affect the traffic. Finally, a review of issued road weather forecasts for the period from 2018 to 2021 for different parts of Croatia is presented.

Key words: road weather forecast, numerical weather prediction models, products of numerical models

1. Uvod

Sektor za vremenske i pomorske analize i prognoze Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) u Zagrebu, Služba Pomorskog meteorološkog centra iz Splita i Područna meteorološka služba iz Rijeke u zimskom dijelu godine (od 1.studenog do 15.travnja) svakodnevno dostavljaju prognoze vremena državnim i privatnim društvima koje upravljaju, grade i održavaju ceste u Hrvatskoj (Hrvatske ceste, HAC, EGIS, Zagrebačke ceste, Županijske ceste).

Kako se u tim prognozama posebna pozornost posvećuje parametrima koji mogu ugroziti sigurno i nesmetano odvijanje cestovnog prometa [1], [2] one se razlikuju od prognoza koje susrećemo u sredstvima javnog informiranja i na dostupnim internetskim platformama [3]. Razlika je ponajprije u načinu prognoziranja određenih meteoroloških parametara (npr. vrsta oborine, količina oborine – ponajprije snijega, vjerojatnost pojave određene vrste oborine, pojava poledice i njezina vjerojatnost pojavljivanja itd), zatim u duljini prognostičkog razdoblja na koje se prognoze odnose (uglavnom 8, 16 i 24 sata unaprijed) te u obliku izdanih prognoza (tekstualni i tablični prikaz).

Za izradu svih vrsta prognoza (kratkoročnih, srednjoročnih, dugoročnih, za posebne korisnike,...) koriste se izračuni numeričkih prognostičkih modela čiji su izlazni produkti prilagođeni korisnicima, odnosno zahtjevima. U ovom radu prikazan je dio prognostičkih produkata tri različita numerička modela koji se koriste u svakodnevnom operativnom radu pri izradi prometne prognoze na konkretnom primjeru iz prosinca 2021. te je dan pregled izdanih prognoza u zadnje 3 sezone za Hrvatske autoceste.

2. O numeričkim modelima

Prognoza vremena u operativnom odjelu Sektora za vremenske i pomorske analize i prognoze DHMZ-a rade se većinom prema izračunima tri meteorološka numerička modela [3]:

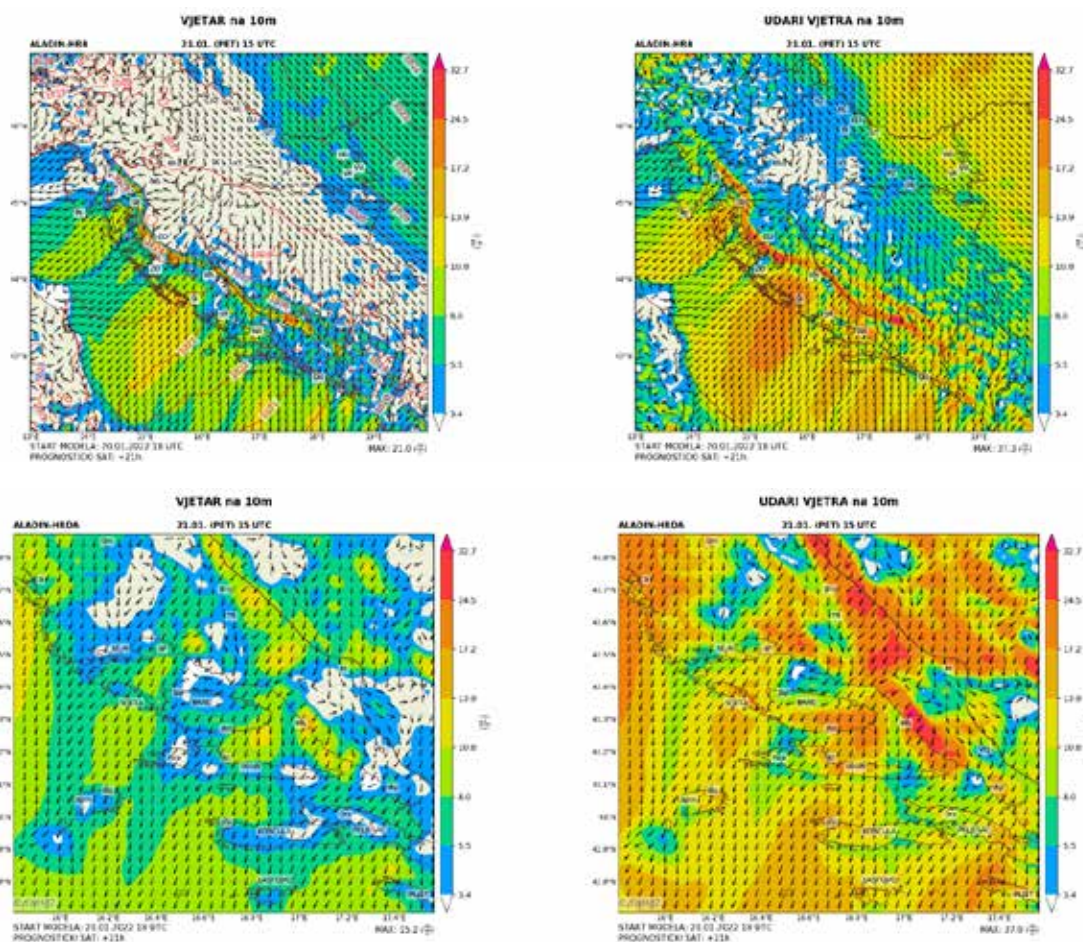
- **ALADIN (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational)** - numerički model za kratkoročnu prognozu vremena visoke razolucije [4]
- **DWD ICON-EU (Deutscher Wetterdienst ICOsahedral Nonhydrostatic-Europe)** - numerički model za kratkoročnu i srednjoročnu prognozu vremena visoke rezolucije [5]
- **ECMWF-IFS (European Center for Medium range Weather Forecasts - Integrated Forecasting System)** – globalni numerički model (domena je čitava Zemlja) koji se sastoji od nekoliko međusobno povezanih komponenti: globalnog modela atmosfere, modela valova oceana, modela cirkulacije oceana te modela perturbacija koji se koriste u asimilaciji podataka i izradi ansambla prognoza [6]

Modeli veće horizontalne rezolucije (Tablica 1) koji su prilagođeni vremenu i klimi Europe odnosno Hrvatske [7] većinom se koriste za prognozu određenog meteorološkog parametra na manjoj (lokalnoj) prostornoj skali. Na primjer, najveća

težina pri prognoziranju smjera i brzine vjetra daje se izračunu modela ALADIN (Slika 1).

Tablica 1: Numerički modeli i njihove karakteristike

NUMERIČKI MODEL	HORIZONTALNA REZOLUCIJA	VERTIKALNA REZOLUCIJA	PROGNOSTIČKO RAZDOBLJE	NOVI IZRAČUN
ALADIN	2 km 4 km	37 nivo	72 h	4 puta dnevno (u 00,06,12,18 UTC)
DWD ICON-EU	7 km	60 nivoa	120 h	2 puta dnevno (u 00 i 12 UTC)
ECMWF IFS	HRES - 9 km ENS - 18 km	137 nivoa 137 nivoa	240 h (10 dana) 360 h (15 dana)	2 puta dnevno (u 00 i 12 UTC)



Slika 1: prognoza polja vjetra (smjer-strelica i brzina-boja) modela ALADIN-HR4, rezolucije 4 km (gornji red) i ALADIN-HRDA (dinamička adaptacija) rezolucije 2 km (donji red) (izvor: DHMZ)

Svakako treba istaknuti da je uz modelski, odnosno objektivni oblik prognoze vremena (pojedinih parametara) u izradi prognoze za različite korisnike, pa tako i pri

izradi prometne prognoze, vrlo važna i subjektivna procijena prognostičara, odnosno njegova interpretacija analitičkog i prognostičkog materijala.

3. „Case study“ – analiza slučaja od 9. prosinca 2021.

Za vrijeme zimske sezone, operativni prognostičar svakodnevno izrađuje prognozu za Hrvatske ceste (HC) i Hrvatske autoceste (HAC), za različite dionice, dva puta dnevno. Prognoze se odnose na razdoblje od 8 do 20 sati tekućeg dan i dostavljaju se do 7:30 sati, te na razdoblje od 20 sati tog dana do 8 sati sljedećeg i dostavljaju se do 15 sati.

Osim opisne prognoze, prognozira se minimalna i maksimalna temperatura u prognostičkom razdoblju, vjerojatnost pojave oborine, vjerojatnost pojave snijega, vjerojatnost za stvaranje snježnog pokrivača, vjerojatnost da snježni pokrivač bude deblji od 5 cm, vjerojatnost nastanka poledice te tip poledice.

*Napomena - razlikujemo 5 vrsta poledice: 1 - poledica nastala uslijed padanja pothlađene kiše ili rosulje koja se smrzava u dodiru s tlom, 2 - poledica nastala uslijed padanja tople kiše ili rosulje koja se smrzava u dodiru s tlom čija je temperatura niža od 0 °C, 3 - poledica nastala uslijed zaleđivanja mokrog tla zbog temperature zraka niže od 0°C, 4 - poledica nastala ponovnim smrzavanjem ugaženog ili otopljenog snijega i 5 - poledica nastala pri padanju snijega ili susnježice.

U ovom poglavlju analizirat će se sinoptička situacija na dan 8. i 9. prosinca 2021. iznad Hrvatske, raspoloživi prognostički materijali različitih numeričkih modela, izrađene prognoze za HC za središnju i sjevernu Hrvatsku (Slika 2) te će se na kraju dati opisna verifikacija uspješnosti prognoziranja meteoroloških parametara toga dana koji su mogli utjecati na sigurno odvijanje prometa.

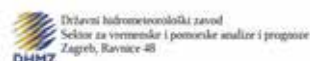


Slika 2: Područje sjeverne i središnje Hrvatske za koje se izdaje prognoza za HC (izvor: Google Sites)

3.1. Opis sinoptičke situacije i prognoza vremena za sjevernu i središnju Hrvatsku

Vrijeme tih dana obilježilo je približavanje i prolazak ciklone iz Genovskog zaljeva preko Hrvatske, a u višim slojevima atmosfere približavanje te zadržavanje visinske doline uz pritjecanje sve hladnijeg zraka – drugim riječima sinoptička situacija u kojoj se očekuju oborine.

Prognoza izdana 8.12. poslijepodne obuhvaćala je razdoblje od 8.12. u 20 sati do 9.12. u 8 sati. U njoj se za područje središnje Hrvatske prognozirala vrlo velika vjerojatnost pojave oborine na granici kiše i snijega, velika vjerojatnost poledice uslijed padanja susnežice ili snijega, smrzavanje hladne podloge zbog temperature ispod 0 stupnjeva te zbog (tope) kiše koja se može smrzavati u dodiru sa hladnim tlom. Pritom je prema prognozi postojala umjerena vjerojatnost za stvaranje snježnog pokrivača, ali nije postojala vjerojatnost da taj pokrivač bude deblji od 5 cm. Veća vjerojatnost spomenutih pojava te umjerena vjerojatnost snježnog pokrivača debljeg od 5 cm, prema prognozi, postojala je na području sjeverne Hrvatske (Slika 3).



HRVATSKE CESTE TEHNIČKE ISPOSTAVE

Vremenska prognoza za središnju Hrvatsku
od danas 8. prosinca 2021. u 20 sati do sutra 9. prosinca 2021. u 8 sati

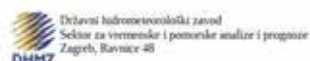
Obično s kišom, ponegdje i snježicom, a u nekim krajevima i sa snijegom, posebno na većoj nadmorskoj visini gdje će se stvarati snježni pokrivač. Vjetar uglavnom slab. Poledice mogle biti zbog niske temperature, a neprestano i zbog stvaranja oborine na hladnoj podlozi.

Tablica s prognozom meteoroloških pojava

Vjerojatnost za pojavu	
OBORINE	D
SNIEG	B
SNJEŽNI POKRIVAČ	A
NOVI SNIEG > 5 CM	NE
Poledica	
VJEROJATNOST / VISTA	C 2,3,5
Temperatura	
NAJNIŽA (ODEKO)	-1 F1

Vjerojatnost za pojavu	Poledica, vrsta
NE: Nema pojava	1. Potpuno nula ili rosulja koja se stvara u dobru s tlom.
A: Mala vjerojatnost za pojavu	2. „Topla kila“ ili rosulja koja se stvara u dobru s tlom čija je temperatura iznad 0°C.
B: Umjerena vjerojatnost za pojavu	3. Zadržavanje snijega ili zbog pada temperature ispod 0°C.
C: Velika vjerojatnost za pojavu	4. Poledica nastala potpuno smrzavanjem suptilnog ili snježnog snijega.
D: Vrlo velika vjerojatnost za pojavu	5. Poledica nastala pri padanju snijega ili snježice.

DHMZ
Fax: 01 4851980
prognoze@vrem.diz.hr
http://vrem.hr



HRVATSKE CESTE TEHNIČKE ISPOSTAVE

Vremenska prognoza za sjevernu Hrvatsku
od danas 8. prosinca 2021. u 20 sati do sutra 9. prosinca 2021. u 8 sati

Obično. Mjestimice oborina na granici snijega i kiše, a u nekim predjelima većinom snijeg. Novi snježni pokrivač je izjedan posebno u dijelu Hrvatskog zagađa i Međimurja. Vjetar ponegdje umjereno istočni. Poledica je moguća zbog stvaranja oborine na hladnom tlu, a i zbog niske temperature.

Tablica s prognozom meteoroloških pojava

Vjerojatnost za pojavu	
OBORINE	D
SNIEG	C
SNJEŽNI POKRIVAČ	C
NOVI SNIEG > 5 CM	B
Poledica	
VJEROJATNOST / VISTA	D 2,3,5
Temperatura	
NAJNIŽA (ODEKO)	-1 F1

Vjerojatnost za pojavu	Poledica, vrsta
NE: Nema pojava	1. Potpuno nula ili rosulja koja se stvara u dobru s tlom.
A: Mala vjerojatnost za pojavu	2. „Topla kila“ ili rosulja koja se stvara u dobru s tlom čija je temperatura iznad 0°C.
B: Umjerena vjerojatnost za pojavu	3. Zadržavanje snijega ili zbog pada temperature ispod 0°C.
C: Velika vjerojatnost za pojavu	4. Poledica nastala potpuno smrzavanjem suptilnog ili snježnog snijega.
D: Vrlo velika vjerojatnost za pojavu	5. Poledica nastala pri padanju snijega ili snježice.

DHMZ
Fax: 01 4851980
prognoze@vrem.diz.hr
http://vrem.hr

Slika 3: Prognoze za HC za područje središnje (lijevo) i sjeverne Hrvatske (desno) 8.12.2021. za razdoblje od 8.12. u 20 sati do 9.12.2021. u 8 sati (izvor: DHMZ)

U prognozi izrađenoj 9.12. za razdoblje od 8 do 20 sati toga dana (nije prikazano) daje se vrlo velika vjerojatnost snijega i stvaranje snježnog pokrivača, pri čemu je u središnjoj Hrvatskoj vjerojatnost za snježni pokrivač deblji od 5 cm manja od one u sjevernoj Hrvatskoj.

3.2. Prognoistički produkti numeričkih modela

Prognoza za specijalne korisnike, u ovom slučaju Tehničke ispostave Hrvatskih cesta (i svih ostalih organizacija koje se bave održavanjem cesta u zimskom razdoblju), zahtjeva i posebno kreirane produkte određenih meteoroloških parametara. U ovom su se slučaju koristila prognoistička polja iz kojih se moglo zaključiti, uz određenu razinu vjerojatnosti, da li će na promatranom području biti oborina, u kojem će obliku te oborine biti te hoće li utjecati na sigurno odvijanje prometa (subjektivna procjena).

Na slici 4 i 5 prikazana je prognozirana vrsta oborine – kiša, susnježica, snijeg i „ledena kiša“, odnosno oborina koja se smrzava na tlu te njezina prostorna rasprostranjenost.

Na slici 6 prikazani su vertikalni vremenski presjeci u točki, konkretno za Varaždin, Bilogoru i Zagreb modela ECMWF i ALADIN-HR4 na kojima možemo vidjeti prognozu naoblake/relativne vlage, količine i vrste oborine, temperature, tlaka zraka te smjera i brzine vjetra.

Pregledom prikazanih produkata može se zaključiti da su svi modeli za 9.12. u razdoblju od 00 do 09 UTC (lokalno vrijeme = UTC+1) imali signal za oborinu, ali se dinamika rasprostiranja oborine razlikovala. Također, postojao je signala za snijeg, ali i kišu i susnježicu, čak i kišu koja se smrzava u dodiru s tlom (napomena – ovdje se ne radi razlika između „tople“ kiše koja se smrzava na hladnom tlu i „pothlađenih“ kapljica koje padaju na tlo), ali je razlika postojala u intenzitetu, vremenu i rasprostranjenosti oborine.

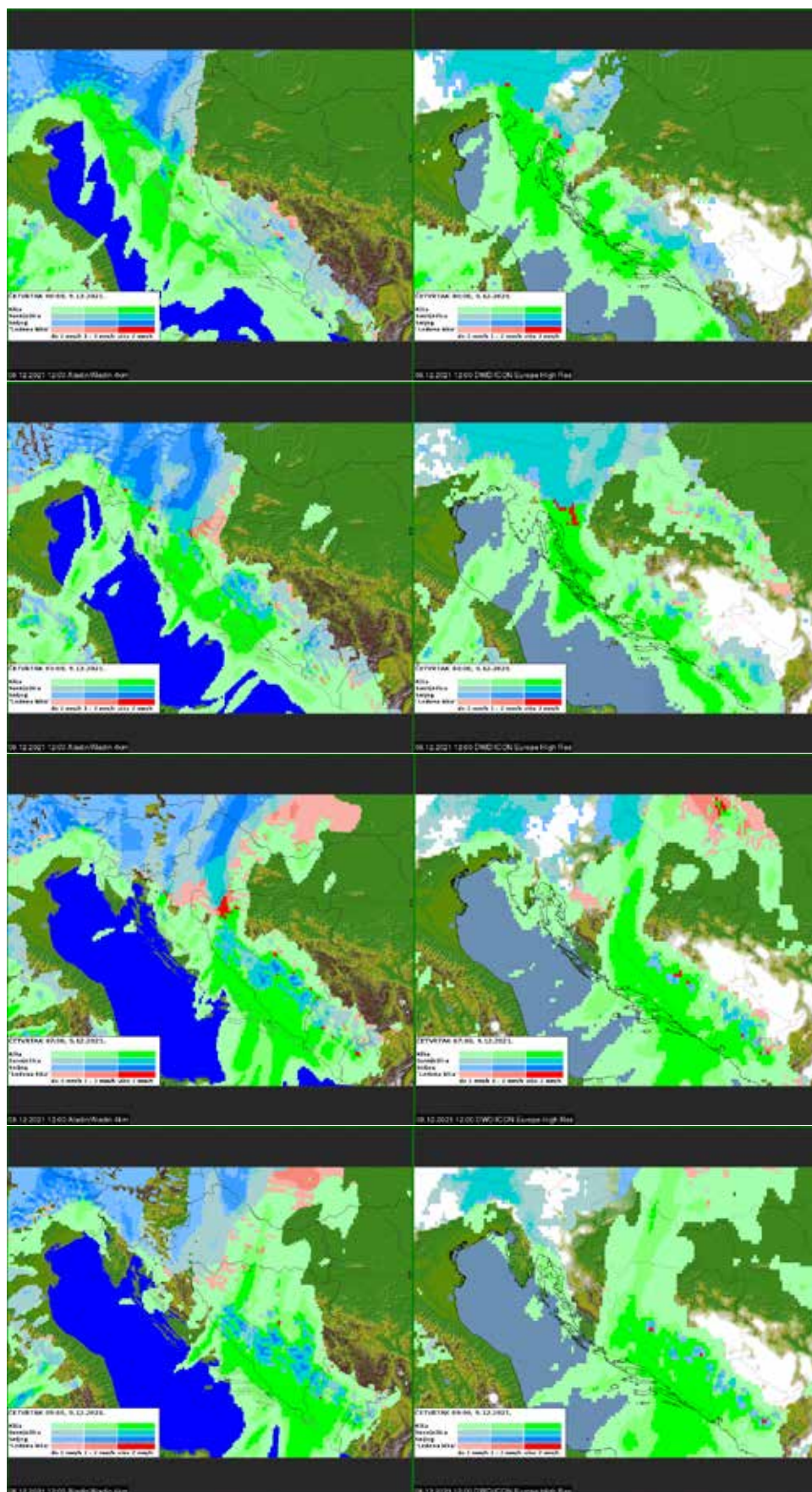
Kod vertikalnih presjeka, između ostalog, može se vidjeti raspodjela vrste oborine ovisno o geografskom položaju točke/postaje.

3.3. Opisna verifikacija uspješnosti prognoze

Na području sjeverne i središnje Hrvatske u noći sa 8. na 9.12. bilo je mjestimice kiše i susnježice, a uz pad temperature zraka prema jutru sve je češći bio i snijeg. Ujutro je na meteorološkim postajama, uglavnom sjeverne Hrvatske, zabilježen i novi snježni pokrivač debljine od 1 do 4 cm. Snijega i susnježice, ali i kiše te kiše koja se smrzava na tlu bilo je i tijekom 9.12., a oborine su uglavnom u poslijepodnevnim i večernjim satima prestale.

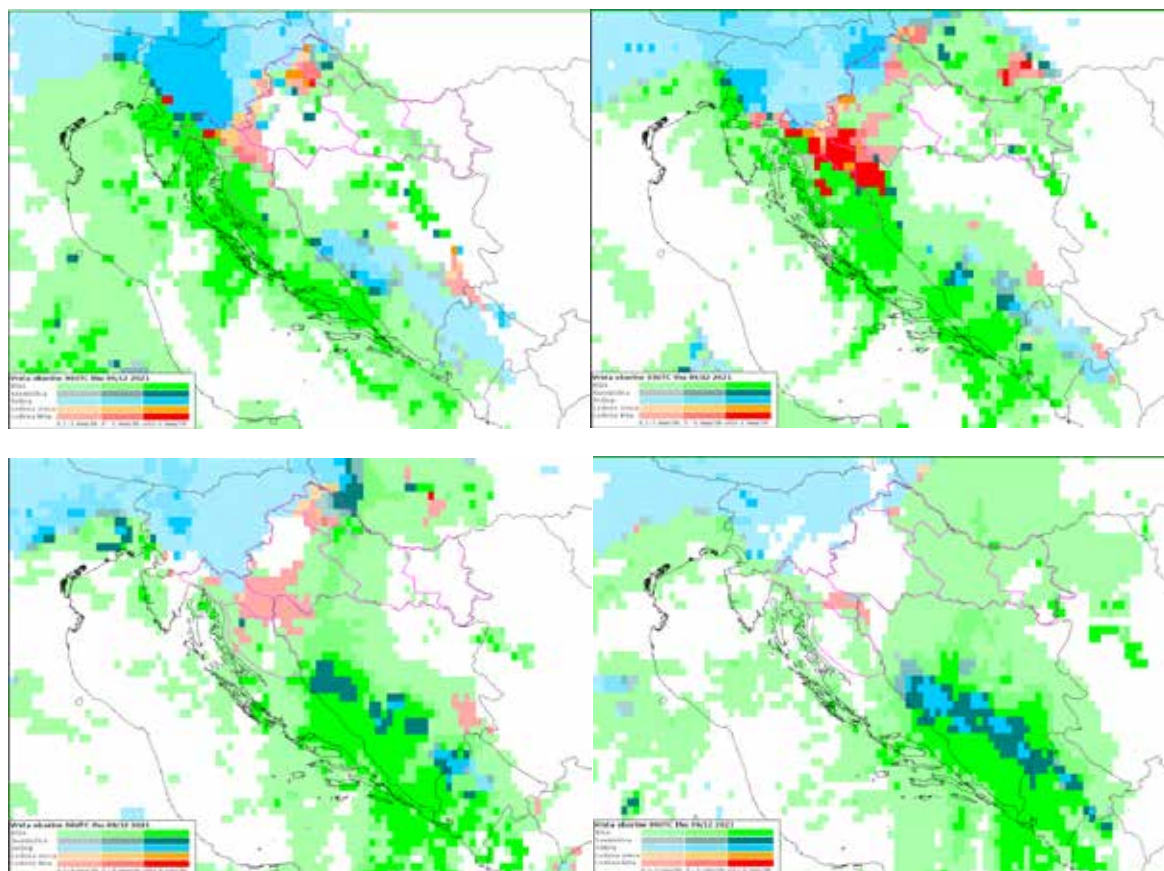
Dakle, meteorološke pojave koje mogu utjecati na sigurnost u prometu tijekom spomenutog razdoblja bile su opažene/izmjerene, ali i dobro prognozirane (poledica, tip poledice, snježni pokrivač). Posebno se to odnosi na poledicu nastalu zbog kiše koja se smrzavala na kolniku na području Podravine.

Visina snježnog pokrivača u prognozi bila je precijenjena za područje sjeverne Hrvatske (više od 5 cm). Međutim, ipak je zabilježen tanji snježni pokrivač (1 do 4 cm) kojeg je osim na meteorološkim postajama bilo i na kolnicima, ali se nije dulje zadržavao.

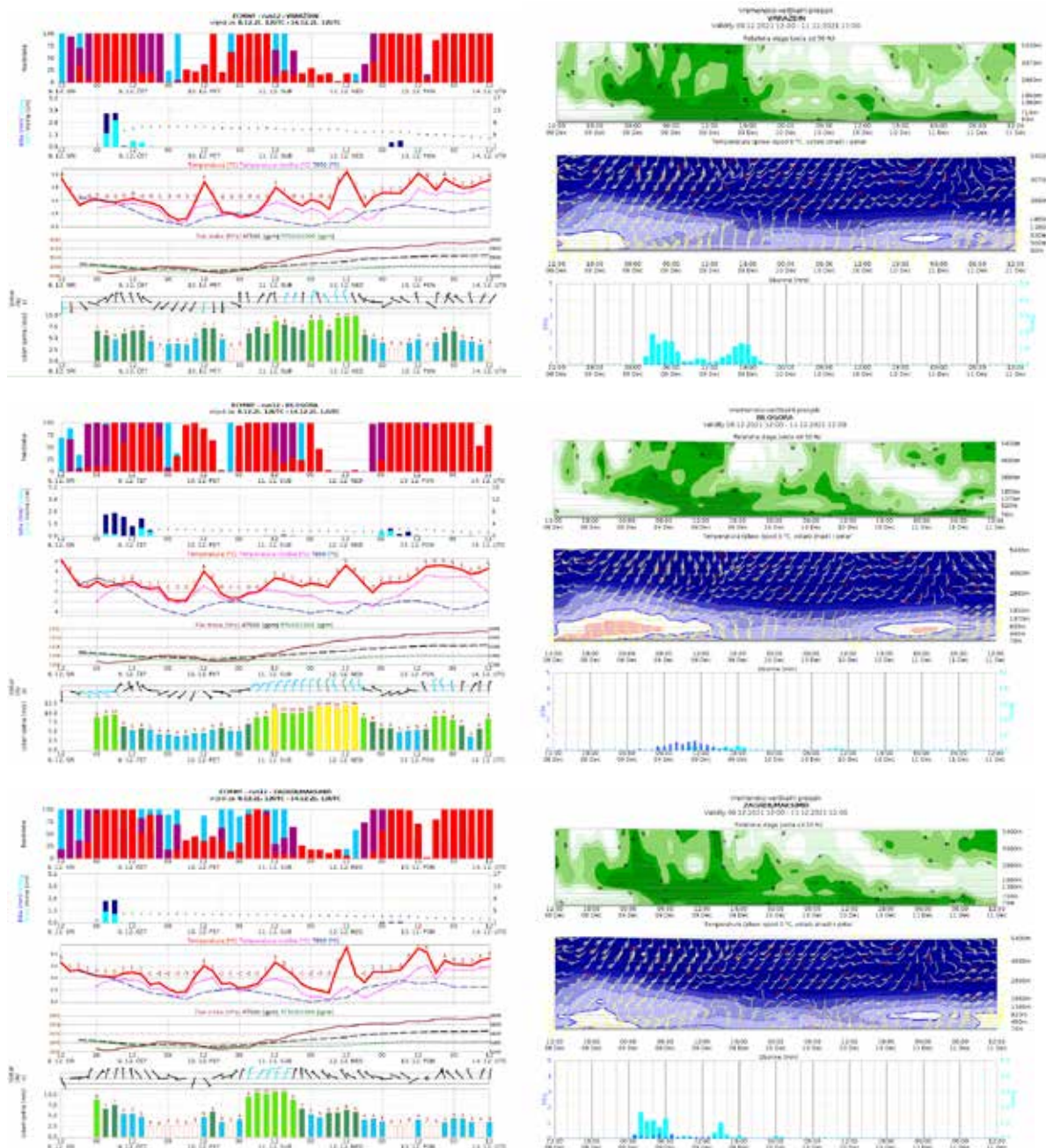


Slika 4: Vrsta oborine za 9.12.2021. u 00, 03, 06 i 09 UTC (redom odozgo prema dolje) (lokalno vrijeme = UTC+1); lijevo model ALADIN-HR4 i desno DWD ICON-EU -

različita boja znači različitu vrstu oborine (legenda), a bijela predstavlja akumulirani snijeg na tlu (model DWD) (izvor DHMZ)



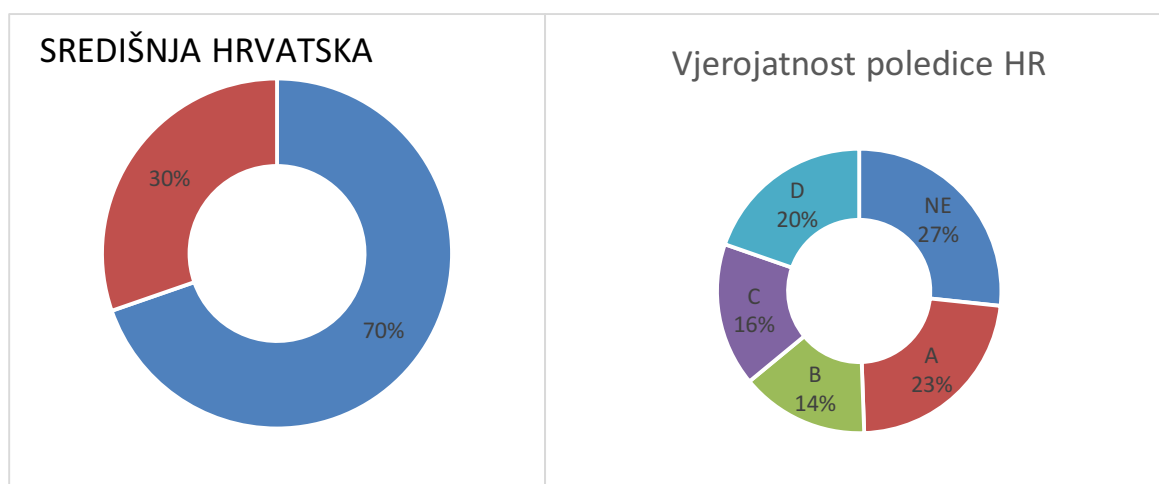
Slika 5: Vrsta oborine za 9.12.2021. u 00 (gore lijevo), 03 (gore desno), 06 (dolje lijevo) i 09 UTC (dolje desno) (lokalno vrijeme = UTC+1) modela ECMWF - različita boja znači različitu vrstu oborine – legenda (izvor DHMZ)



Slika 6: Vertikalni vremenski presjek u točki modela (lijevo ECMWF i desno ALADIN-HR4) za Varaždin, Bilogoru i Zagreb; izračun modela od 8.12.2021. u 12 UTC (izvor DHMZ)

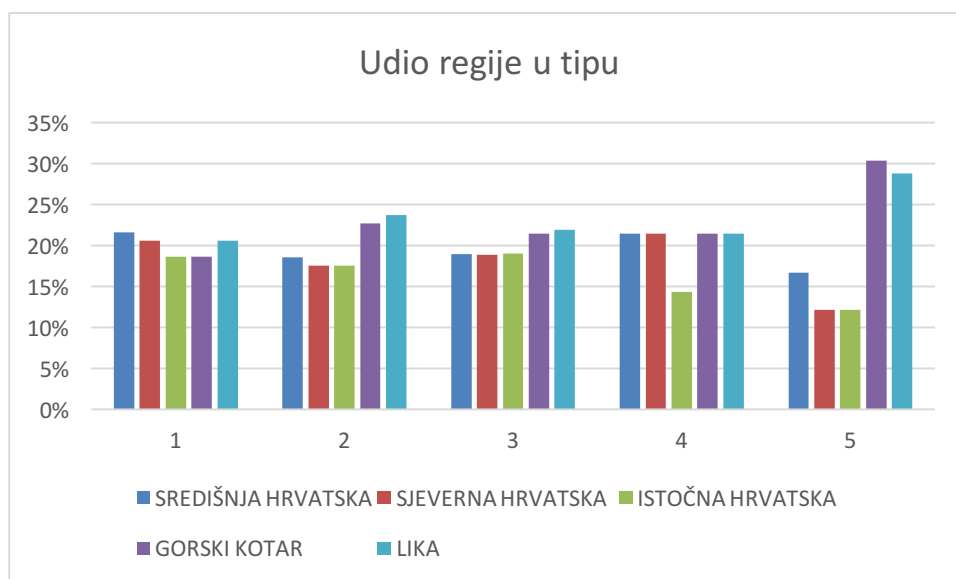
4. Pregled izdanih prometnih prognoza

U razdoblju od 2018. do kraja 2021. godine, u prognozama za Hrvatske autoceste, u oko 70 % dana prognozirani je barem jedan tip poledice (slika 7). Najčešće je to poledica nastala uslijed zaleđivanja mokrog tla zbog temperature zraka niže od 0°C , i to u svim regijama (tip 3).



Slika 7: Udio prognoza u kojima je prognozirana neka vrsta poledice u središnjoj Hrvatskoj (lijevo) i raspodjela čestina vjerojatnosti s kojom se prognozirao određeni tip poledice za područje cijele Hrvatske (NE – nije prognozirana poledica, A – mala vjerojatnost poledice (10 do 40 %), B – umjerena vjerojatnost (40 do 60 %), C – velika vjerojatnost (60 do 90 %), D – vrlo velika vjerojatnost (90 do 100 %)) (izvor: DHMZ)

Možemo primjetiti da je najviše prognoziranih situacija s poledicom nastalom zbog padanja snijega (tip 5) u Gorskom kotaru i Lici (slika 8), što je i za očekivati, a najmanje u sjevernoj i istočnoj Hrvatskoj. Također je u gorskim krajevima bilo najviše prognozirane poledice zbog kiše koja se smrzava u dodiru s tlom (tip 2), dok je u ostalim krajevima učestalost prognoze tog tipa manja, ali gotovo podjednako zastupljena.



Slika 8: Učestalost prognoziranih tipa poledice u različitim dijelovima unutrašnjosti Hrvatske (os x – tip poledice, os y – relativna frekvencija određenog tipa poledice) (izvor: DHMZ)

5. Zaključak

Prognoza meteoroloških parametara i pojava temelji se s jedne strane na izračunima numeričkih modela, a s druge strane na razumijevanju fizikalnih procesa u atmosferi [8],[9]. Posebno kreirani produkti korišteni u izradi prometne prognoze uvelike olakšavaju njezinu izradu i tumačenje.

Slučaj iz prosinca 2021. pokazuje uspješnu prognozu meteoroloških parametara (temperatura, oborine) te uspješnu prognozu pojave različitih vrsta poledice [10].

Analiza izdanih prometnih prognoza u zadnje tri sezone te u studenom i prosincu ove godine pokazuje da je najviše prognozirana poledica tipa 3 – dakle poledica nastala na vlažnim kolnicima kada je temperatura zraka oko ili niža od 0 °C. Iako se radi o analizi podataka iz zadnje 3 i pol godine, dakle kratkom nizu, to se na neki način i očekuje. Da li se radi o prevelikom broju izdanih prognoza za tu pojavu, valjalo bi provjeriti. Ovdje se nameće pitanje verifikacije prognoza kroz daljnje unaprijeđenje suradnje između cestovnih organizacija (državna i privatna društva za upravljanje, građenje i održavanje cesta) i DHMZa. Naime, uz povratnu informaciju od ekipa s terena vezanu uz postojanje i tip poledice, mogli bi se prilagoditi kriteriji na temelju kojih se prognozira poledica općenito, te posebno poledica tipa 3.

6. Literatura

[1]: Plačko-Vršnak, D., Dragojlović, D., Mikuš Jurković, P.: Pregled izdanih upozorenja na opasne vremenske pojave u Hrvatskoj s ciljem poboljšanja sigurnosti u prometu, Zbornik radova CESTE 2020, 2020.

https://www.tomsignal.com/wp-content/uploads/2020/04/CESTE_2020_ZBORNIK_RADOVA.pdf

[2]: Dragojlović, D., Plačko-Vršnak, D., Mikuš Jurković, P.: Utjecaj poledice, zaleđivanja i taloženja snijega na sigurnost odvijanj cestovnog prometa, Zbornik radova CESTE 2020, 2020.

[3]: Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), www.meteo.hr

[4]: Tudor, M., Ivatek-Šahdan, S., Stanešić, A., Horvath, K., Bajić, A.: Forecasting Weather in Croatia Using ALADIN Numerical Weather Prediction Model, Climate Change and Regional/Local Responses, 2013.

<https://www.intechopen.com/chapters/42619>

[5]: ICON (Icosahedral Nonhydrostatic) Model,

https://www.dwd.de/EN/research/weatherforecasting/num_modelling/01_num_weather_prediction_modells/icon_description.html?nn=484268

[6]: ECMWF Integrated Forecasting System – IFS,

<https://www.ecmwf.int/en/publications/ifs-documentation>

[7]: Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., et al : Klimatski atlas Hrvatske / Climate atlas of Croatia 1961-1990., 1971-2000., Zagreb, Državni hidrometeorološki zavod, 2008.

[8]: Gelo, B.: Opća i prometna meteorologija II, Školska knjiga, Zagreb, 1994.

[9]: Šinik, N., Grisogono, B.: Dinamička meteorologija – Uvod u opću cirkulaciju atmosfere, Školska knjiga, Zagreb, 2009.

[10]: Sijerković, M., Kisegi, M.: Uspješnost prognoza vremena za cestovni promet, Promet, Vol.6, br.1-2,23-29, 1994.

**ANALIZA PROMETNE SIGURNOSTI ŠKOLSKIH ZONA U
SKLOPU PROJEKTA 10-4KIDS**

**SCHOOL ZONE SAFETY ASSESSMENT WITHIN THE 10-
4KIDS PROJECT**

Autori:

LEONID LJUBOTINA, mag. ing. traff.

E-mail: ljubotina@fpz.unizg.hr

Sveučilište u Zagrebu,

Fakultet prometnih znanosti

Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

ANĐELO MARUNICA, mag. ing. traff.

E-mail: amarunica@fpz.unizg.hr

Sveučilište u Zagrebu,

Fakultet prometnih znanosti

Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

doc. dr. sc. MARKO ŠEVROVIĆ

E-mail: marko.sevrovic@fpz.unizg.hr

Sveučilište u Zagrebu,

Fakultet prometnih znanosti

Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

mr. sc. KREŠIMIR VIDUKA dipl.ing.

E-mail: viduka@hak.hr

Hrvatski Autoklub,

Avenija Dubrovnik 44, 10010 Zagreb

Sažetak:

Svakog dana otprilike 500 djece smrtno strada na ulicama širom svijeta, a ponekad djeca stradavaju nedaleko od ulaza u školu. Prometne nesreće su pojava na cesti koja se može spriječiti, ukoliko se potencijalno opasne lokacije pravovremeno saniraju odgovarajućim inženjerskim rješenjima. Mnogo čimbenika utječe na nastanak prometne nesreće od kojih su tri najvažnija čimbenika vozač, vozilo i infrastruktura. Star Rating for Schools metodologija cilja upravo na poboljšanje kvalitete prometne infrastrukture u zoni škola. Revizija cestovne sigurnosti provodi se na zahtjev investitora te je, do sada, u Hrvatskoj bila usmjerena na identificirane potencijalno opasne lokacije. Star Rating for Schools metodologija je svojstveno jednostavnija metodologija koja je proizašla iz međunarodno isprobane iRAP/EuroRAP Star Rating metodologije, usmjerena je na elemente infrastrukture koji dokazano poboljšavaju sigurnost cestovne infrastrukture te ju je zbog toga lakše i brže primijeniti kao alat za preventivnu identifikaciju potencijalno opasnih lokacija. Svrha ovog rada je prikazati Star Rating for Schools metodologiju te njenu implementaciju pri procjeni cestovne sigurnosti na području 10 škola u Republici Hrvatskoj u sklopu projekta 10-4KIDS.

Ključne riječi: sigurnost, škola, školske zone, SR4S, iRAP, Star Rating for Schools

Summary:

Every day, approximately 500 children are killed on the streets around the world, and sometimes children are injured couple of meters away from the school entrance. Traffic accidents are a preventable road occurrence when potentially dangerous locations are repaired in a timely manner with appropriate engineering solutions. Many factors influence the occurrence of a traffic accident, of which three most important factors are the driver, the vehicle, and the infrastructure. Star Rating for Schools (SR4S) methodology aims to improve the quality of transport infrastructure within the school zone. Road safety audit is carried out at the request of investors and, so far, in Croatia it has been focused on already identified potentially dangerous locations. SR4S is a much simpler method derived from the internationally tested iRAP/EuroRAP Star Rating methodology, focused on infrastructure elements that have a proven positive impact on road infrastructure safety and therefore easier and faster to use as a tool for preventive identification of potentially dangerous locations. This paper presents the Star Rating for Schools methodology and its implementation in the assessment of road safety.

Key words: safety, traffic safety, school, school zones, SR4S, Star Rating for Schools

1.UVOD

Ovaj stručni rad opisuje metodologiju, postupke, način terenskog prikupljanja potrebnih podataka te tijekom projekta analize prometne sigurnosti školskih zona u sklopu projekta 10-4KIDS. Za potrebe analize sigurnosti školskih zona korištena je Star Rating for Schools (SR4S) metodologija razvijena od strane iRAP-a, krovne organizacije zadužene za razvoj međunarodno implementirane Star Rating metodologije. Star Rating for Schools je metodologija koja se temelji na široko primijenjenoj Star Rating metodologiji namijenjenoj procjeni sigurnosti cestovne infrastrukture. Posebne značajke SR4S metodologije jesu njena jednostavnija primjena u odnosu na klasičan Star Rating zbog smanjenog broja atributa cestovne infrastrukture koje je potrebno prikupiti te specifična analiza atributa koji imaju utjecaj na sigurnost pješaka. U sklopu 10-4KIDS projekta, financiranog od strane FIA-e (Fédération Internationale de l'Automobile), a provedenog u suradnji s HAK-om (Hrvatski autoklub), odabrano je 10 reprezentativnih škola, po dvije škole za regije Središnja Hrvatska, Slavonija, Lika, Dalmacija te Istra. Nadalje, parovi škola odabrani po regijama predstavljaju po jednu školu u urbanom području te po jednu školu u ruralnom području. Po uspješnom odabiru, uspostavljena je komunikacija s predstavnicima odabranih škola kako bi ih se upoznalo sa projektom te kako bi se osigurala sva potrebna dopuštenja. Idući korak projekta bio je izlazak na teren kako bi se prikupili svi podaci o stanju cestovne infrastrukture u blizini škole, a koju školarci i njihovi roditelji svakodnevno koriste. Terenska analiza sastoji se od prikupljanja podataka o: cestovnim atributima promatranih zona, operativnim brzinama, prometnim i pješačkim tokovima te foto dokumentiranja zone u obradi. Obrada prikupljenih podataka obavlja se u uredu, analizom prikupljenih podataka o prometnim i pješačkim tokovima te analizom prikupljenih podataka o operativnoj brzini. Obrađeni se podaci tada kodiraju u aplikaciju (termin kodiranje odnosi se na unošenje podataka o atributima infrastrukture u SR4S web aplikaciju) pomoću koje se izračunava ocjena zvjezdicama (eng. Star Rating) za svaku pojedinu zonu u obradi, a kojih je u sklopu 10-4KIDS projekta bilo 32 za 10 obrađenih škola. Na temelju ocjena zvjezdicama i uz uvažavanje komentara lokalnih stanara i osoblja škole prikupljenih na terenu, definirale su se mjere poboljšanja cestovne sigurnosti u zoni škola. Od 32 analizirane školske zone samo je jedna zona ocijenjena jednom zvjezdicom (visoki rizik), dvije školske zone ocijenjene su s po dvije zvjezdice (srednje visoki rizik), sedam školskih zona je ocijenjeno s tri zvjezdice (srednji rizik), dok je osam školskih zona ocijenjeno s 4 zvjezdice te je 14 školskih zona ocijenjeno s 5 zvjezdica, odnosno srednje niska i niska razina rizika. Detaljni rezultati analize prikazani su u ovom članku.

2. STAR RATING FOR SCHOOLS (SR4S) U SVIJETU

Iako se iRAP-ova Star Rating for Schools metodologija kroz projekt 10-4KIDS po prvi put implementirala u Hrvatskoj, ta je metodologija već implementirana u nekolicini drugih zemalja gdje je polučila uspješne rezultate. Jedan od primjera je Brazil [1], gdje se projekt proveo u gradskoj četvrti Realengo. Provedbom projekta utvrđeno je kako čak 60% intervjuiranih učenika pješaci do škole te zahtijeva sigurnije okruženje jer su izloženi visokim brzinama osobnih vozila. Taj je problem dodatno izražen u trenucima kada se djeca suoče s parkiranim vozilima na nogostupu te su prisiljena hodati kolnikom, kraj brzih vozila. Kako bi se riješio problem, predložena je kompletna reorganizacija prometa na ulicama kraj škole. U svibnju 2019. vodeći partner u Vijetnamu [2], AIP Foundation, proslavio je UN-ov tjedan sigurnosti u cestovnom prometu te su predstavljeni rezultati analize SR4S metodologije na području 4 od analiziranih 37 škola koje se nalaze na liniji BRT (Bus Rapid Transit) sistema. Mjere sanacije uključivale su implementaciju znakova školske zone, implementaciju pješačkih prijelaza te pješačkih otoka. Osim Hrvatske, Moldavija je također ocjenjivala stanje sigurnosti školskih zona u sklopu projekta 10-4KIDS [3].

Osim navedenih primjera, iRAP je također član međunarodnog Cities4Children udruženja [4], kojem je cilj osigurati da prava djeteta budu čvrsto ugrađena u urbani program, kako bi djeca odrastala u zdravom, sigurnom i sretnom okruženju te kako bi kroz rast i razvoj djeca dostigla njihov maksimalni potencijal.

3.STAR RATING FOR SCHOOLS U HRVATSKOJ

Star rating for Schools je u Hrvatskoj proveden kroz projekt 10-4KIDS, financiran od strane FIA-e u suradnji s Hrvatskim autoklubom te je ovo je prva implementacija Star Rating for Schools protokola u Hrvatskoj, a Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu izveo je projekt u roku od 6 mjeseci. U nastavku rada opisani su postupci odabira škola, radovi koji su prethodili izlasku na teren, terenska analiza te rezultati projekta.

3.1 Odabir škola

Metodologija korištena za odabir reprezentativnih školskih zona u različitim regijama Republike Hrvatske u kojima je provedena detaljna analiza sigurnosti cestovne infrastrukture prema SR4S (Star Rating for Schools) metodologiji temeljila se na odabiru sljedećih kriterija:

1. Kriteriji ujednačenosti odabira škola po regijama;
2. Kriteriji tipa područja (urbano/ruralno);
3. Kriteriji udaljenosti škola od glavnih gradskih cesta, državnih i županijskih cesta koje se nalaze u njihovom gravitacijskom području;
4. Kriteriji prosječnog godišnjeg dnevnog prometa (PGDP) na mreži magistralnih gradskih cesta, državnih i županijskih cesta u gravitacijskom području školskih zona;
5. Procijenjeni troškovi istraživanja.

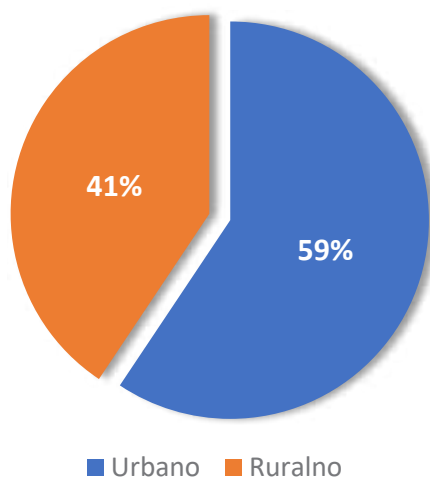
S obzirom na zahtjeve projekta i navedene kriterije odabira, izabrano je pet reprezentativnih škola unutar urbanog područja i pet reprezentativnih škola unutar ruralnog područja iz različitih regija Republike Hrvatske. Tablica 1 sadrži popis odabranih škola prema području u kojem je škola smještena.

Tablica 1 Popis odabranih škola prema području analize

Naziv škole	Područje
OŠ Otok	Urbano
OŠ Sela	Ruralno
OŠ Višnjevac	Urbano
OŠ Bršadin	Ruralno
OŠ Visoka	Urbano
OŠ Poličnik	Ruralno
OŠ Dr. Jure Turića	Urbano
OŠ Plitvička Jezera	Ruralno
OŠ Veli Vrh	Urbano
OŠ Tar - Vabriga	Ruralno

Izvor: Obrada autora

Iako se odabir škola sastojao od sveukupno 10 škola, s po 5 odabranih škola u ruralnom području i 5 odabranih škola u urbanom području, sveukupan broj analiziranih zona je 32 i on ovisi o veličini utjecaja pojedine škole na okolne ceste. Od 1 analizirane zone smještene ispred ruralne škole OŠ Plitvice, taj broj je rastao do čak 6 analiziranih školskih zona smještenih kod OŠ Veli Vrh. Raspodjelu analiziranih zona po području analize prikazuje grafikon 1.



Grafikon 1 Raspodjela analiziranih zona po području

Izvor: Obrada autora

3.2 Uredska priprema

Prethodno na terenski rad, tim inženjera proveo je pripremne radnje u uredu. Pripremne su radnje uključivale pregled satelitskih i ortofoto snimaka pomoću kojih su se definirale zone obuhvata unutar kojih su se kasnije prikupljali podaci o pješačkim i prometnim tokovima. Osim definiranja školskih zona, prikupljali su se popratni podaci kao što su broj učenika pojedinih škola, kontakti, potrebna dopuštenja za dolazak na teren i slikanje te se provjeravala vremenska prognoza kako bi tim na terenu prikupljao podatke u optimalnim vremenskim uvjetima, bez kiše ili snijega. Nakon što su se prikupili osnovni podaci o školama, na iRAP-ovoj internet stranici Star Rating for Schools metodologije kreirao se 10-4KIDS projekt, unutar kojeg su se definirale škole za analizu sa svim popratnim podacima. Prvi kontakt s predstavnicima škole ostvarili su predstavnici HAK-a (Hrvatski autoklub), kako bi ih upoznali s projektom te im objasnili prednosti provedbe projekta 10-4KIDS, a nadalje bi predstavnike škola kontaktirali članovi tima nekoliko dana prije izlaska na teren kako bi obavijestili odgovorne osobe u školi o njihovom dolasku te kako bi se informirali o vremenu početka i kraja nastave za jutarnju i popodnevnu školsku smjenu. Prije izlaska na teren, tim inženjera je pripremio SR4S obrasce za kodiranje i svu neophodnu opremu koja se koristila za prikupljanje podataka te provjerio vremensku prognozu.

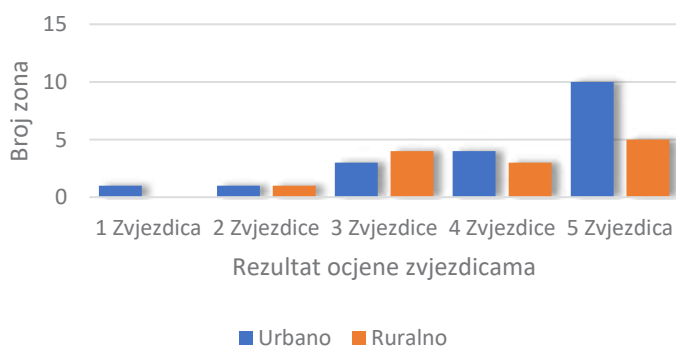
3.3 Terenski rad

U svrhu prikupljanja podataka potrebnih za provedbu analize sigurnosti školskih zona prema SR4S metodologiji, tim inženjera odgovoran za provedbu projekta organizirao je terensku analizu i terensko prikupljanje podataka. Terenski rad se odvijao na lokacijama neposredno u blizini škole, odnosno u zonama analize koje su se definirale u ranijem koraku. Po potrebi, jednom kada bi tim inženjera bio na terenu te analizirao zatečeno stanje, odabrale bi se dodatne zone analize ukoliko je to bilo potrebno. Školska nastava u jutarnjoj smjeni počinje u 8:00, stoga se uzeo vršni sat od 7:00 do 8:00 unutar kojega su se prikupljali podaci o pješačkim i prometnim tokovima. Tim inženjera pobrinuo se da na svaku odabranu lokaciju stigne najmanje 15 minuta prije vršnog sata kako bi se mogle napraviti sve pripremne radnje. S obzirom da radar za mjerenje brzine nije bio na raspolaganju, bilo je potrebno osmisliti novu metodu prikupljanja brzina vozila u zoni, pomoću koje se kasnije može izračunati operativna brzina vozila. U tu svrhu koristila se akcijska kamera opremljena dodatnom baterijom i učvršćena na stativ. Lokacija postavljanja akcijske kamere nalazila se na onom dijelu ceste u zoni na kojem su se vozila mogla kretati neometano, kako bi kamera zabilježila reprezentativan način i brzinu vožnje kroz zonu. Za potrebe izračunavanja brzine vožnje vozila, na dijelu kolnika kojeg snima kamera nacrtale bi se kredom dvije međusobno paralelne crte udaljene 5 metara te okomite na smjer vožnje. Takva bi se procedura ponovila za svaku od analiziranih zona. Radi prikupljanja dostatnog uzorka vozila za utvrđivanje operativne brzine u zoni, kamera bi snimala uzorak od minimalno 100 vozila u zoni ili, ako taj uvjet ne bi bio zadovoljen unutar vršnog sata, kamera bi snimala određenu lokaciju u zoni najviše pola sata, bez obzira na broj zabilježenih vozila. Podatke o brzini vozila, prikupljene na opisani način, bilo je potrebno dodatno obraditi po povratku u ured, odnosno pregledati prikupljene video materijale te izmjeriti vrijeme koje je svakom pojedinom vozilu bilo potrebno da s prednjim kotačima prijeđe preko dvije oznake na kolniku. Uz poznato vrijeme putovanja na poznatoj udaljenosti moguće je izračunati brzinu vozila. Osim podataka o brzini prometnog toka, tim inženjera je na terenu prikupio mnoge druge podatke, među kojima su podaci o pješačkim i prometnim tokovima u zoni, izmjere širine kolnika i voznih traka, fotodokumentacija trenutnog stanja analizirane školske zone te su se u konačnici prikupili i podaci o atributima pojedine školske zone, koji su se kodirali na ranije otisnute SR4S papirnate obrasce. Podaci o zabilježenim prometnim i pješačkim tokovima u pojedinoj zoni prikupljali su se pomoću aplikacije na mobilnom uređaju unutar koje su se definirale kategorije prema iRAP metodologiji, kao što su: *pješaci – strana vozača*, *pješaci – strana suvozača*, *pješaci – poprijeko*, te kategorije za vozila kao što su: *vozila – strana vozača* i *vozila – strana suvozača*. Nakon prikupljanja podataka o brzinama i prometnim tokovima, kodirani su svi atributi analiziranih zona na otisnute obrasce. Za vrijeme „kodiranja“ na obrascima se bilježila prisutnost, odnosno odsutnost određenih infrastrukturnih elemenata koji dokazano utječu na sigurnost pješaka unutar školske zone. Tako su se primjerice kodirale širine voznih traka, prisutnost pješačke infrastrukture, prisutnost obilježenih pješačkih prijelaza, prisutnost ograde za pješake i mnogi drugi.

Za kraj terenske analize tim je detaljno fotografirao analizirane školske zone i sve kodirane cestovne atribute. Ukoliko je to bilo moguće, dnevno bi se analizirale po dvije školske zone, jedna u jutarnjem terminu, a druga u popodnevnom terminu.

4. Rezultati

U ovom su poglavlju prikazani rezultati analize školskih zona prema SR4S metodologiji. Po završetku prikupljanja podataka na terenu uslijedila je analiza prikupljenih podataka u uredu. Pregledali su se video materijali i izračunale operativne brzine, prikupljeni podaci o pješačkim i prometnim tokovima prepisani su iz mobilne aplikacije u tabularan format, a podaci o atributima cestovne infrastrukture u analiziranim školskim zonama prepisani s papirnatih obrazaca u SR4S web aplikaciju, odnosno školske zone su kodirane. Uz kodiranje, u aplikaciji je označena lokacija analizirane zone te su u aplikaciju prenesene i fotografije školskih zona kako bi neovisni iRAP recenzenti koda mogli provjeriti je li kodiranje provedeno u skladu s iRAP pravilima. Po završetku kodiranja, naredbom u aplikaciji kodirane zone su predane na recenziju koja je bila dovršena u roku od nekoliko dana za sve školske zone. U sklopu projekta 10-4KIDS sveukupno je analizirano 10 škola u 5 različitih regija Hrvatske, po 5 škola iz ruralnih područja te 5 škola iz urbanih područja. Sveukupno su analizirane 32 školske zone, a njihove ocjene prikazuje grafikon 2. Iz priloženog grafa moguće je zaključiti kako je samo jedna školska zona, i to u urbanom području, ocijenjena s jednom zvjezdicom, te su po jedna školska zona u ruralnom i jedna u urbanom području ocijenjene s dvije zvjezdice. Tri školske zone u urbanom i četiri školske zone u ruralnom području ocijenjene su s po tri zvjezdice (srednja razina rizika). Četiri školske zone u urbanom i tri školske zone u ruralnom području ocijenjene su s po 4 zvjezdice (srednje-niska razina rizika), dok je velika većina školskih zona ocijenjena s 5 zvjezdica, odnosno niska razina rizika, i to 10 školskih zona iz urbanog područja i 5 školskih zona iz ruralnog područja.



Grafikon 2 Rezultati ocjene zvjezdicama prije implementacije mjera sanacije, prema području zone

Izvor: Obrada autora

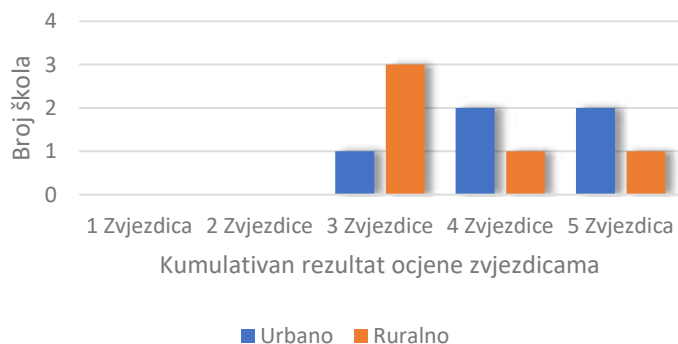
Kumulativni rezultati po pojedinoj školi izračunati su pomoću aritmetičke sredine, suma rezultata svih zona koje predstavljaju jednu školu podijeljena je s brojem zona (pribrojnika). Dobiveni rezultati po školama prikazani su u tablici 2.

Tablica 2 Kumulativni rezultati ocjena zvjezdica po školama

Naziv škole	Ocjena zvjezdica
OŠ Otok	5 Zvezdica
OŠ Sela	3 Zvezdice
OŠ Višnjevac	5 Zvezdica
OŠ Bršadin	3 Zvezdice
OŠ Visoka	4 Zvezdice
OŠ Poličnik	4 Zvezdice
OŠ Dr. Jure Turića	4 Zvezdice
OŠ Plitvička Jezera	3 Zvezdice
OŠ Veli Vrh	3 Zvezdice
OŠ Tar - Vabriga	5 Zvezdica

Izvor: Obrada autora

Grafikon 3 prikazuje kumulativne rezultate ocjene zvjezdica po školama. Iz prikazanog je moguće zaključiti kako je generalno stanje školskih zona u Hrvatskoj adekvatno, s niti jednom školom ocijenjenom s jednom ili dvije zvjezdice. Jedna škola u urbanom području i tri škole u ruralnom području ocijenjene su ocjenom od 3 zvjezdice za sigurnost, dok je preostali broj škola podjednako raspodijeljen u kategorije 4 i 5 zvjezdica, odnosno po dvije škole iz urbanog područja ocijenjene su s 4 i 5 zvjezdica te je po jedna škola iz ruralnog područja ocijenjena ocjenama 4 i 5 zvjezdica. Iz prikazanih rezultata moguće je zaključiti kako škole u urbanim sredinama uglavnom pružaju bolju razinu sigurnosti od škola u ruralnim sredinama. Razlog tome može se pronaći u činjenici da je većina škola smještenih u urbanoj sredini omeđena ulicama na kojima je zabilježena niska brzina prometnog toka, u određenim slučajevima postoje mjere za smirivanje prometa te je razvijena adekvatna pješačka infrastruktura. S druge strane, škole smještene u ruralnom okruženju uglavnom nemaju adekvatnu pješačku infrastrukturu, često nedostaju adekvatne mjere za smirivanje prometa, a k tome se škole nerijetko nalaze u neposrednoj blizini državnih cesta, na kojima je zabilježena velika količina prometa koji se kreće relativno visokom brzinom.



Grafikon 3 Kumulativan rezultat ocjene zvjezdica po školi

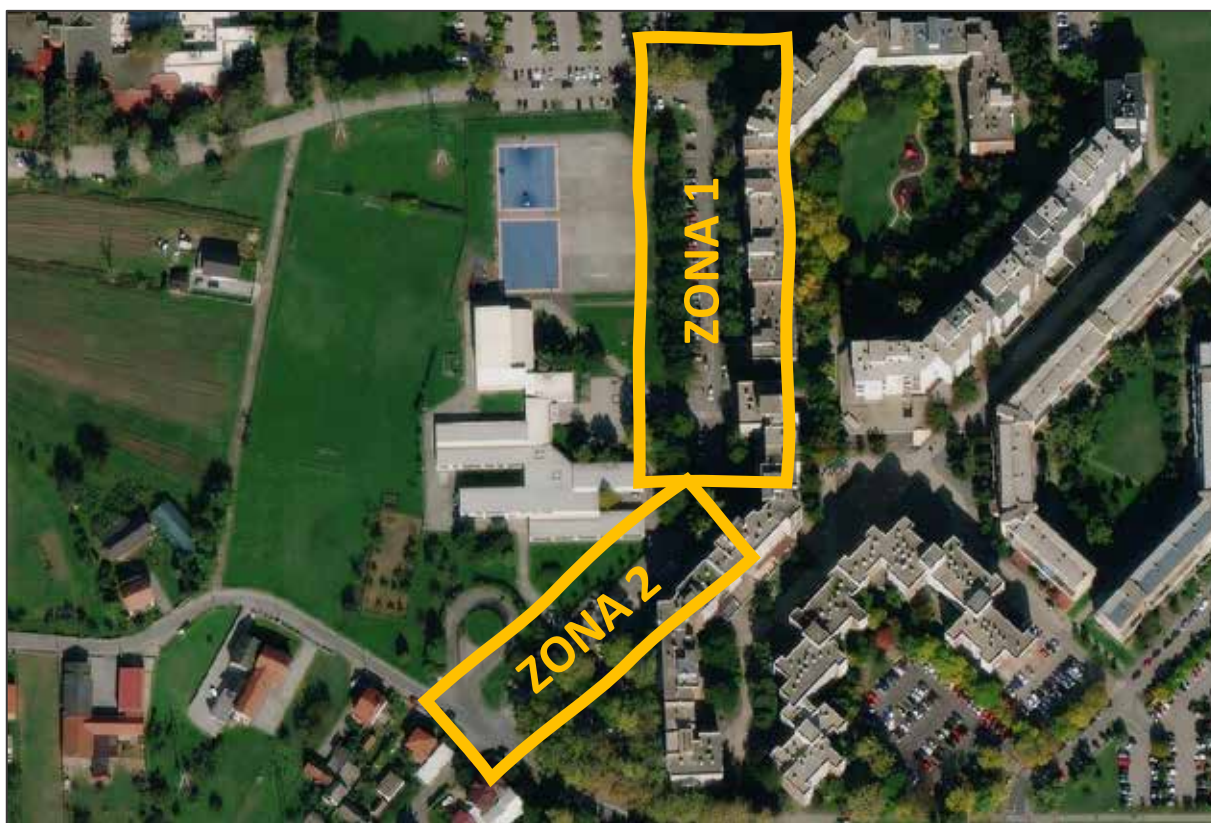
Izvor: obrada autora

4.1 Primjeri rezultata po školama

U ovom su potpoglavlju prikazani detaljni rezultati nekoliko odabranih škola koje su analizirane u sklopu projekta uz prijedloge mjera sanacije koji mogu potencijalno povećati ocjenu zvjezdicama.

OŠ Otok

Osnovna škola Otok nalazi se u urbanom području, u južnom dijelu grada Zagreba. Škola je analizirana kroz dvije zone, od kojih su obje postigle 5 od mogućih 5 zvjezdica za sigurnost. Iako su obje zone ocijenjene s maksimalnih 5 zvjezdica, implementacija mjera sanacije kao što su implementacija zone 30km/h, poboljšanje kvalitete zavoja, postavljanje podignutog i obilježenog pješačkog prijelaza te obnova istrošene horizontalne signalizacije i pješačkih prijelaza, razina sigurnosti u krugu škole dodatno bi se poboljšala. Zone obuhvata prikazuje slika 1.

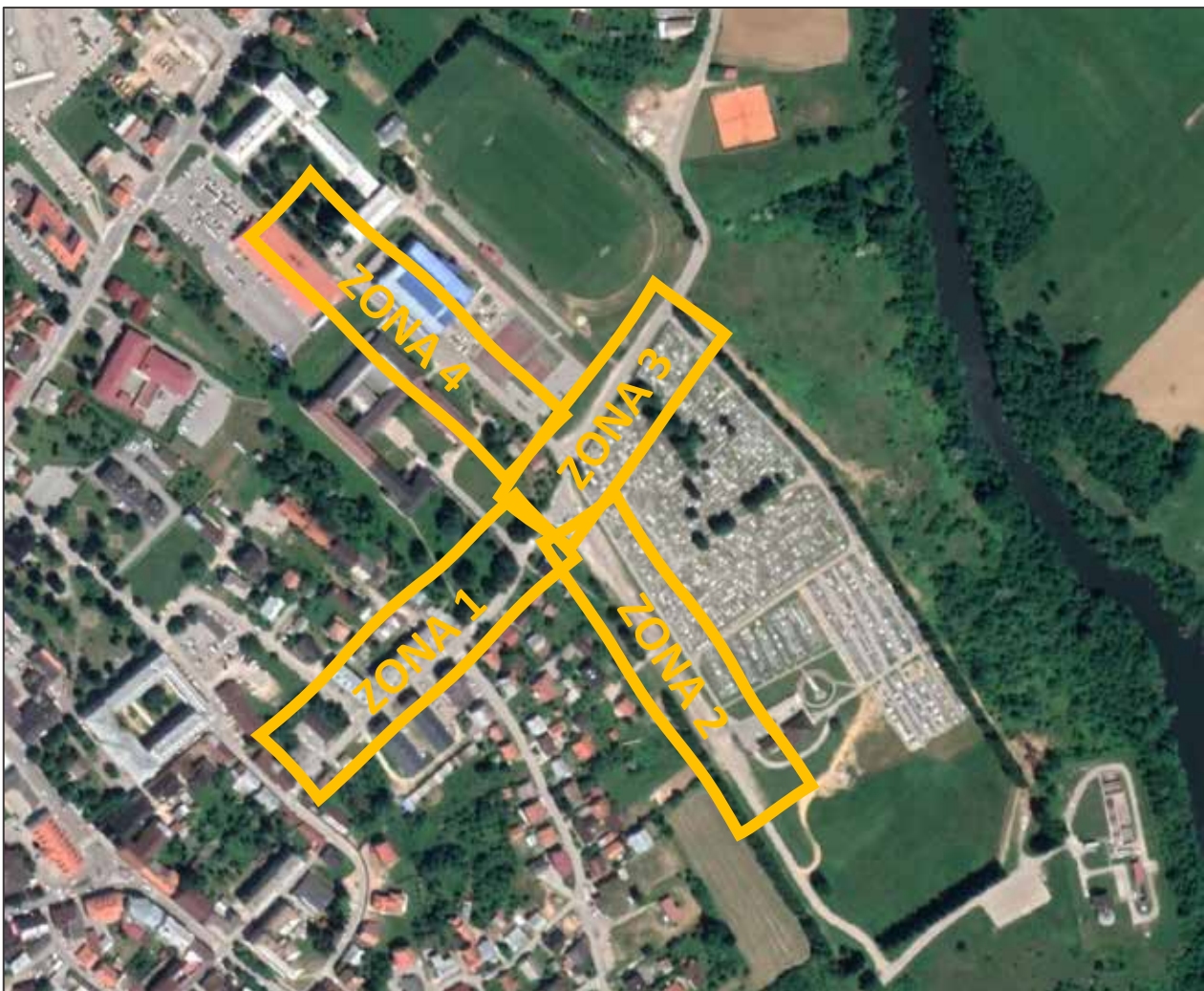


Slika 1 Zone obuhvata OŠ Otok

Izvor: Google karte uz obradu autora

OŠ Dr. Jure Turića

Osnovna škola dr. Jure Turića nalazi se u Gospiću, u urbanom okruženju. Škola je analizirana kroz 4 zone, od kojih su zona 1 i zona 4 ocijenjene s 5 od mogućih 5 zvjezdica za sigurnost, dok su zone 2 i 3 ocijenjene s 3 zvjezdice za sigurnost. Kako i se ocjena u zonama 2 i 3 povećala na 4 od mogućih 5 zvjezdica, preporučuje se poboljšanje stanja kolnika, osiguravanje odgovarajuće hrapavosti kolnika, obnova i postavljanje novih vertikalnih i horizontalnih oznaka u zoni 2 te poboljšanje vertikalne i horizontalne signalizacije, poboljšanje kvalitete raskrižja, provedba mjera za smirivanje prometa te implementacija barem obilježenog pješačkog prijelaza u zoni 3. Kako bi se dodatno podigla razina sigurnosti u zonama 1 i 4, moguće je implementirati mjere za smirivanje prometa u zoni 1 te odgovarajuću horizontalnu signalizaciju u zoni 4. Zone obuhvata prikazuje slika 2.



Slika 2 Zone obuhvata OŠ Dr. Jure Turića

Izvor: Google karte uz obradu autora

OŠ Veli Vrh

Osnovna škola Veli Vrh nalazi se u Puli, u urbanom području, te ima najveći broj zona obuhvata jer je gotovo u cijelosti okružena ulicama i pješačkim stazama. Od 6 analiziranih zona, zone 1,2,3 i 4 ocijenjene su s 4 od mogućih 5 zvjezdica, dok je zona 5 ocijenjena s najnižom ocjenom od 1 zvjezdice, a zona 6 ocijenjena je s tek 2 zvjezdice. Kako bi se razina sigurnosti u prve 4 zone povisila na 5 od 5 zvjezdica, predlaže se primjena režima od 30 km/h u navedenim zonama. Za zonu 5 preporučuje se rekonstrukcija ulice s implementacijom proširenja prometnih traka, dodavanjem ulične rasvjete i nogostupa s obje strane, poboljšanjem vidljivosti i iscrtavanjem rubnog traka. Ovaj skup infrastrukturnih mjera može povećati sigurnost unutar zone na 4 od 5 zvjezdica, dok se za zonu 6 preporučuje dodavanje nogostupa i ulične rasvjete, što će povećati razinu sigurnosti u zoni s 2 na 3 zvjezdice. Zone obuhvata prikazuje slika 3.



Slika 3 Zone obuhvata OŠ Veli Vrh

Izvor: Google karte uz obradu autora

4.2 Kumulativni rezultati nakon implementacije mjera sanacije

Nakon implementacije predloženih mjera sanacije moguće je očekivati porast kumulativne razine sigurnosti svake od navedenih škola u Republici Hrvatskoj. Grafikon 4 prikazuje kumulativne rezultate ocjena zvjezdicama nakon implementacije mjera sanacije.



Grafikon 4 Kumulativan rezultat ocjene zvjezdicama po školi, nakon implementacije mjera sanacije

Izvor: Obrada autora

5. ZAKLJUČAK

Ocjenjivanje sigurnosti prometnih zona kod 10 odabranih škola u okviru projekta 10-4Kids provodilo se u periodu od šest mjeseci, od lipnja do prosinca 2021. godine. Projekt se sastojao od pripremnih aktivnosti tijekom kojih su definirane školske zone te je uspostavljen plan rada na terenu, terenskog rada tijekom kojeg je stručni tim uspješno izvršio procjenu školskih zona, te naknadnog kodiranja nakon čega su rezultati analizirani. Rezultati sigurnosne procjene 32 školske zone koje su raspoređene oko 10 odabranih škola pokazali su da (prema SR4S metodologiji) većina promatranih školskih zona ima odgovarajuću razinu sigurnosti i da kumulativna ocjena škola zvjezdicama ne iznosi 2 ili manje zvjezdica u niti jednom slučaju. Općenito govoreći, većina školskih zona promatranih u sklopu projekta ima dostatno razvijenu pješačku infrastrukturu ili vrlo nizak prometni tok, što ih čini relativno sigurnima za pješake i djecu koja pješake na putu do škole. Mjerenja su pokazala da su operativne brzine vozila u svim slučajevima ispod ograničenja brzine, a vozači su se uglavnom ponašali na siguran način, uzimajući u obzir prisutnost djece na ulici, što također potvrđuje činjenica da se u Republici Hrvatskoj ne događaju prometne nesreće sa smrtno stradalom djecom unutar školskih zona. Iako se prema SR4S metodologiji većina škola već smatra adekvatno sigurnima u svom trenutnom stanju (pri čemu su 4 ocijenjene sa srednjim rizikom, 3 s niskim rizikom i 3 s vrlo niskim rizikom), potrebno je naglasiti da predložene mjere poboljšanja imaju veliki potencijal dodatno povisiti razinu sigurnosti. Procjenjuje se da sve škole, ukoliko se primjene predložene sigurnosne mjere, imaju visok potencijal da postanu još sigurnije za djecu, te mogu biti ocijenjene s 5 od 5 zvjezdica – vrlo nizak rizik.

LITERATURA

- [1] FIA Foundation, Rio de Janeiro schools journey interventions launched with ITDP Brazil, Internet izvor dostupan putem:
<https://www.fiafoundation.org/blog/2021/december/rio-de-janeiro-schools-journey-interventions-launched-with-itdp-brazil> (29.01.2022)
- [2] Star rating for Schools, AIP Foundation celebrate success in Vietnam, Internet izvor dostupan putem:
<https://starratingforschools.org/2019/05/celebrate-success-in-vietnam/> (29.01.2022)
- [3] EuroRAP, Automobile Club Moldova is assessing the safety of school roads, Internet izvor dostupan putem:
<https://eurorap.org/automobile-club-moldova-is-assessing-the-safety-of-school-roads/> (29.01.2022)
- [4] Cities for Children, Our vision: Cities where children and youth thrive, Internet izvor dostupan putem:
cities4children.org (29.01.2022)

Lana Račić, dipl.ing.prom. TRAFIKI Obrt za inženjerstvo i poslovne usluge,
lana@trafiki.hr

Italina Benčević bacc. oec., Roditelji u akciji – RODA, italina.b@roda.hr

Prometna edukacija djece simuliranim okruženjem virtualne stvarnosti

Sažetak:

Današnja prometna edukacija djece ne prati ubrzani ritam života, razvoj prometne infrastrukture i povećanje broja automobila na cestama dok istovremeno utjecaj moderne tehnologije igra sve važniju ulogu u svakodnevnom životu. Primjenom modernih tehnologija i alata virtualne stvarnosti u području prometne edukacije djece koristi se inteligentni sustav treninga koji pruža realistično, otvoreno okruženje koje je sigurno, a djeca nisu izložena opasnostima i ograničenjima stvarnog treninga na cesti.

Predvidljivom prometnom rutinom, svjesnim kretanjem i aktivnim promatranjem te svakodnevnim izazovima u kojima djeca logički razmišljaju dok paralelno koriste maštu, stvaraju se iskustva na kojima djeca uče, a ozbiljne stvari postaju razumljive i primjenjive.

Iako je sudjelovanje u prometu za dijete izazovan zadatak, uz educiranje i stjecanje vještina primjerenih djetetovoj dobi, dijete će biti sposobno donositi ispravne odluke.

KLJUČNE RIJEČI: prometna edukacija, tehnologija, prometna sigurnost

Traffic education of children in a simulated virtual reality environment

Abstract:

Today's traffic education is not accompanied by the fast living, transport infrastructure development and increased number of cars on the roads. In the same time, an influence of modern technology plays very important role in everyday life. By applying modern technologies and virtual reality tools in the field of children's traffic education we use an intelligent training system that provides a realistic, safe environment while children are not exposed to the dangers and limitations of real training on the road.

Making traffic routine predictable, training conscious movement and active observation, we create everyday challenges in which children think logically while using their imagination. We also create learning experiences for children, so that serious things become understandable and applicable.

Participating in traffic is a challenging task for a child, but with education and by acquiring skills appropriate to the child's age, the child will be able to make the right decisions.

KEY WORDS: traffic education, technology, traffic safety

1. Uvod

Cilj je ovog rada predstaviti istraživanja o suvremenim uvjetima odrastanja, kako bi se uočila problematika, potaknula rasprava i dodatna istraživanja utjecaja rane prometne edukacije na samostalnost djece u prometu.

Rad je usmjeren na pitanje o tome koji su preduvjeti da rana prometna edukacija postane obavezan dio predškolskog odgoja i obrazovanja.

Motivacija za pisanje ovog rada vezana je uz svjetska dostignuća i koncepte prometne edukacije te nedostatak sustavnih nacionalnih istraživanja i adekvatnijeg praćenja rane prometne edukacije u Republici Hrvatskoj.

Pojam "okruženje virtualne stvarnosti" predstavlja najvišu tehnološku razinu edukacije koju je moguće ostvariti bez izlaganja opasnostima i ograničenjima u svakodnevnom kretanju.

2. Istraživanja o suvremenim uvjetima odrastanja

Analizom podataka o broju poginule i stradale djece na hrvatskim prometnicama izdvojeni su podaci o poginuloj i ozlijeđenoj djece u svojstvu pješaka, vozača ili putnika na biciklu, te vozača na mopedu i motociklu. Dobni raspon uzet kao referenca je 10 do 17 godina, s pretpostavkom da je većina djece u trenutku prometne nesreće u prometu sudjelovala samostalno.

Tablica 1. Osobe poginule i ozlijeđene u cestovnim prometnim nesrećama od 2016. do 2020. [1]

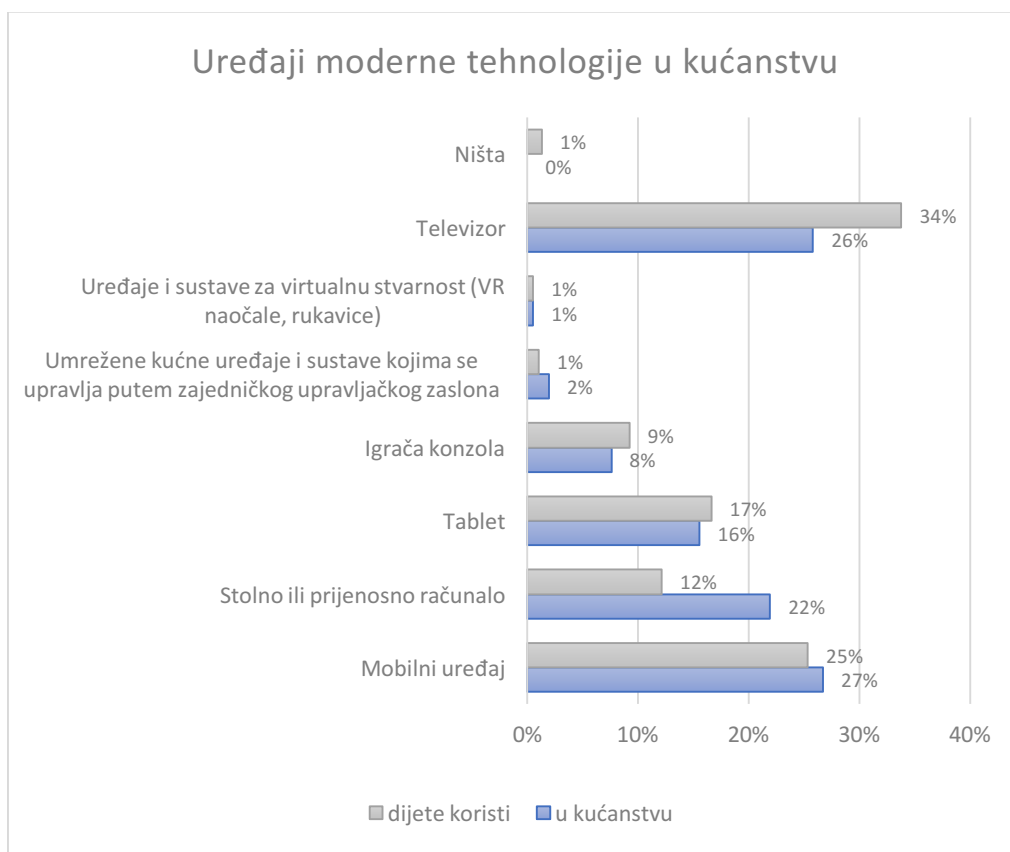
OSOBE POGINULE I OZLIJEĐENE U CESTOVNIM PROMETNIM NESREĆAMA	2016.				2017.				2018.				2019.				2020.			
	Poginuli		Ozlijeđeni		Poginuli		Ozlijeđeni		Poginuli		Ozlijeđeni		Poginuli		Ozlijeđeni		Poginuli		Ozlijeđeni	
	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači	ukupno	od toga vozači
Pješaci																				
Manje od 6 godina	1	-	51	-	-	-	41	-	-	-	45	-	1	-	50	-	-	-	18	-
6 – 9 godina	1	-	116	-	2	-	85	-	-	-	93	-	1	-	74	-	-	-	54	-
10 – 14 godina	-	-	120	-	-	-	151	-	-	-	129	-	4	-	114	-	-	-	72	-
15 – 17 godina	-	-	114	-	-	-	104	-	-	-	106	-	-	-	86	-	-	-	53	-
Vozači i putnici na biciklima																				
Manje od 6 godina	-	-	6	6	-	-	4	3	-	-	8	5	-	-	2	1	-	-	9	7
6 – 9 godina	-	-	37	36	-	-	24	21	1	1	32	31	-	-	15	14	-	-	23	22
10 – 14 godina	1	1	89	86	1	1	93	91	1	1	69	66	1	1	96	95	-	-	98	97
15 – 17 godina	-	-	80	78	-	-	78	75	-	-	72	69	-	-	45	41	1	1	63	62
Vozači i putnici na mopedima																				
Manje od 6 godina	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
6 – 9 godina	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-	-	3	1
10 – 14 godina	-	-	7	1	-	-	1	1	-	-	9	4	-	-	7	2	1	1	5	3
15 – 17 godina	-	-	29	22	-	-	25	24	-	-	18	13	-	-	24	19	-	-	19	17
Vozači i putnici na motociklima																				
Manje od 6 godina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
6 – 9 godina	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-
10 – 14 godina	-	-	5	-	-	-	4	2	-	-	4	-	-	-	7	-	-	-	2	-
15 – 17 godina	-	-	39	28	1	1	51	36	1	-	54	45	2	1	65	49	2	2	52	40
UKUPNO (10-17 godina):	1	1	249	215	2	2	252	229	2	1	226	197	3	2	244	206	4	4	239	219

Izvor: Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske

Gledajući podatke iz tablice statistički ne možemo si ne postaviti pitanja: „Što je odgojno – obrazovni sustav mogao omogućiti da se djeca osjećaju sigurnije u prometu?“, te „Koja znanja i vještine su mogli steći da bi bili sposobni reagirati drugačije?“.

Edukacija o sigurnosti u prometu proces je koji će trajati godinama, ali primjena treba početi odmah. Kako bi osvjestili činjenicu velikog utjecaja i mogućnosti koje pružaju moderne tehnologije provedeno je istraživanje na razini Republike Hrvatske u kojem je sudjelovalo 152 roditelja predškolske i školske djece. [2] Roditelji su odgovarali na pitanja o načinima na koje djeca provode slobodno vrijeme. Istraživanjem je obuhvaćeno ukupno 280 djece od kojih je 23,5% (66) djece starije od 7 godina.

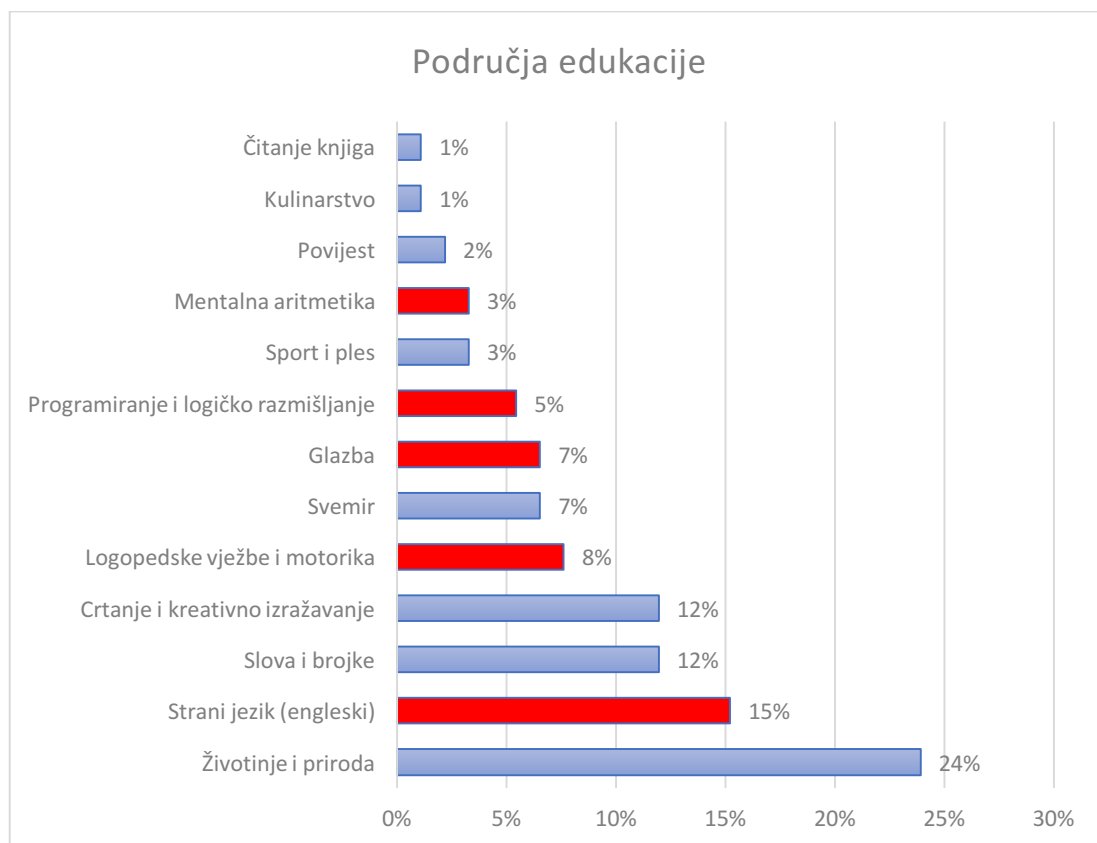
Rezultati pokazuju očekivanu situaciju da vikendom djeca imaju više vremena za igru u trajanju dužem od 6 sati zbog neimanja obaveza, ali također pokazuju da i uz tjedne obaveze čak 41% djece radnim danom ima 4 do 6 slobodnih sati za igru dnevno. U cilju dobivanja što točnijih podataka, roditelji su birali tri aktivnosti kojima se djeca zaokupljaju u svoje slobodno vrijeme. Postotak izbora aktivnosti koje uključuju moderne tehnologije je velik, radnim danom 30% odgovora, dok je vikendom zbog igre na otvorenom, ipak nešto manji, i čini 27% odgovora. Od modernih tehnologija zastupljene su igra na mobitelu, računalu i tabletu te gledanje televizije.



Slika 2. Uređaji moderne tehnologije u kućanstvu i da li ih dijete koristi [2]

Na pitanje koje uređaje moderne tehnologije posjeduje kućanstvo te da li ih djeca koriste, rezultati prikazuju da su djeca dobro upoznata sa današnjim tehnologijama. Pozitivna je činjenica da čak 44% djece koristi uređaje moderne tehnologije za edukaciju te da su, s obzirom da nisu upoznala svijet prije interneta, velikim dijelom tehnološki pismenija od svojih roditelja što im daje mnoge slobode u istraživanju novih medija.

Obećavajući je podatak da čak 38% odgovora roditelja djece koja koriste moderne tehnologije za edukacije, potvrđuje da djeca pohađaju edukacije osmišljene od strane stručnjaka i profesionalaca iz raznih struka sa posebnim naglaskom na strane jezike, logopedске vježbe, glazbu, programiranje i logično razmišljanje te mentalnu aritmetiku.



Slika 3. Područja edukacija koje djeca pohađaju putem uređaja modernih tehnologija [2]

Kao baza ranoj prometnoj edukaciji, provedeno je kratko istraživanje o motiviranju predškolske djece da postanu svjesnija sebe i svoje okoline. [3] Istraživanje je provedeno u dječjem vrtiću Cvrčak iz Zagreba, u skupini Maslačci, dob djece od pet do šest godina. Istraživanje je trajalo četiri dana i obuhvaćalo je pitanje koje su odgajatelji postavljali djeci svako jutro, o tome što su djeca primjetila na putu do vrtića. U toku dnevnih vanjskih aktivnosti slijedila je igra u kojoj su odgojitelji opisivali predmete koje vide u vrtićkom dvorištu, a djeca su ih pogađala. Od dvadeset petoro djece u vrtićkoj skupini četvero djece prvi dan nije primjetilo ništa na putu do vrtića, drugi dan samo dvoje djece nije ništa

primjetilo, dok su sve ostale dane sva djece pri dolasku u vrtić prijavila što su primjetila. Djeca koja su od prvog dana primjećivala po nekoliko detalja, četvrti dan pričali su odgojiteljima cijelu priču o tome što su sve vidjeli.

Istraživanje je provedeno na malom uzorku veoma povezane vrtićke skupine, ali možemo zaključiti da pravim pristupom i razvojem vještina koje prethode samostalnosti možemo djecu pripremiti za donošenje ispravnih odluka u izazovnijim situacijama kao što su i prometne.

Aktivnosti prometne edukacije zastupljene u hrvatskom osnovnoškolskom obrazovnom sustavu koriste metode temeljene na teoriji i znanju. Međutim zbog naglog razvoja prometne infrastrukture i povećanje broja automobila na cestama metode temeljene na znanju koje se počinju uvoditi prekasno ne mogu dovesti do poboljšanja ponašanja u stvarnom prometnom okruženju. Istraživanje provedeno 2019. godine kao dio projekta „zakOČI – Take a brake!“ pokazalo je da roditelji svakodnevno upozoravaju djecu na dodatni oprez, nadgledaju djecu u samostalnom odlasku te odobravaju samostalni odlazak samo kad je neophodno te su više zabrinuti za sigurnost djeteta u prometu nego za njihovu samostalnost. [4] S druge strane utjecaj moderne tehnologije igra sve važniju ulogu u svakodnevnom životu pa se time otvara pitanje utjecaja moderne tehnologije i korištenje alata virtualne stvarnosti kao izvedive opcije edukacije koja omogućuje ponavljano vježbanje bez rizika.

3. Okruženje virtualne stvarnosti

Virtualna stvarnost je suvremeni medij koji se tiče interakcije čovjeka i računala te omogućuje korisniku da dobije osjećaj uključenosti u virtualno okruženje koje bi moglo predstavljati stvarni svijet. Virtualna stvarnost kao obrazovni alat, pruža mogućnosti koje se mogu koristiti u prometnoj edukaciji. Kako bi steklo znanja i vještine dijete ne mora biti izloženo stvarnim životnim, čak i opasnim uvjetima, a proces učenja na taj način postaje i edukativan i zabavan, kombinacija koju koriste moderne obrazovne teorije i tehnike.

Prometna edukacija na terenu izlaže djecu potencijalnoj opasnosti i stoga je neophodno osigurati sve preduvjete prije izlaganja djece stvarnom okruženju. Gustoća i brzina prometa moraju biti dovoljno niske u vrijeme i na mjestu terenske edukacije, dok brojčanost djece ovisi o broju edukativnih stručnjaka što ponekad otežava organizaciju i provođenje. Okruženje virtualne stvarnosti može realistično zamijeniti stvarnu cestu i omogućiti sigurno virtualno okruženje.

Jedno od ranih istraživanja proveli su 2002. godine McComas i suradnici [5] sa djecom od četvrtog do šestog razreda koja pohađaju gradske i prigradske škole. Rezultati su pokazali da su djeca brže prelazila cestu, bila su u stanju bolje procijeniti vrijeme prijelaza i poboljšala se u pronalaženju sigurnih prilika za prelazak ceste nakon vježbe u okruženju virtualne stvarnosti.

Još jednu studiju objavili su 2008. godine Schwebel i suradnici [5] koji su kroz okruženje virtualne stvarnosti trebali naučiti djecu sigurnosti u prometu u svojstvu pješaka. Kao

rezultat, djeca su pokazala značajan napredak unutar aplikacije virtualnog okruženja, a oni iz prigradske škole prenijeli su poboljšano ponašanje u ponašanje u stvarnom svijetu.



Slika 4. Okruženje virtualne stvarnosti Schwebel, 2008. [5]

Korišteni sustav sastojao se od tri monitora, simulacije s osam različitih prijelaza i uređaja za praćenje glave za određivanje kretanja glave.

Istraživanja o metodama podučavanja sigurnosti prometa na cestama počela su 2014. godine koristeći tehnologije videa (Arbogast, 2014.), interneta (Schwebel & McClure 2014.) i obuke u okruženju virtualne stvarnosti (Schwebel, McClure i Severson, 2014.) [6]

Godine 2017. Purcell i Romijn pokušali su utvrditi jesu li trenutni pedagoški pristupi prometne edukacije u osnovnim školama prikladni za edukaciju djece korištenjem okruženja virtualne stvarnosti. [6] Djeca u dobi od 6 do 12 godina rješavala su računalne zadatke virtualne stvarnosti, gdje su upravljali avатарom kako bi sigurno prešli različite prometne situacije. Djetetovo je gledište izmanipulirano kako bi odražavalo tradicionalne pedagoške pristupe odgoju i obrazovanju o sigurnosti na cestama, koristeći zračno gledište i gledište iz prvog lica. Rezultati studije istaknuli su vrijednost realističnog virtualnog okruženja u prvom licu u odnosu na zračno gledište. Djeca su statistički preferirala i bila točnija u zadacima gledišta iz prvog lica. Studija je sugerirala da bi realistična egocentrična obrazovna igra mogla biti vrijedan alat u poučavanju djece kako sigurno prelaziti cestu dok ostaju sigurno u učionici i da bi se mogao koristiti kao isplativa alternativa terenskoj nastavi gdje su resursi ograničeni. [6]

U virtualnom svijetu djeca se mogu slobodno kretati u svojstvu pješaka, biciklista ili vozača, mogu komunicirati s virtualnim konstrukcijama i sudjelovati u raznim scenarijima, naučiti prometna pravila, razumjeti kako ih se se pridržavati te se također upoznati sa značenjem prioriteta na cesti.

Sustave je moguće razviti kao stolne sustave virtualne stvarnosti, a jednostavnost i isplativost ovakvih sustava odgovara postojećoj infrastrukturi obrazovnog sustava jer nema potrebe za posebnom opremom.

Potrebna oprema za stolni sustav virtualne stvarnosti je uobičajeno osobno računalo, s dodatkom specifičnog softvera, koji je otvorenog koda i sastoji se od poslužiteljske strane i klijentskog programa.

Primjer jednostavnog stolnog sustava je zabavna online igra „Čudovišna avantura“ u kojoj djeca uče primijeniti već naučena prometna pravila. Igra prati glavnog junaka Janka Plavka u borbi za gradski park, čiste ulice i zrak. Glavni junak pritom se mora nositi i sa izazovima u prometu. Igra djecu izaziva na promišljanje, suradnju i primjenu znanja u novim situacijama u prometu. Namijenjena je za samostalno igranje, za dob od 6 do 10 godina (niži razredi osnovne škole) i jedan je od edukativnih materijala nastalih kao dio projekta „zakOČI – Take a brake!“. [8]

4. Zaključak

Prometna edukacija treba ući u hrvatski odgojno – obrazovni sustav.

Uvođenjem obavezne prometne edukacije u predškolski odgojno – obrazovni sustav potaknuti ćemo razvoj samopouzdanja kod djece te pomoći djeci naučiti poštivanje osnovnih općih pravila, a time i pravila prilikom sudjelovanja u prometu. Razradom kvalitetnih modela osnovnoškolske prometne edukacije nastavljamo sa nadogradnjom dobrih temelja budućih mladih vozača i sudionika u prometu.

Potrebno je razmisliti i o prometnoj edukaciji odgojno pedagoških stručnjaka koji rade s djecom, te osim teorija i metoda temeljenih na znanju početi primjenu tehnologije, a posebno virtualne stvarnosti i njezinih prednosti.

Iako je sudjelovanje u prometu za djecu izazovan zadatak, uz educiranje o stjecanju vještina potrebnih za sigurne korake primjereno dječjoj dobi, djeca će biti sposobna donositi ispravne odluke.

Literatura:

- [1] www.dzs.hr – službena internet stranica Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske
- [2] Online istraživanje o načinima na koje djeca provode slobodno vrijeme, Račić. L., 3. – 28.1.2022.
- [3] Istraživanje o motiviranju predškolske djece, Račić, L. 17. – 22.9.2021.
- [4] Online istraživanje Projekta „zakOČI – Take a brake!“
- [5] Yecheng GU; Carsten Ullrich: Intelligent Virtual Reality Tutoring for Child Pedestrians
- [6] Purcell, C.; R Romijn, A.: Teaching Children Road Safety Using a Simulated Environment, Journal of Education and Educational Development 7(1), 44-54, 2020. United Kingdom
- [7] Chatzizisis, I., Perikos, I., Kostas, K., Grivo – Kostopoulou, F., Hatzilygeroudis, I.: Developing a virtual reality educational environment for traffic education, 12th annual International Conference of Education, Research and Innovation, November 2019
- [8] <https://zakoci.eu/djecji-kutak/> - službena internet stranica Projekta “zakOČI – Take a brake!” – dječji kutak

SMIRIVANJE PROMETA PREFABRICIRANIM ARMIRANOBETONSKIM JASTUCIMA

TRAFFIC CALMING WITH PRECAST REINFORCED CONCRETE SPEED CUSHIONS

Autori:

Vedran Kirasić, struc.spec.ing.traff.

vedran.kirasic@rijeka-plus.hr

Rijeka Plus d.o.o.

Azra Benčan, mag.ing.aedif.

azra.bencan@rijeka-plus.hr

Rijeka Plus d.o.o.

Sažetak

Svakodnevnim susretanjem s problemima prebrze vožnje na gradskim ulicama koje redovno prijavljuju građani, stručni tim Rijeka plusa napravio je istraživanja i analizu primjene odgovarajućih usporivača prometa. Istraživanja su pokazala da je za kvalitetan odabir metode smirivanja prometa i uopće potrebe za postavom neke vrste usporivača, nužno prethodno mjerenje brzine u periodu od mjesec dana. U ovom radu prikazani su rezultati mjerenja brzine sa statističkom obradom i način odabira vrste usporivača prometa u Gradu Krku. Budući da se kao najprimjernija mjera za smirivanje prometa na razmatranoj lokaciji pokazala ugradnja usporivača prometa tipa Jastuk, u radu je prikazano dimenzioniranje Jastuka koji su projektirani kao prefabricirani armiranobetonski elementi s pigmentom te njihovo pravilno pozicioniranje na kolniku.

Abstract

By daily dealing with the problems of speeding on urban roads that are regularly reported by citizens, the Rijeka plus expert team conducted research and analysis of the application of appropriate traffic calming measure. Research has shown that for a quality choice of traffic calming method and the need for the installation of some kind of vertical deflection in general, it is necessary to measure vehicle speed in a period of one month. This paper presents the results of vehicle speed measurement with statistical analysis and the procedure of selecting traffic calming measure in Krk City. Whereas the most appropriate traffic calming measure at the considered location was the installation of speed cushions, this paper presents determination of speed cushion dimensions and their proper positioning on the pavement. Speed cushions are designed as precast reinforced concrete elements with pigment.

Ključne riječi: smirivanje prometa, usporivač prometa, umjetne izbočine, uzdignute plohe, AB-Jastuci

1. UVOD

Prema Pravilniku¹ **umjetne izbočine i uzdignute plohe**, u pravilu, mogu se postavljati na lokalnim i nerazvrstanim cestama u naselju pored javnih objekata i prostora (škole, dječji vrtići, igrališta i sl.), a na kojima je nužno usporavanje brzine kretanja vozila radi sigurnosti prometa. [1]

Praksa pokazuje da je najefikasnija tehnička mjera za smirivanje prometa postavljanje usporivača prometa tipa umjetne izbočine koje se postavljaju preko pola ili po cijeloj širini prometne trake. Međutim, takve umjetne izbočine su vrlo neudobne za vozače i putnike, što se posebno odnosi na velika vozila kao što su autobusi, kamioni, vatrogasna vozila i vozila hitne pomoći te su posebno opasne za motocikle i mopede. Osim toga, prelaskom vozila preko umjetne izbočine proizvodi se značajnija buka i neugodne vibracije.

U studiji provedenoj u Engleskoj pod naslovom „*Traffic calming - speed cushion schemes*“ provedena je analiza i ocjena utjecaja jastuka na brzinu vozila, prometne tokove, prometne nesreće, ponašanje vozača i neudobnost putnika, te reakcije građana i utjecaj jastuka na generiranje buke i vibracija. Spomenuta studija je pokazala da su jastuci kao mjera smirivanja prometa malo manje učinkoviti od klasičnih umjetnih izbočina. Točnije, sveukupna srednja vrijednost i 85. percentil brzine izmjerene na jastuku bila je 3 do 10 km/h viša od brzina izmjerenih na 75 mm visokim umjetnim izbočinama. Veća vozila kao što su autobusi i teška teretna vozila usporiti će nešto manje od osobnih automobila, naročito kod užih jastuka. Mopedi i motocikli mogu izbjeći jastuke bez velikog utjecaja na njihovu brzinu vožnje. [2]

2. DOSADAŠNJA ISKUSTVA SA USPORIVAČIMA PROMETA TIPJA JASTUK

Na nekoliko lokacija u gradu Rijeci ugrađeni su usporivači prometa tipa Jastuk. Jastuci su ugrađeni u sabirnim ulicama u kojima bi postavljanje klasičnih umjetnih izbočina prouzročilo sljedeće probleme:

- preagresivno bi smanjivale brzinu vožnje
- znatno bi smanjile udobnost putnika u autobusima javnog gradskog prijevoza
- ometale bi vozila interventnih službi (vatrogasci, policija, hitna pomoć).

Svrha Jastuka je da vozila s većim razmakom između tragova kotača prometuju preko bočnih rampi bez velikih trzaja po vozilo. Djelatnici Odsjeka tehničkih poslova Zavoda za hitnu medicinu, Primorsko-goranske županije, su potvrdili da im prelazak preko klasičnih umjetnih izbočina predstavlja problem. Prelazak preko klasičnih umjetnih izbočina uzrokuje nelagodu pacijentu u vozilu, a zabilježena su i oštećenja na medicinskoj opremi uslijed trzaja vozila. Navedeno se odnosi na usporivače prometa koji su izrađeni od asfalta (kao jastuci), odnosno od montažnih elemenata reciklirane gume (kao jastuci ili preko cijele širine kolnika).

Iskustva prikupljena ugrađivanjem usporivača prometa tipa Jastuk od asfalta su sljedeća:

- cijena izvođenja za jednu lokaciju je vrlo visoka zbog male količine asfalta koju izvođač mora naručiti u asfaltnoj bazi
- budući da se Jastuk od asfalta izvodi na licu mjesta, dimenzije i oblik takvog elementa odstupaju od projektiranih, tako da se izgled na pojedinim lokacijama prilično razlikuje (Slika 1 i Slika 2)

¹ Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, NN 92/19

- zbog neujednačenih dimenzija izvedenih usporivača prometa, na pojedinim lokacijama, vozila lako prelaze preko usporivača (ako su preniski) ili pak grebu gornju površinu jastuka (ako su previsoki)
- u slučaju prevelikog razmaka između postavljenih Jastuka, vozila jednostavno zaobilaze usporivače vozeći po sredini kolnika
- žuta boja koja se nanosi na gornju površinu jastuka se brzo troši (često obnavljanje)
- s vremenom se rubovi jastuka na spoju s kolnikom počnu drobiti, odnosno runiti.

Temeljem dosadašnjih iskustava razvidno je da je najveći problem asfaltnih Jastuka teška ugradnja na licu mjesta ručnim oblikovanjem same plohe, odnosno postizanje zadanog oblika. Jastuk se sastoji od uzdužnih i bočnih rampi te plohe. Svi elementi Jastuka moraju biti pravilno izvedeni ako se žele iskoristiti prednosti Jastuka u odnosu na klasične umjetne izbočine. Kod asfaltnih Jastuka utvrđeno je da dimenzije uzdužnih i bočnih rampi odstupaju od dimenzija predviđenih prometnim elaboratom (uzdužne rampe su kraće i agresivnije, a bočne rampe su uže). Iako, treba naglasiti da ima i dobro izvedenih Jastuka od asfalta (Slika 1).

Slika 1: Asfaltni jastuci u Ulici Bože Vidasa kod Centra Zamet



Izvor: Kirasić V., Benčan A., studeni, 2020.

Slika 2: Asfaltni jastuci u Ulici Kablarska cesta



Izvor: Kirasić V., Benčan A., studeni, 2020.

Praćenjem stanja ugrađenih Jastuka od montažnih elemenata reciklirane gume ustanovilo se sljedeće:

- Jastuci se dobavljaju po unaprijed definiranim dimenzijama
- Jastuke istih dimenzija i oblika moguće je ugraditi na više lokacija
- Jastuci se mogu pozicionirati na kolniku točno kako je i predviđeno prometnim elaboratom.

Osnovni nedostatak Jastuka izrađenih od montažnih elemenata reciklirane gume su učestala oštećenja pojedinih elemenata Jastuka, najčešće bočnih rampi. Teretna vozila i autobusi uslijed kočenja na Jastuku kidaju montažne elemente od reciklirane gume i zbog toga ova vrsta jastuka zahtjeva pojačano održavanje (Slika 3).

Slika 3: Jastuci od montažnih elemenata reciklirane gume u Labinskoj ulici



Izvor: Kirasić V., Benčan A., studeni, 2020.

Svakodnevnim susretanjem s navedenim problemima stručni tim Rijeka prometa odlučio je napraviti usporivač prometa koji bi bio izdržljiv i unificiran te prihvatljiv za sve vrste motornih vozila, a da se ujedno postigne zadovoljavajući učinak smanjenja brzine prometovanja vozila.

3. PROJEKTIRANJE ARMIRANOBETONSKOG JASTUKA

Prvi korak u projektiranju novog tipa Jastuka bio je određivanje točnih dimenzija elemenata Jastuka. Elementi od kojih se Jastuk sastoji su:

- ploha
- uzdužne rampe
- bočne rampe.

Glavna svrha ugradnje Jastuka je da se vozila hitne medicinske pomoći i vozila javnog gradskog prijevoza (dalje u tekstu „JGP“) ne moraju penjati na plohu. Vozila hitne medicinske pomoći i autobusi JGP trebali bi prometovati preko Jastuka na način da kotačima gaze bočne rampe. Širinu plohe diktira razmak između gaznih površina na mjerodavnom vozilu hitne medicinske pomoći i na mjerodavnom vozilu JGP. Mjerodavno vozilo hitne medicinske pomoći u gradu Rijeci je Citroen Jumper. Razmak između gaznih površina guma na zadnjoj osovini Citroen Jumpera iznosi 160 cm. Mjerodavno vozilo poduzeća KD Autotrolej je solo autobus Iveco za 49 putnika. Razmak između gaznih površina guma na zadnjoj osovini autobusa za 49 putnika iznosi 120 cm. Prema tome,

širina plohe ne bi trebala biti veća od 120 cm. Dužinu plohe diktira međuosovinski razmak na vozilu srednje klase automobila (npr. Škoda Octavia, VW Golf, itd.). Razmak između osovina za ranije navedenu skupinu vozila iznosi cca 250 cm. Bitno je da dužina plohe nije manja od 250 cm da se ne dogodi nasjedanje vozila na plohu u slučaju da vozilo prelazi preko Jastuka većom brzinom. Dužina plohe ne bi trebala biti manja od 250 cm. Širinu bočnih rampi diktira širina gume na najvećem mjerodavnom vozilu. U gradu Rijeci to je solo autobus Iveco. Širina gume na takvim autobusima je 29,5 cm. Prema tome, širina bočne rampe ne bi trebala biti manja od 29,5 cm. Uža rampa nepovoljno bi djelovala na gumu, tj. uzrokovala bi tzv. kidanje gume. Visina plohe, nagib i dužine uzdužnih rampi određeni su prema spoznajama iz studije provedenoj u Engleskoj „*Traffic calming - speed cushion schemes*“, uvažavajući pritom odredbe Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 92/2019 o maksimalnoj visini uzdignutih ploha. Maksimalna visina plohe iznosi 7,5 cm, a dužina uzdužnih rampi iznosi 50 cm (nagiba 1:8).

Kao materijal za izvođenje projektiranog tipa Jastuka odabran je armirani beton. U skladu s tim, usporivači prometa tipa Jastuk izvede se kao gotovi prefabricirani montažni armiranobetonski elementi s crvenim pigmentom izrađeni u pogonu montažnih elemenata. Na pozicijama na kojima je predviđena ugradnja Jastuka potrebno je ukloniti slojeve asfalta do tampona. Prije ugradnje Jastuka potrebno je pripremiti postojeću podlogu tampona kako bi se dobila ravna i stabilna podloga za postavljanje pripremljenih elemenata. Ovisno o stanju kolničke konstrukcije i razini prometnice podloga se može dodatno učvrstiti slojem zemljovlažnog betona. Nakon postave ab elemenata na predviđene pozicije, ugrađuju se slojevi asfalta odgovarajućih debljina oko elemenata. Uzdužni nagib Jastuka mora pratiti nagib prometnice, odnosno postojećeg asfalta.

Nakon što su definirani svi elementi Jastuka, u proizvodnom pogonu poduzeća GP Krk izrađeni su prvi ab Jastuci. Ab Jastuci probno su ugrađeni u krugu proizvodnog pogona GP Krk kako bi se ispitali eventualni nedostaci (Slika 4).

Slika 4: Armiranobetonski jastuci ugrađeni u krugu proizvodnog pogona GP Krka-a



Izvor: Kirasić V., Benčan A., travanj, 2021.

4. PRIMJER PROJEKTIRANJA I UGRADNJE USPORIVAČA PROMETA U ULICI SLAVKA NIKOLIĆA U GRADU KRK

4.1. PRIKUPLJANJE PODATAKA

Ulica Slavka Nikolića smještena je na području mjesnog odbora Krk Zapad. Prema važećoj kategorizaciji prometnica, predmetna ulica je nerazvrstana prometnica u nadležnosti Grada Krka. Ulica Slavka Nikolića povezuje sjeverni ulaz u grad Krk sa centrom grada odnosno gradskom lukom, od Ulice Stjepana Radića do kružnog raskrižja kod Šetališta sv. Bernardina.

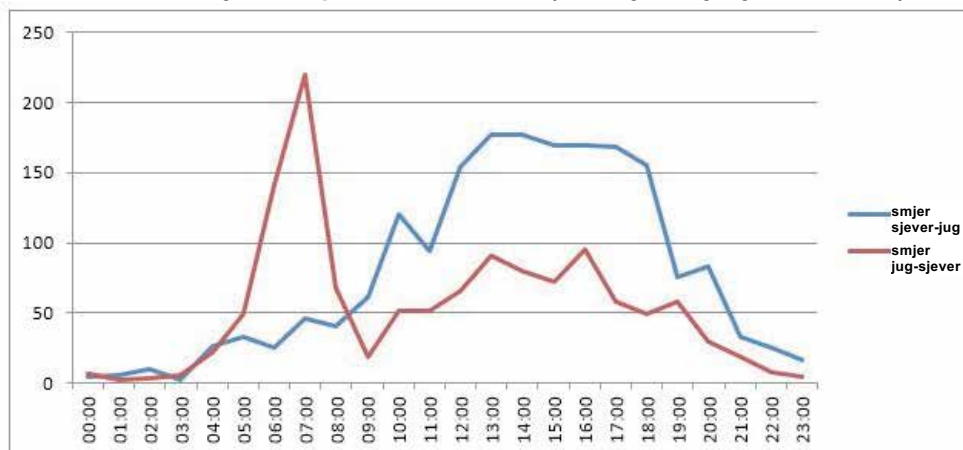
Slika 5: Položaj Ulice Slavka Nikolića



Izvor: Kirasić V., Benčan A., travanj, 2021.

Prometno opterećenje je srednjeg do pojačanog intenziteta. U jutarnjem vršnom satu veliki broj vozila prometuje prema centru grada. Broj vozila se konstantno povećava od 05:00 h do 07:00 h (u vrhuncu jutarnjeg vršnog sata prometno opterećenje iznosi cca 200 voz/h). Od 07:00h do 09:00 h prometno opterećenje postepeno slabi. Popodnevnog vršnog sata nema. Odnosno prometno opterećenje je relativno ravnomjerno disperzirano od 12:00h do 19:00h (Slika 6). Razmatrana ulica je dvotračna prometnica kojom se odvija dvosmjernan promet, a širina kolnika iznosi cca 7,30 m. Predmetnom ulicom prometuju autobusi javnog prijevoznika Arriva.

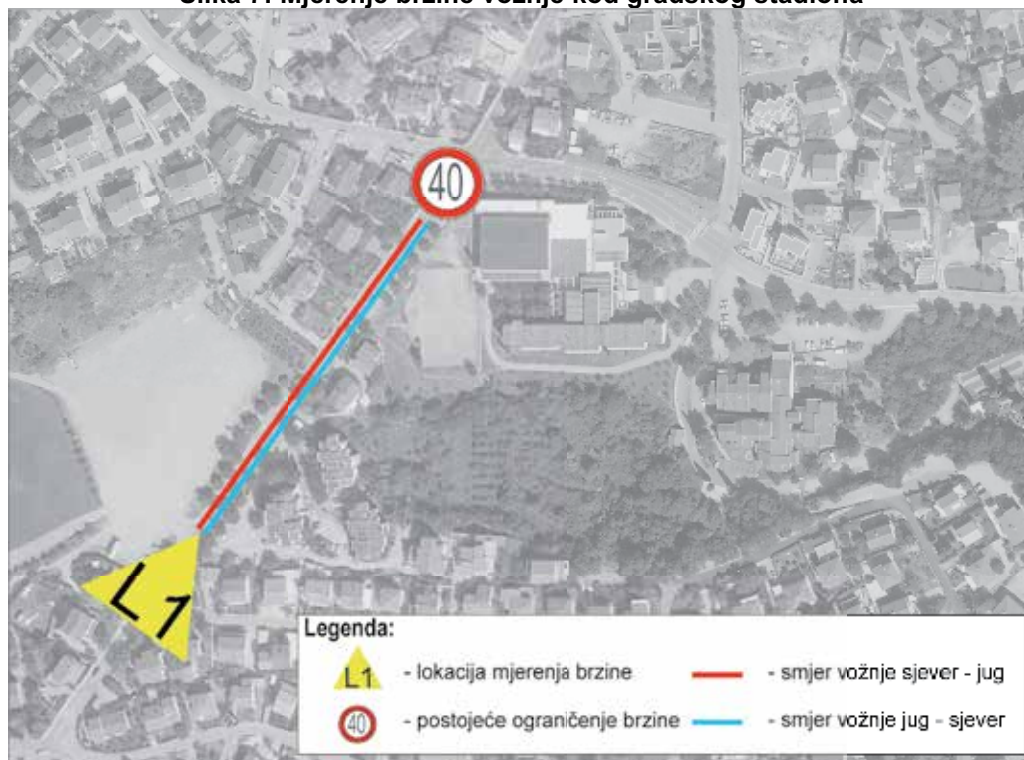
Slika 6: Broj vozila po satima u danu (lokacija brojanja „Stadion“)



Izvor: Elmas d.o.o.

Kako bi se dobio točan uvid o brzini prometovanja vozila u Ulici Slavka Nikolića postavljen je radar za mjerenje brzine na lokaciji kod gradskog stadiona.

Slika 7: Mjerenje brzine vožnje kod gradskog stadiona



Izvor: Kirasić V., Benčan A., travanj, 2021.

Na lokaciji kod gradskog stadiona brzina vožnje mjerila se u vremenskom periodu od 1.10.2020. do 31.10.2020. Mjerila se brzina vožnje za smjer prometovanja sjever-jug i smjer prometovanja jug-sjever. Vezano na podatke o prometnom opterećenju u Ulici Slavka Nikolića, s obzirom da je u vremenskom periodu od 06:00 h do 20:00 h prometno opterećenje znatno veće nego u vremenskom period od 20:00 h do 06:00 h, podaci o medijanu² izmjerenih vrijednosti brzina razdijeliti će se na period od 06:00 h do 20:00 h (dalje u tekstu, dnevni medijan) i vremenski period od 20:00 h do 06:00 h (dalje u tekstu, noćni medijan). U Ulici Slavka Nikolića brzina vožnje ograničena je prometnim znakom na 40 km/h.

Na lokaciji kod gradskog stadiona dnevni medijan iznosi 58 km/h, što je za 18 km/h više od dopuštene brzine vožnje. Noćni medijan iznosi 68 km/h, što je za 28 km/h više od dopuštene brzine vožnje.

² Medijan (mediana, centralna vrijednost) je pojam iz statistike koji određuje sredinu distribucije. Pola vrijednosti skupa (distribucije) nalazi se iznad mediane, a pola ispod. Mediana je manje osjetljiva na ekstremne vrijednosti od aritmetičke sredine, što ju čini posebno pogodnom za nepravilne asimetrične distribucije.

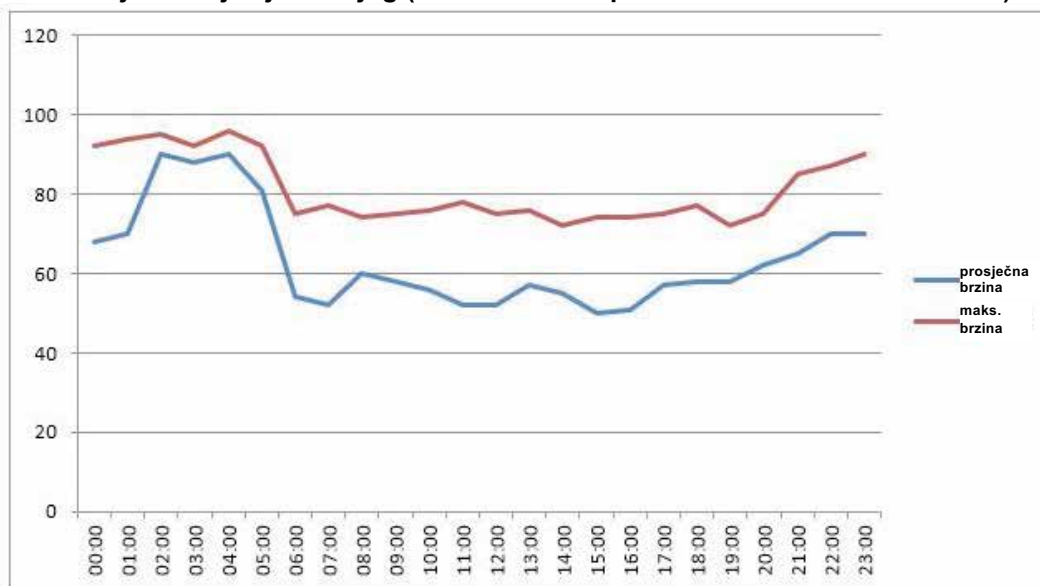
Slika 8: Medijan izmjerenih brzina vožnje kod gradskog stadiona



Izvor: Kirasić V., Benčan A., travanj, 2021.

Temeljem dobivenih podataka može se zaključiti da se vozači ne pridržavaju ograničenja brzine vožnje. Prekoračenje dopuštene brzine vožnje posebno je izraženo u noćnom periodu od 20:00 h do 6:00 h (u uvjetima kada na cesti ima manje vozila).

Slika 9: Satna distribucija prosječne i maksimalne brzine vožnje na lokaciji Stadion za smjer vožnje sjever – jug (u vremenskom periodu od 1.10. do 31.10.2020.)



Izvor: Elmas d.o.o.

Slika 10: Satna distribucija prosječne i maksimalne brzine vožnje na lokaciji Stadion za smjer vožnje jug - sjever (u vremenskom periodu od 1.10. do 31.10.2020.)



Izvor: Elmas d.o.o.

Iz grafikona prikazanih na Slikama 9. i 10. vidljivo je da se u noćnom periodu (od 20:00 h do 06:00) pojavljuju ekstremi brzine prometovanja. Pa je tako u noćnom periodu maksimalna brzina vožnje u rasponu od 80 km/h do 100 km/h, što je izuzetno veliko prekoračenje brzine vožnje.

4.2. DIMENZIONIRANJE

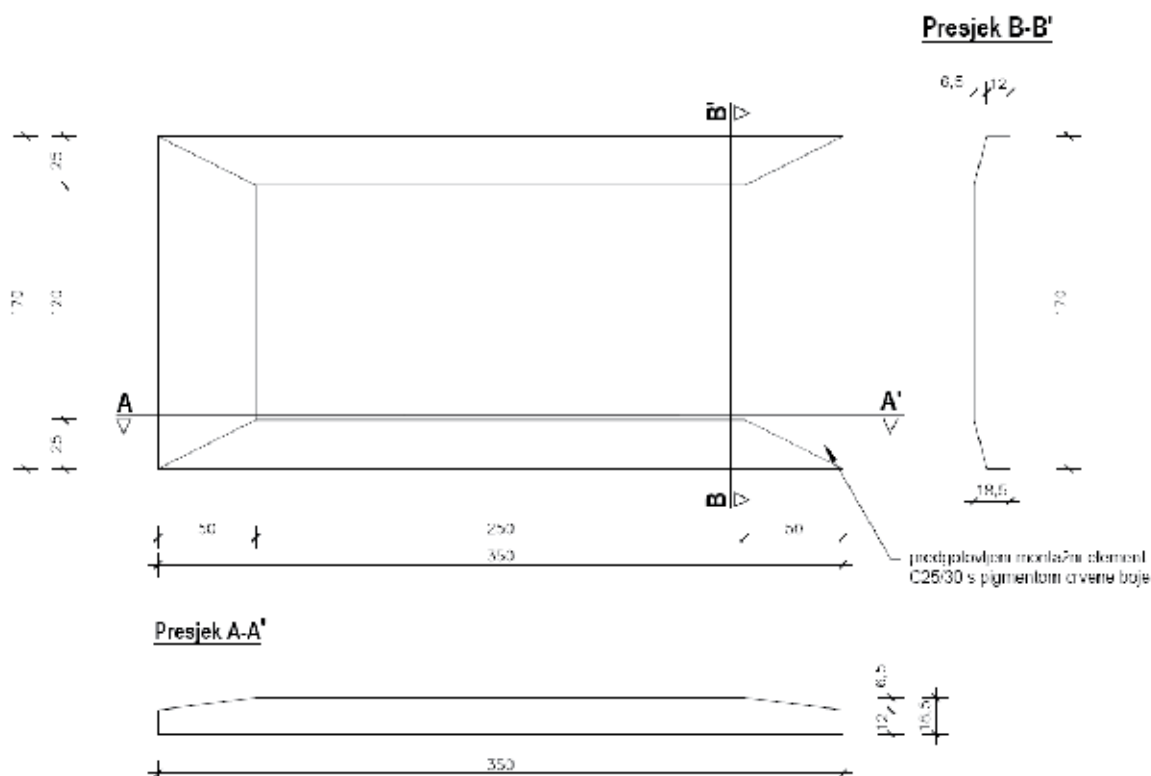
Na razmatranoj dionici Ulice Slavka Nikolića, gdje je ograničenje brzine 40 km/h, izmjerena srednja brzina kretanja vozila iznosi 60 km/h. Prema navedenoj engleskoj studiji, Jastuci mogu smanjiti prosječnu srednju brzinu prometovanja vozila za 20 km/h, što je u razmatranom slučaju optimalno smanjenje brzine. S obzirom da je Ulica Slavka Nikolića dio tranzitnog koridora, kojim prolaze vozila hitne pomoći, vatrogasaca, policije, autobusa i teških teretnih vozila, uzdignute plohe tipa Jastuk su najoptimalnija mjera za smirivanje prometa.

Kako bi se postigla učinkovitost odabrane mjere smirivanja prometa (uzdignuta ploha tipa Jastuk) te istovremeno minimalan utjecaj na vozila hitne pomoći i autobusa u smislu udobnosti vožnje, prilikom projektiranja je potrebno pravilno *dimenzionirati* Jastuk te ga pravilno pozicionirati na kolniku.

U skladu s navedenim, točne dimenzije uzdignute plohe tipa Jastuk su (Slika 11):

- ukupna dužina Jastuka iznosi 3,5 m (dužina gornje plohe 2,5 m + dužina prilaznih rampi 0,5 m, nagiba 1:8)
- ukupna širina Jastuka iznosi 1,7 m (širina gornje plohe 1,2 m + 0,25 m bočne rampe, nagiba 1:4).

Slika 11: Dimenzije armiranobetonskog Jastuka



Izvor: Prometni elaborat, Rijeka promet, Kirasić V., Benčan A., veljača, 2021.

Maksimalni razmak između Jastuka mora biti 1,2 m, a udaljenost od rubnjaka minimalno 1,0 m radi osiguranja biciklističke staze bez zaštitne širine prema Članku 10. (Prometni profil i slobodni profil) Pravilnika o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa.

Zahtjev investitora (Grad Krk) bio je da se u Ulici Slavka Nikolića poduzmu mjere kojima će se utjecati na smanjenje brzine vožnje na dionici ceste dugačkoj 100-150 m. Dužina predmetne dionice uvjetuje uzastopno postavljanje 2 ili 3 para Jastuka. S obzirom da je Ulica Slavka Nikolića dio tranzitnog koridora, zaključeno je da bi uzastopno postavljanje Jastuka na 3 pozicije bilo previše radikalno te su određene samo 2.

Udaljenost između 2 para Jastuka ne bi smjela biti veća od 60 m. Naime, veća međusobna udaljenost između 2 para Jastuka motivira vozače da znatno ubrzaju nakon što prijeđu preko prvog para te nakon toga da intenzivnim kočenjem smanjuju brzinu vožnje kako bi prešli preko drugog para. Unatoč preporukama, udaljenost između parova Jastuka u Ulici Slavka Nikolića je veća od 60 m, zbog pozicija raskrižja i priključaka privatnih objekata na glavnu cestu.

4.3. UGRADNJA

Temeljem izrađenog Prometnog elaborata odbrani izvođač GP Krk ugradio je armiranobetonske Jastuke u kolnik početkom 5 mjeseca 2021. godine kako je prikazano na Slikama 11, 12 i 13.

Slika 12: Pripremanje tampona za ugradnju AB-Jastuka



Izvor: GP Krk, svibanj, 2021.

Slika 13: Polaganje AB-Jastuka u podlogu koja je dodatno učvrsnuta betonom



Izvor: GP Krk, svibanj, 2021.

Slika 14: Ugradnja asfalta oko montažnog elementa



Izvor: GP Krk, svibanj, 2021.

4.4. ISKUSTVA NAKON UGRADNJE

Do 31.12.2021. nije zabilježeno niti jedno oštećenje AB-Jastuka. Promatranjem je utvrđeno da se brzina vožnje smanjila u odnosu na period prije ugradnje usporivača prometa. Većina vozača pokušava naciljati bočne rampe Jastuka, dok manji postotak vozača i dalje pokušava proći pokraj Jastuka upravljajući vozilom po sredini kolnika. Komunalni redar u Gradu Krku zabilježio je pritužbu stanara Ulice Slavka Nikolića da motociklisti i dalje prometuju predmetnom dionicom ulice brzinom koja je daleko veća od dozvoljenih 40 km/h.

Slika 15: AB-Jastuci ugrađeni u Ulici Slavka Nikolića



Izvor: Kirasić V., Benčan A., lipanj, 2021.

Odgovorne osobe u Gradu Krku smatraju da su AB-Jastuci ispunili svrhu zbog koje su postavljeni te će ovaj tip Jastuka u narednom vremenskom periodu ugraditi i na drugim lokacijama u gradu Krku.

5. ZAKLJUČAK

Svakoj ugradnji usporivača prometa trebalo bi prethoditi mjerenje brzine vožnje, kako bi se temeljem medijana izmjerenih brzina i dopuštene brzine vožnje mogla odabrati najoptimalnija mjera za smirivanje prometa.

Iskustva dosadašnje primjene usporivača prometa tipa Jastuk ukazuju na to da je primjena Jastuka kao prefabriciranih armiranobetonskih elemenata dugoročno bolje rješenje od primjene asfaltnih Jastuka ili montažnih elemenata reciklirane gume. Prednosti se očituju u preciznijoj izvedbi, boljim performansama u smislu efikasnosti i većoj trajnosti što znači i manje troškove održavanja tijekom eksploatacije.

Iskustva s usporivačima prometa tipa AB-Jastuk u gradu Krku su pozitivna te će se isti koristiti i u budućnosti kao mjera usporavanja prometa.

6. LITERATURA

- [1] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, NN 92/19
- [2] Transport Research Laboratory, „Traffic calming – speed cushion schemes“, Prepared for Driver Information and Traffic Management Division, Department of the Environment, Transport and the Regions R.E.Layfield and D.I.Parry, TRL Report 312, First Published 1998
- [3] Prometni elaborat ugradnje usporivača prometa tipa "Jastuk" na dvije lokacije u Ulici Slavka Nikolića , Rijeka promet d.d., Kirasić V., Benčan A., veljača, 2021.

EXPERIENCES WITH THE USE OF NEW NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS IN THE RAMS PROJECT IN NORTH MACEDONIA

Tomi Herronen¹, Jan Filipovsky², Timo Saarenketo³

¹ M.Sc., Roadscanners Oy, Finland, tomi.herronen@roadscanners.com

² Ph.D., Roadscanners Central Europe s.r.o. Czech Republic, jan.filipovsky@roadscanners.com

³ Ph.D., Adj.Prof., Roadscanners Oy, Finland, timo.saarenketo@roadscanners.com

Abstract

In 2017-2018, Roadscanners group of companies performed non-destructive testing (NDT) surveys, using a Road Doctor Survey Van (RDSV), in the "Procurement of the RAMS Software, Road Measurements and Consultancy Services for Public Enterprise of State Roads" project in North Macedonia. The survey aspect of the project covered data collection from 4384 km of state roads in Macedonia. The RDSV system consists of ground penetrating radar (GPR), video cameras, laser scanner (LIDAR), accelerometer and positioning system (GPS with IMU). The main goal was to survey pavement structure and structural thickness of individual layers using GPR techniques.

The field data collection survey was conducted in the Republic of North Macedonia in September and October 2017 and, following the data interpretation, analysis and visualization of the data, which was conducted in Finland using Road Doctor software developed by Roadscanners. In the GPR analysis, a special Coreless GPR technique was used to analyse signal velocity (dielectric value) in bound layers [1]. This information improves the accuracy of both thickness calculations and material quality evaluations. After the GPR data interpretations, all the roads were divided into homogenous sections. The most critical factor used in this classification is the bound layer thickness.

Two videos were recorded from all the roads in combination with positioning information. The road camera was focused on the road surface and its nearby surroundings. The ditch camera was aimed at the roadside and ditch. Both videos were linked in the Road Doctor project tree and when opened in the Road Doctor Viewer, correct road name, section and chainage is automatically shown.

This paper presents the technologies and practices used in the Macedonia RAMS project and presents examples and key results from the project. In addition, new examples regarding the use of laser scanners and accelerometers in analysis as well as examples of integrated diagnostics of the data are provided.

Key words

Ground penetrating radar, digital video, laser scanner, Non-Destructive Testing, RAMS, pavement thickness, Macedonia

1. INTRODUCTION

In 2017, Public Enterprise for State Roads opened a tender to create a Road Asset Management System for Macedonia. As a part of this tender, information about road structures was needed. In the project bound layer thickness and unbound layer thickness of whole national road network was to be collected. Roadscanners joined IGEA and CESTEL, both from Slovenia, to participate in the tender with intention to fulfil the work package 3: layer thickness requirements, using Ground Penetrating Radar (GPR) techniques and Road Doctor software tools.

2. SURVEY METHODS AND EQUIPMENT

2.1 Road Doctor Survey Van

The survey was conducted using a Road Doctor Survey Van (RDSV). The RDSV system includes ground penetrating radar (GPR), video, laser scanner, accelerometer and positioning system (GPS with IMU). Van is presented in Figure 1.



Figure 1. Road Doctor Survey Van. Two 2 GHz GPR antennas in the front, in coreless setup. Video camera on the roof and laser scanner at the rear (at 3 m) with GPS/IMU-positioning unit. Accelerometer is attached to the rear axle.

The RDSV is developed by Roadscanners and the idea behind it is to collect all crucial information from the road surface and road structures below in a single drive through. The video cameras, accelerometer and laser scanner collect information from the road surface and surroundings and GPR from the subsurface layers. All the collected data is linked together with accurate position information by means of GPS.

2.2 Ground penetrating radar

The ground penetrating radar antenna transmits a short electromagnetic pulse of radio frequency into the medium. When the transmitted wave reaches an electric interface, part of the energy is reflected while the rest continues its course beyond the interface. The radar system will then measure the time elapsed between wave transmission and reflection. This is repeated at short intervals by means of a measuring instrument (DMI) while the antenna is in motion and the output signal (scan) is displayed consecutively to produce a continuous profile of the electric interfaces in the medium (Figure 2). The profile is shown in grey or color scale, where different shades or colors equal different magnitudes of the reflected amplitudes.

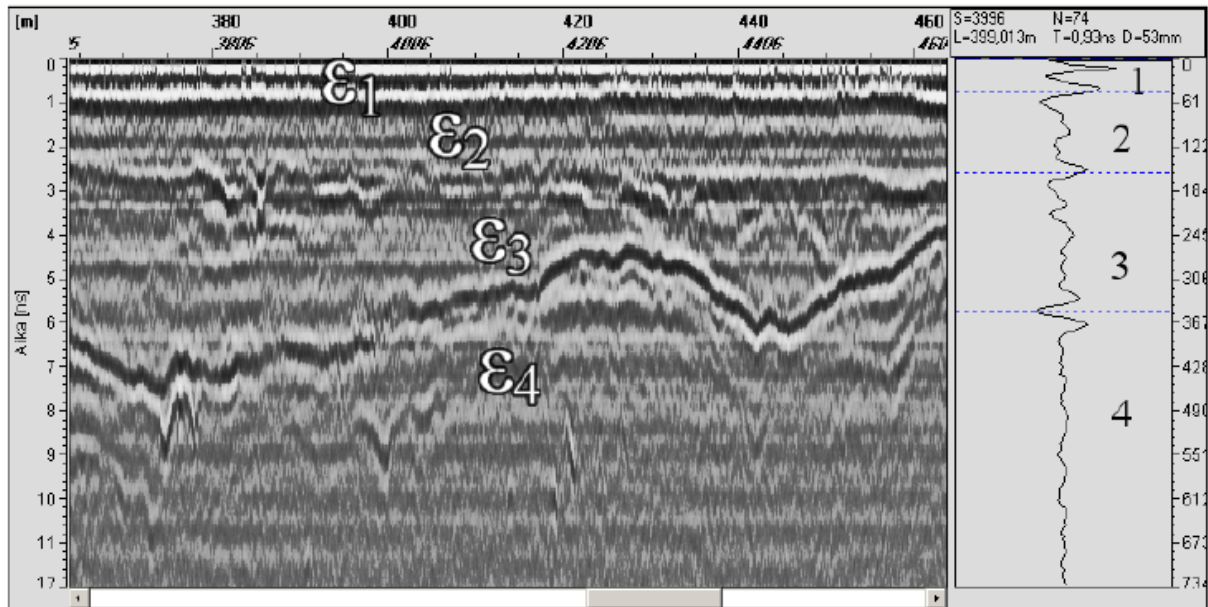


Figure 2. Ground penetrating radar profile measured with an air coupled antenna and its individual pulse. The profile has reflections from interfaces of two mediums with different dielectric properties (ϵ). Image structure's layer 1 describes the pavement, layer 2 describes base course, layer 3 sub-base and layer 4 filter course. The figure shows that the dielectric value of materials (moisture) increases proceeding downwards from the road surface except for the dielectric value of the filter course (ϵ_4), which is less than that of the sub-base and, as such, the polarity of the reflection is inverted (black line in the middle of two white lines).

In general, the propagation speed of the wave and its reflection are affected by the dielectric value, the magnetic susceptibility and electrical conductivity of the medium. They display variability according to the aggregate type used in the asphalt, type of binding material (bitumen) and presence of conductive minerals, presence of porosity and fractures, and finally the effect of salt and accumulation of material in the pores and fractures. The most important electrical property affecting the GPR signal is dielectric permittivity, which affects the GPR signal velocity in the material. The antenna wavelength affects the ability of the system to identify objects of different sizes. For example, high frequency antennas with short wavelength have better resolution, but shallow penetration depth, while low frequency antennas with longer wavelength have a coarser resolution but penetrate deeper into the medium.

In this project, the data was collected with a GSSI SIR-30 central unit with 2 units of 2 GHz air-coupled antennas. The penetration depth of the horn antennas is limited to approximately 1 m. During data collection, the antennas are suspended approximately 0.3-0.5 m above the measured surface. The speed of the measurements is high, even up to 90 km/h. The antennas were setup in a so-called Coreless GPR -setup: a dual receiver configuration by activating the transmitter and the receiver on the first horn antenna and activating only the receiver on the second horn antenna. The data is recorded in two channels simultaneously. This setup can be used to improve the dielectric value measurement

especially on thick pavements and by that, increasing the accuracy of layer depth/thickness interpretation.

2.3 ACCELEROMETER/GYROMETER UNIT

Roughness and cross fall measurements were carried out using Xsens MTi-G Inertial measurement unit and integrated GPS-receiver. The unit has accelerometers measuring acceleration and gyrometers measuring inclinations in all 3 dimensions. The unit is attached to the right back axle, so that the suspension of the car does not affect the measured acceleration and cross fall values. During the measurements a frequency of 100 Hz is used. Together with GPS-positioning system the measured data can be positioned on the road.

2.4 LASER SCANNER (LIDAR)

A Sick LMS 500 laser scanner was used in the measurements and it was placed on the roof stand at the back of the van (3 m from road surface). Laser scanner results can be used in several different ways in road surveys. A cross section profile of a road can provide good information on the shape of rutting and if there are verges preventing water from flowing away from the pavement. A map showing surface levels in color codes can be prepared to identify the places with debris filled ditches and clogged culverts. The changes in width of the road can also be easily calculated from the data. When other road survey data is combined with laser scanner data it can provide excellent basic information for analyzing permanent deformation and other road diagnostics.

3. FIELD SURVEY PHASE

The data collection for the entire survey was done with RDSV. All national road sections were surveyed in one direction, and all motorways, highways and speedway sections were measured in both directions (direction 1 and direction 2). The antennas were mounted on the front right, so the data was collected from the right wheel path. The average air temperature during the data collection was 26°C. The average survey speed was 40 to 50 km/h. Total driving distance on the Macedonian road network was 9926km and data collection was done for 4384,25km. The daily distance of the collected data varied from 70 to 150km/day (Figure 3).

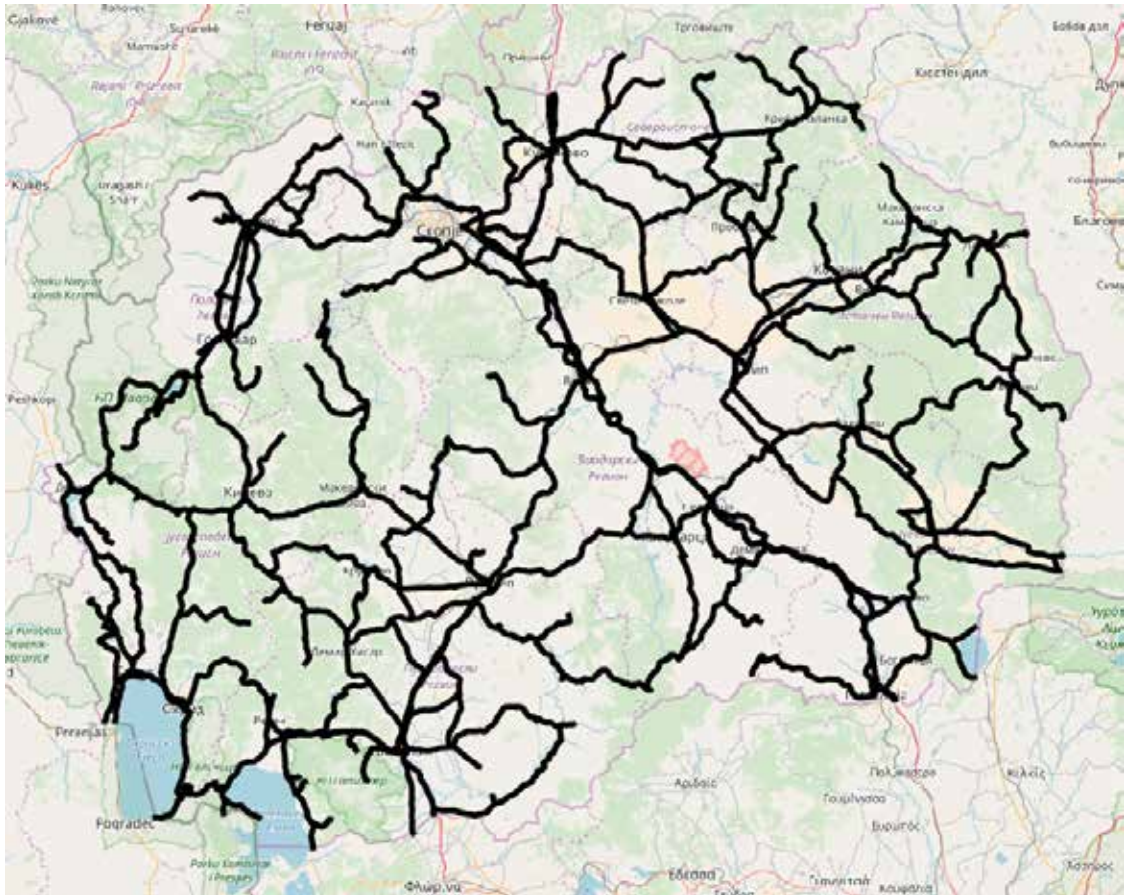


Figure 3. The road network surveyed with ground penetrating radar in the project “Procurement of the RAMS Software, Road Measurements and Consultancy Services for Public Enterprise of State Roads”. (Background: Open Street Map).

4. DATA PROCESSING AND INTERPRETATION GUIDELINES

Data processing and visualization was done with Road Doctor 3 -software. The first phase included preprocessing of the GPR data by removing the metal pulse (elevation correction and dielectric value calculation through reflection), linking it together with video to a project. In actual layer thickness interpretation work, the data was then processed using the on-screen processing features of the software. The processing procedures comprised of a time-zero correction to top of surface reflection, background filtering to reduce constant noise from the data, vertical time domain filtering to create a band pass filter in the time domain for local noise. On most sections, interference removal and horizontal low pass filtering were also added to smooth rapid changes from scan to scan. Further processing was unnecessary due to the good quality of data obtained. After finishing one antenna interpretation (Channel A) of the bound layer, the second antenna data (Channel B) was interpreted semi-automatically to produce the coreless GPR calculated dielectric value. Figure 4 shows an example of the Road Doctor interpretation tool with structure interpretation from the data. From all the profiles the bottom of the bound layers and total thickness of road structures were interpreted. No reference data was provided for interpretations.

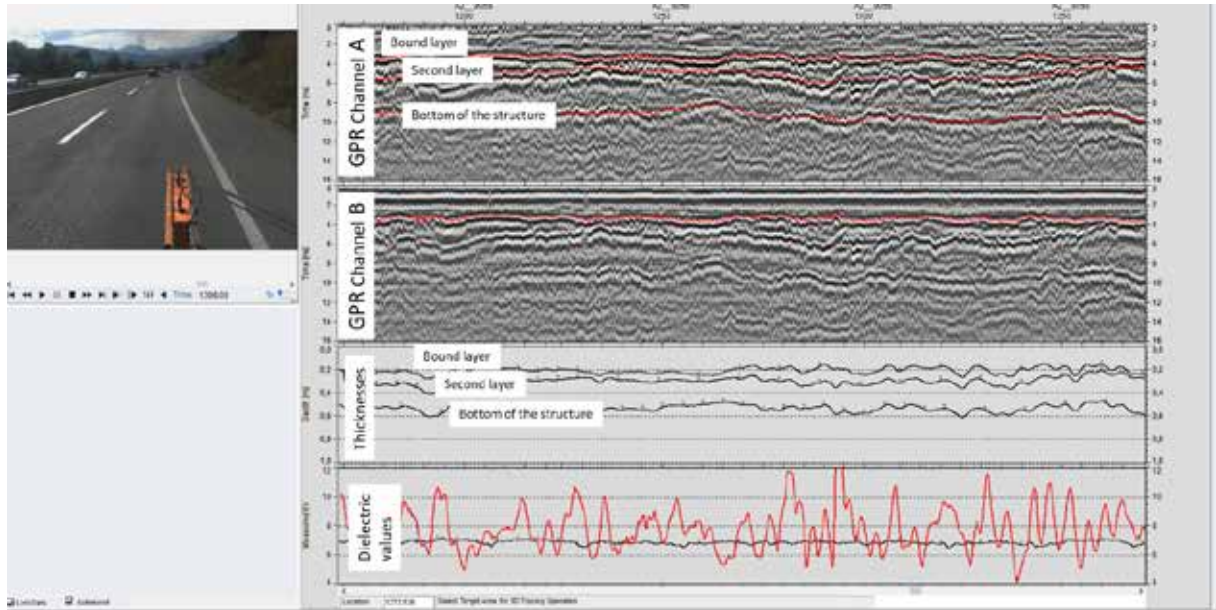


Figure 4. GPR interpretations in Road Doctor view showing interpreted layers as red lines. Top window presenting Channel A (sending and receiving), second window Channel B (coreless, receiving only), third window presents thicknesses calculated from the interpretations and bottom window shows dielectric value calculated by reflection technique (black) and Coreless GPR method (red).

5. RESULTS

As a result, tables from all the interpreted layers with coordinates and road registry information were produced. The tables were in a format that was compatible with GIS software of PESR (created in the project). Roads were also classified in different sections based on layer thicknesses. This information was added to the database to make it easier to get map presentations and to make it possible to utilize data together with traffic information.

6. CONCLUSIONS

Ground penetrating radar together with Road Doctor Survey Van proved to be a very fast method to collect a huge amount of data in a short time. As discussed in Chapter 7, there is more to explore and to use from the data collected simultaneously with GPR data without slowing down the survey speed or making it more complex. Precise GPS makes it possible to collect data regardless of road registry and geometry. In this project, the road registry was created mainly after the data collection was finished. It also means that road registry can be changed and the collected data will still be valid, because it includes the coordinate information.

To improve the GPR interpretation quality, some reference drill cores would have been useful. This should have been done after preliminary data handling and the drill cores should have been chosen based on GPR data.

7. DISCUSSION: FUTURE POSSIBILITIES FOR COLLECTED DATA INTERPRETATION

In addition to GPR data, other data was also collected from the road network at the same time. The possibilities and benefits of future analysis of the RDSV survey data is discussed in the following.

7.1 IRI-10 m

The IRI-value was measured using high speed motion sensor, which includes accelerometers, gyro and GPS. The measuring device is installed directly on the rear axle of a van on right or left or both ends to

measure the right or left or both IRI-values respectively. The device measures the vertical and horizontal acceleration, roll, pitch, yaw and GPS location.

The IRI-calculation algorithm uses pitch value, which measures the longitudinal angle of the device and the van. The angle is measured 100 or 200 times per second. The accurate distance along the measuring line is measured using GPS or odometer. The road profile is calculated by summing the change in elevation at each measuring point. The 10 m IRI and vertical acceleration values were determined from accelerometer and gyrometer data (figure 5).

7.2 Rutting

The rutting is measured using a laser scanner, which scans the road surface in cross-section direction. The scanning density is 0,6667 degrees and scanning frequency 100 Hz respectively. The typical grid size is 3 cm x 17 cm at 60 km/h and at 3 m scanner elevation. For each 3.2 m wide scan sub-section there are 85 points. The statistical error for each laser scanner point separately is 7 mm, but after taking average of 10 cm x 100 cm i.e. 17 points the error decreases to 1,7 mm. While the actual output is provided as an average value of 5, 10, 20, or 100 meters the error is decreased down to 0.76 mm, 0.54 mm, 0.38 and 0.17 mm. This accuracy is adequate for asset management survey purposes.

The operator can define the calculation width, but usually 3.2 m width is used. The left, right, and maximum rut value and ridge value can be defined using standard string method. The software also includes algorithms to calculate the rutting using the cutting edge and two bars method. The outliers can be also removed in the calculations to make the errors smaller.

The system also measures the reflectivity map of the road surface, which makes it possible to monitor the van location in relation to centerline or outer lane markings. One issue that typically causes errors in rutting calculations and comparison of the results from year to year is variations in driving path. The recorded driving path makes it possible to match the calculation areas and make the results more valid for comparison.

The figures 5-9 show the possibilities of presenting the analyzed data from the laser scanner, IMU, 3D accelerometer and GPS. The figures present examples of the results for roughness IRI-20m, rut depth, maximum rutting, 3D laser scanner point cloud, cross fall, GIS and ditch depth next to the road structure. [2][3]

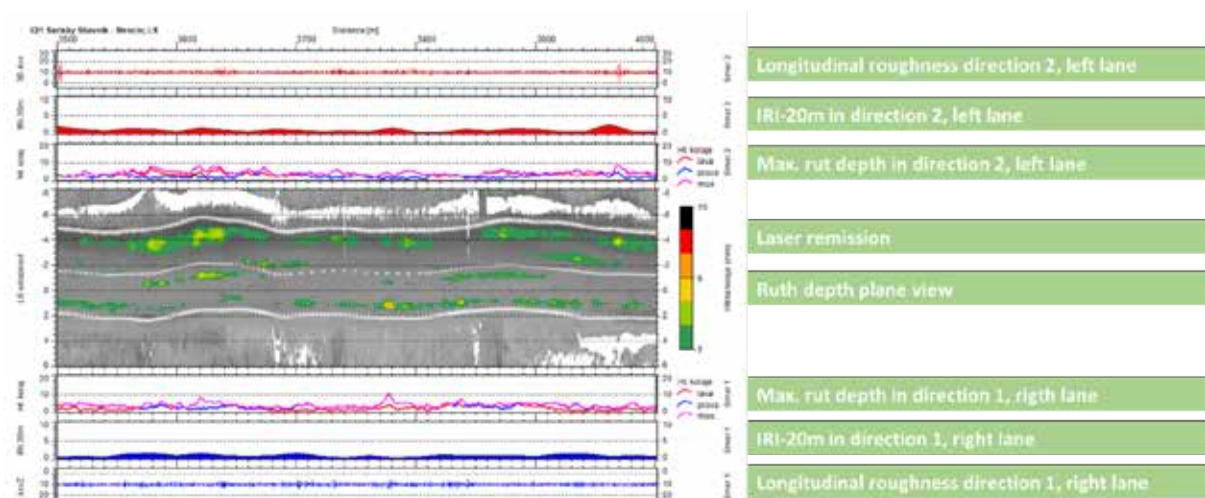


Figure 5. laser scanner and 3D ACC data interpretation showing longitudinal roughness, IRI-20m, maximal rutting, laser remission and rut depth in plane view for both directions.

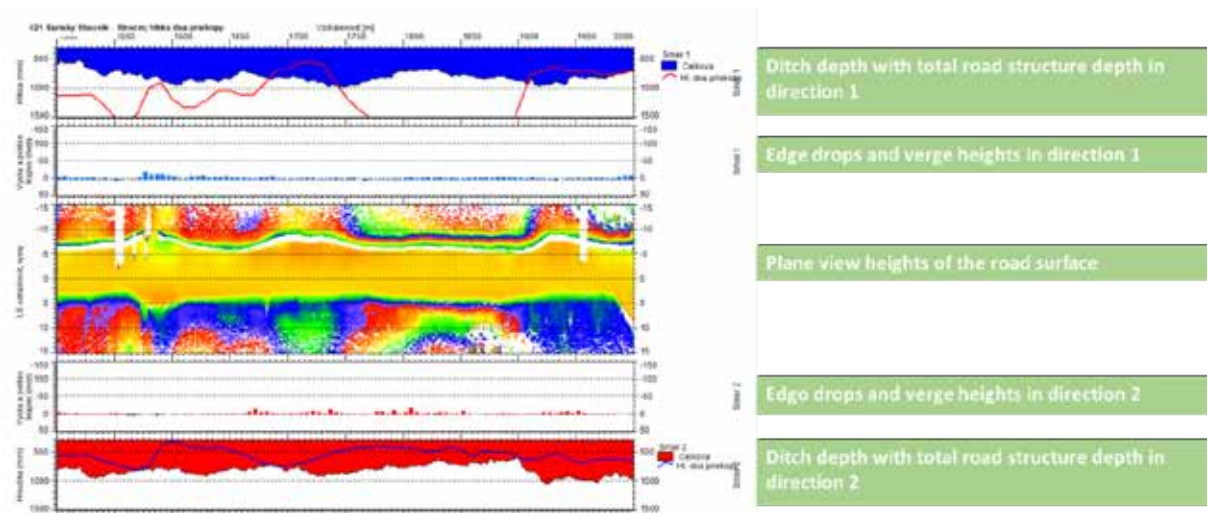


Figure 6. GPR and laser scanner data interpretation showing road structure compared to side ditch depth, edge drops and verge heights and heights of the road surface.

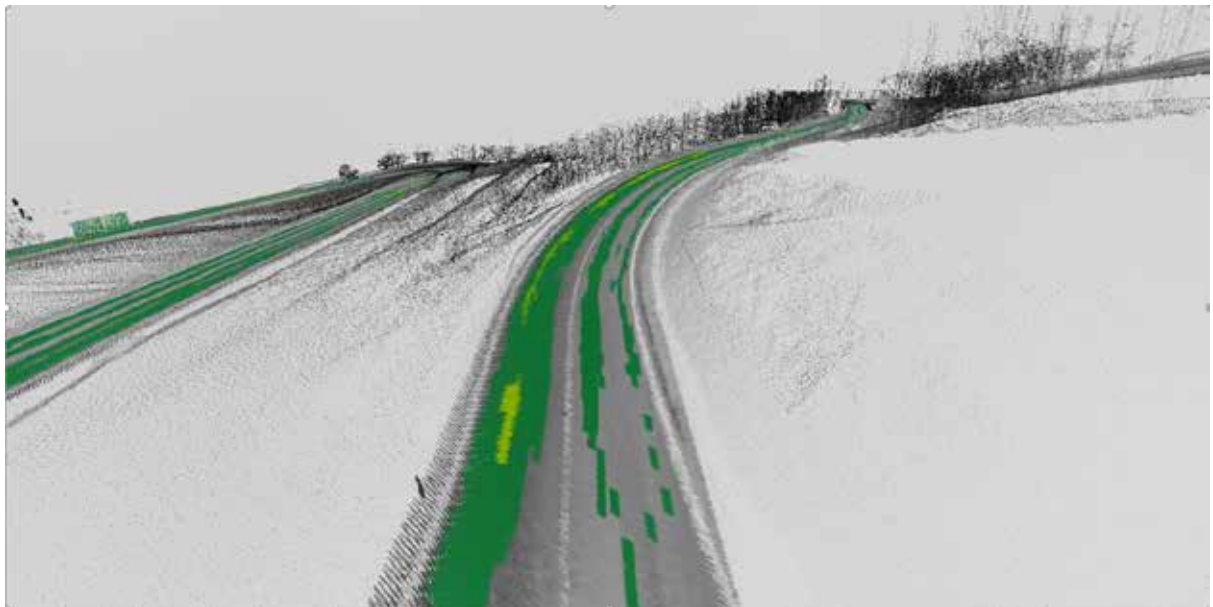


Figure 7. Laser scanner data interpretation showing road surface with rutting map on top of it.

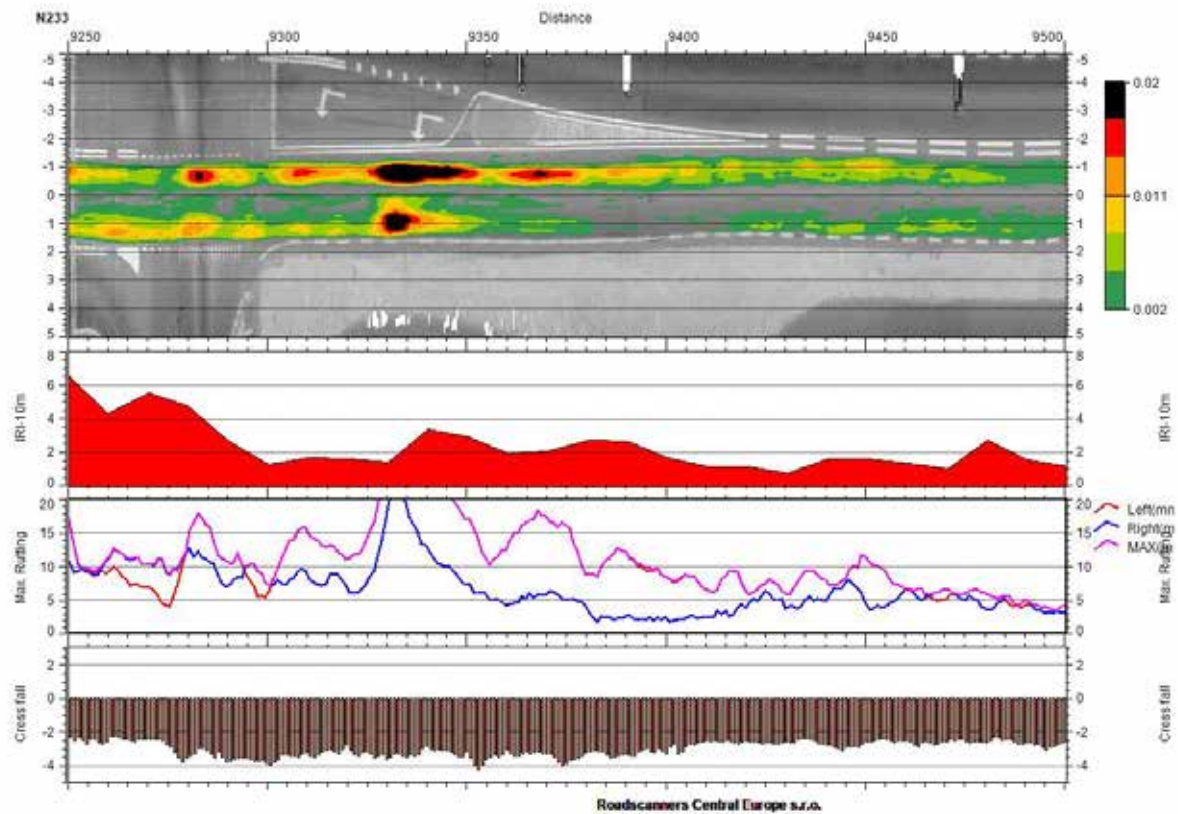


Figure 8. Laser scanner and 3D ACC data interpretation showing, laser remission with rutting, IRI-10m, maximal rutting and cross-fall.



Figure 9. Laser scanner data interpretation showing maximum rutting results on a GIS map (www.openstreetmap.org).

8. REFERENCES

- [1]. Hamrouche. R., Saarenketo T. (2014). Improvement of a coreless method to calculate the average dielectric value of the whole asphalt layer of a road pavement. Proceedings of the 15th International Conference on Ground Penetrating Radar, Brussels, 2014, pp. 899-902.
- [2]. Herronen, T., Matintupa, A., Saarenketo, T. (2015). Experiences with Integrated Analysis of TSD, GPR and Laser Scanner Data. International Symposium Non-Destructive Testing in Civil Engineering, Proceedings, Berlin 2016.
- [3]. Sekaninova, M., Filipovsky, J. (2015). Usage of non-destructive technologies for complete analysis of road condition. Conference Asphalt Pavements 2015, Ceske Budejovice, Czech Republic.

ROTORI I DRUGE VRSTE RASKRIŽJA

ROUNDBABOUTS AND OTHER TYPES OF INTERSECTIONS

Zoran Kenjić, mag.inž.građ.
Ministry of Infrastructure and Water Management, The Netherlands,
Rijkswaterstaat
e-mail: zoran.kenjic@rws.nl

dr.sc. Ammar Šarić, dipl.inž.građ.
Građevinski fakultet, Univerzitet u Sarajevu
e-mail: ammar.saric@hotmail.com

Sažetak

Raskrižja su točke u prometnoj mreži na kojima se ceste ukrštaju ili račvaju u a to su istovremeno i vezne točke koje omogućuju povezivanje dijelova prometne mreže u jednu cjelinu i time funkcioniranje prometnog sustava.

Raskrižja su prometne površine na kojima se dešavaju manevri ukrštanja, preplitanja, spajanja i razdvajanja prometnih tokova u istom nivou što dovodi do formiranja konfliktnih točaka i time nesigurnih situacija. Forma raskrižja utiče u velikoj mjeri na nivo prometne sigurnosti i propusnu moć raskrižja.

Rotori imaju zbog svoje geometrijske forme manji broj konfliktnih točaka u odnosu na višekraka raskrižja i zbog toga su rotorii gledano sa aspekta prometne sigurnosti najprikladniji tip raskrižja. Ovaj pregledni rad sadrži sažet prikaz osobina rotora i drugih vrsta raskrižja u nivou sa aspekata prometne sigurnosti i propusne moći.

Ključne riječi: raskrižja, rotorii, prometna sigurnost, konfliktne točke, propusna moć.

Abstract

Intersections are points in the traffic network where roads intersect or separate, and at the same time they are connecting points that enable the connection of parts of the traffic network into one whole and the functioning of the traffic system.

Intersections are traffic areas where traffic flows intersect, intertwine, connect and separate at the same level, which leads to the formation of conflict points and thus unsafe situations. The shape of the intersection greatly affects the level of traffic safety and level of service of an intersection.

Due to their geometric shape, roundabouts have a smaller number of conflicting points in relation to multi-leg intersections, and therefore roundabouts are the most suitable type of intersection from the aspect of traffic safety. This review paper contains a summary of the characteristics of the roundabouts and other types of level crossings from the aspect of traffic safety and level of service.

Keywords: intersections, rotors, traffic safety, conflict points, level of service

1 UVOD

Raskrižja su točke u prometnoj mreži na kojima se ceste ukrštaju, prepliću, spajaju i razdvajaju na jednoj površini/nivou i mogu imati različite forme i različite veličine. U toku planiranja i projektovanja prometnica često se postavlja pitanje koji tip raskrižja se treba primijeniti u određenoj situaciji. Pri projektiranju novog raskrižja projektant treba da odluči koji tip raskrižja će primijeniti. Isto tako u momentu kada postojeća raskrižja ne funkcioniše kako je planirano, planeri i projektanti trebaju naći rješenje koje će omogućiti optimalno funkcioniranje posmatranog raskrižja. Da bi se donijela pravilna odluka potrebno je sva potencijalna rješenja procijeniti i uporediti na osnovu odabranih kriterija za izbor tipa raskrižja. Gledano s aspekta prometne sigurnosti, raskrižja predstavljaju potencijalno nesigurna mjesta u prometnoj mreži. Stoga se izboru tipa raskrižja te oblikovanju istih treba posvetiti posebna pažnja.

U ovom radu prikazane su osnovne karakteristike raskrižja i aspekti koji utječu na izbor najsigurnijeg tipa raskrižja u određenoj situaciji. Također, na konkretnim primjerima iz Sarajeva analizirat će se propusna moć i kapacitet različitih tipova raskrižja.

2 PODJELA RASKRIŽJA

Raskrižja se mogu podijeliti prema formi koju imaju, prema načinu kako su regulisane i prema načinu kako su uređene.

2.1 Forma raskrižja

Raskrižja mogu imati različite forme i mogu se podijeliti na:

- Raskrižja sa tri kraka (trokraka) koje mogu imati T formu, gdje se jedna cesta završava i priključuje na drugu cestu ili Y formu, gdje se jedna cesta račva na druge dvije;
- Raskrižja sa četiri kraka (četverokraka) koje omogućavaju izmjenu smjerova između dvije ceste;
- Raskrižja sa više krakova (višeokraka sa pet ili više krakova);
- Smaknuta T raskrižja, gdje se dva T raskrižja nalaze na kratkom odstojanju, a priključne ceste su u direktnoj relaciji, te
- Kružna raskrižja odnosno rotori.

3 PROMETNA SIGURNOSTI NA RASKRIŽJIMA

Raskrižja su prometne površine na kojima se dešavaju manevri ukrštanja, preplitanja, spajanja i razdvajanja prometnih tokova u istom nivou što dovodi do formiranja konfliktnih točaka i time nesigurnih situacija.

Vozači moraju na raskrižjima da obraćaju pažnju na više faktora koji utječu na vožnju nego na slobodnim dionicama puteva. Oni moraju da preduzimaju radnje prestrojavanja, smanjenja brzine, kočenja pri skretanju, kočenja zbog propuštanja ukrštajućeg prometa i sl. te da u toku vožnje imaju pregled kompletne prometne situacije.

Gledano sa aspekta prometne sigurnosti, raskrižja predstavljaju potencijalno nesigurna mjesta u prometnoj mreži. To, nažalost, dokazuju i statistički podaci! Prema statističkim pokazateljima iz Nizozemske, više od jedne trećine prometnih nesreća sa smrtnim posljedicama dešava na raskrižjima. Gotovo polovina od ukupnog broja poginulih na cestama u urbanom području registrovana je na raskrižjima dok je broj poginulih na vangradskim raskrižjima nešto manje od jedne četvrtine od ukupnog broja smrtno stradalih. S obzirom na ovakve pokazatelje, izboru tipa raskrižja i oblikovanju raskrižja treba se posvetiti posebna pažnja.

4 KOJE FAKTORI UTJEČU NA SIGURNOST RASKRIŽJA?

Tip i forma raskrižja su faktori koji direktno utječu na sigurnost jednog raskrižja. Pored toga, unutar određenog tipa raskrižja postoji niz karakteristika koje utječu na sigurnost raskrižja:

- Broj konfliktnih točaka,
- Brzina prolaza kroz raskrižje,
- Razlika u masama učesnika u prometu,
- Uglovi ukrštanja smjerova,
- Intenzitet prometa na glavnom i sporednom smjeru

Sigurnost raskrižja direktno zavisi od broja mogućih konfliktnih točaka. Što je manje konfliktnih točaka, to je raskrižje sigurnije. Konflikti su dopušteni samo pri malim razlikama u brzinama i masama korisnika raskrižja pri čemu je ugao konflikta bitan faktor sigurnosti. Standardni tipovi konflikta koji se dešavaju na raskrižjima su:

Tabela 1. Tipovi konflikta na raskrižjima

Tip konflikta	Ilustracija
Poprečni konflikti (ukrštanja i/ili presijecanja)	
Čeoni naleti	
Spajanja i razdvajanja	
Frontalni konflikti	

Intenzitet prometa na glavnom i sporednom smjeru je faktor koji utječe na sigurnost raskrižja. U pravilu što je veća količina prometa u raskrižju to je raskrižje nesigurnije. Nizozemska istraživanja su pokazala da intenzitet prometa utječe na sigurnost raskrižja na dva načina: kod gradskih raskrižja je sigurnost raskrižja uslovljena sumom intenziteta na priključnim krakovima, a kod vangradskih raskrižja je odnos intenziteta na glavnom i sporednom smjeru faktor koji utječe na sigurnost i broj nesreća.

5 KOJA SU RASKRIŽJA SIGURNA?

Prema nizozemskoj viziji održive prometne sigurnosti idealna forma raskrižja morala bi da zadovolji tri osnovna principa koji se odnose na projektiranje i uređenje sigurnih prometnih sustava:

1. Princip funkcionalnosti (usklađenost uređenja i funkcije ceste),
2. Princip (bio)mehanike (usklađenost brzina, smjerova, masa i zaštita sudionika u prometu),
3. Princip psihologije (usklađenost ceste i okoline sa sposobnostima vozača).

Vizija sa navedenim principima ima za cilj projektiranje sigurnih prometnih sustava, što podrazumijeva da su projektirana cesta, raskrižja i cestovno okruženje uređeni tako da: sprečavaju nastanak nesreća sa teškim posljedicama, a ukoliko se nesreće dogode, da posljedice ostanu u prihvatljivim granicama.

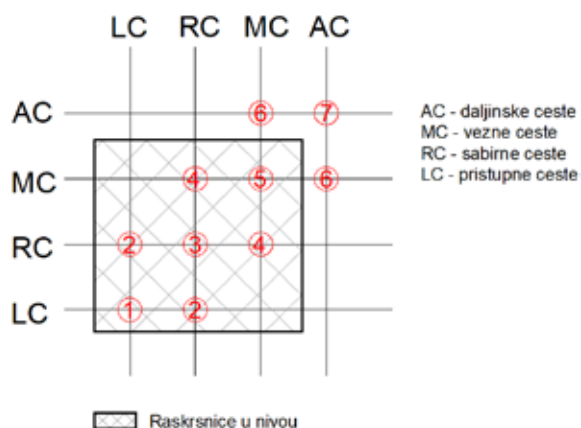
Navedeno podrazumijeva da bi se pri projektiranju raskrižja moralo voditi računa da konflikti između vozila mogu da nastupe samo pri malim razlikama u brzinama i masama. To znači da bi na raskrižjima

u urbanom području brzina morala biti ograničena na 50 km/h. U situacijama gdje se mogu očekivati konflikti između teškog motornog prometa sa motoristima, biciklistima i pješacima morala bi se brzina smanjiti i ograničiti na 30 km/h. Niske brzine se pri tome mogu realizovati primjenom fizičkih mjera kao što su: rotori, pragovi i platoi. Uz smanjenje brzine fizičke mjere trebaju da onemoguće kritične konflikte (npr. između kamiona i biciklista).

Polazeći od navedenih principa i funkcionalne podjele cesta, raskrižja se mogu klasificirati po stepenu sigurnosti. Prema nizozemskim iskustvima i istraživanjima prometne sigurnosti na raskrižjima su kružna raskrižja-rotori najsigurniji tip raskrižja. Iza toga slijede raskrižja sa regulisanim pravom prvenstva prometnom signalizacijom te raskrižja sa regulisanim pravom prvenstva svjetlosnim signalima.

- *Kružna raskrižja (rotori)* - uslijed niskih konfliktnih brzina i smanjenog broja konfliktnih točaka, vjerovatnoća da jedna nezgoda završi sa tragičnim posljedicama za vozače u rotoru, znatno je manja nego na klasičnim raskrižjima. Zbog ovoga su rotori najpovoljniji tip raskrižja gledano sa aspekta prometne sigurnosti.
- *Raskrižja sa regulisanim pravom prvenstva prometnom signalizacijom* - intenziteti na ovim raskrižjima su obično niži nego na raskrižjima koje su regulisane svjetlosnim signalima a forma raskrižja je obično jednostavnija. Sve to čini ukupnu situaciju na raskrižju manje kompleksnom zbog čega nastaje i manje prometnih nesreća.
- *Raskrižja sa regulisanim pravom prvenstva svjetlosnim signalima* - ovaj tip raskrižja se primjenjuje kada su intenziteti prometa na raskrižju tako veliki da ih ostali tipovi raskrižja ne mogu obraditi. Zbog velikih intenziteta, složene forme i strukturnog negiranja crvenog svjetla na ovim raskrižjima se dešava najveći broj nesreća zbog čega su ova raskrižja najnesigurniji tip raskrižja u nivou.

Na sljedećoj slici prikazana je funkcionalna klasifikacija raskrižja prema aspektu prometne sigurnosti.



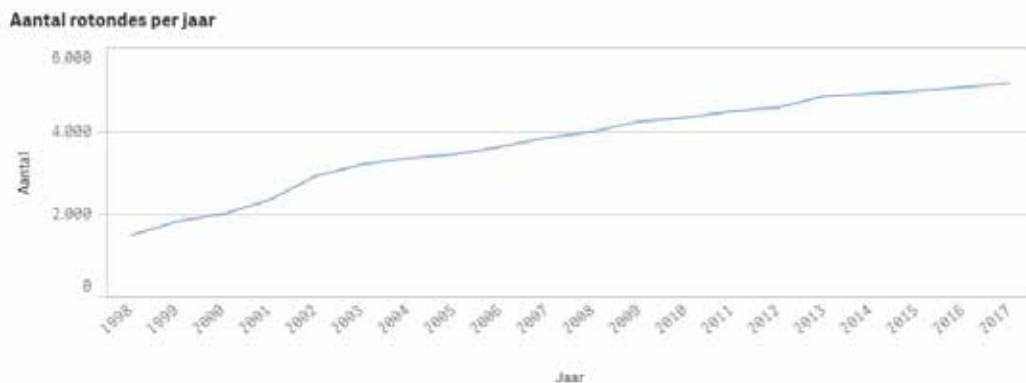
R.br.	Kategorija ceste	Položaj u mreži	Uređenje raskrsnice
1	LP x LP		Rotori
2	R x LP		Rotori
3	R x R		Rotori, pravo prvenstva
4	M x R		Semafori
5	M x M		Semafori
6	AC x M		Denivelisano

Slika 1. Tabela funkcionalne podjele raskrižja (lijevo)- tip raskrižja (desno)

6 ZAŠTO SU ROTORI POVOLJNIJI OD DRUGIH TIPOVA RASKRIŽJA?

U Nizozemskoj je do sada (2021. godina) realizovano oko 6.000 rotora što predstavlja jednu široku bazu

za istraživanja primjene rotora sa različitih aspekata. Rezultati istraživanja na polju prometne sigurnosti rotora pokazuju utjecaj primjene rotora na smanjanje broja prometnih nesreća i povećanje prometne sigurnosti.



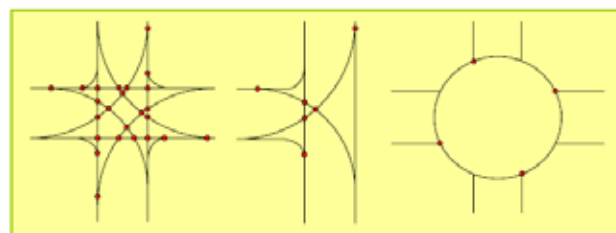
Slika 2. Porast primjene rotora u Nizozemskoj [SWOV]

Istraživanja su pokazala da tamo gdje su klasična raskrižja rekonstruisane u rotor, smanjen je broj prometnih nezgoda za cca. 50% a broj nastradalih se smanjio za cca. 80%. Rotori su sigurniji od drugih tipova raskrižja iz sljedećih razloga:

- rotor ima manji broj konfliktnih točaka nego ostala raskrižja,
- provozna brzina kroz rotor je niska i
- forma konflikata smanjuje rizik nastanka teških nesreća.

Jedno četvorokrako raskrižja dvosmjernih cesta sadrži 32 potencijalne konfliktna točke (16 ukrštanja, 8 razdvajanja i 8 spajanja), trokraka

raskrižje 9 (3 ukrštanja, 3 razdvajanja i 3 spajanja) dok jednostručni rotor ima samo 8 potencijalnih konfliktnih točaka (4 razdvajanja i 4 spajanja) pri čemu nema konflikata ukrštanja.



Slika 3. Potencijalne konfliktna točke [SWOV]

Zbog geometrijske forme i regulisanog prvenstva prolaza učesnici u prometu u rotoru primorani su da smanje brzine kretanja što nije slučaj na drugim tipovima raskrižja. Centralno ostrvo zajedno sa radijalnim priključcima uslovljava povijenu liniju kretanja što utječe i na smirivanje prometa. Pravilo prvenstva prolaza uslovljava da vozila pri ulazu smanjuju brzinu kako bi propustili vozila koja se kreću kroz rotor. Specifična kružna forma rotora utječe na to da je ugao konflikta manje opasan u odnosu na druge tipove raskrižja što smanjuje rizik nastanka teških nesreća.

Usljed niskih konfliktnih brzina, smanjenog broja konfliktnih točaka i ostalih navedenih prednosti, u rotoru je vjerovatnoća da jedna nezgoda završi sa tragičnim posljedicama za vozače znatno manja nego na klasičnim raskrižjima. Zbog ovoga su rotor najpovoljniji tip raskrižja gledano sa aspekta prometne sigurnosti. To ne znači da je rotor u svim situacijama i optimalno rješenje. U konkretnim situacijama potrebno je uporediti projektna rješenja te na osnovu analize mjerodavnih faktora izabrati optimalno i sigurno rješenje.

7 PROMETNA SIGURNOST ROTORA

7.1 Tipovi rotora

Rotori se prema svojoj formi mogu podijeliti na:

- jednotračne,
- dvotračne i
- turborotore, koji su novi tip višetračnog rotora sa spralnim tokom traka.

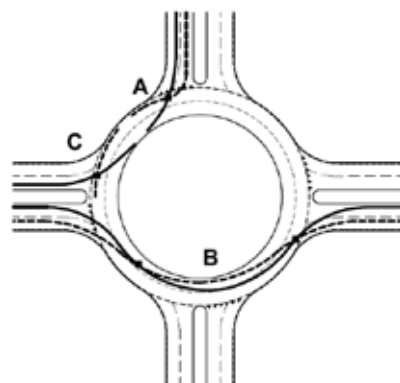
Jednotračni rotor odigrali su važnu ulogu u implementaciji kružnih raskrižja. Vozači i ostali učesnici u prometu su se na jednotračnim rotorima upoznali sa prednostima ovakvog tipa raskrižja. Povećanjem intenziteta stvorila se potreba za povećanjem kapaciteta rotora. Logična reakcija na takvu potrebu je bila pojava dvotračnih rotora. Kod dvotračnih rotora su uz prednost u neznatnom povećanju kapaciteta, jako brzo uočeni i nedostaci. Kod dvotračnih rotora su konstatovani novi konflikti izazvani preplitanjima. Ovaj problem je u Nizozemskoj riješen pronalaskom tzv. turborotora koji omogućava prolaz kroz rotor bez konflikta ili sa smanjenim brojem konflikata sa ostalim prometom.

U situacijama kada jednotračni rotor nemaju dovoljan kapacitet, i znajući da dvotračni rotor imaju evidentne nedostatke u pogledu prometne sigurnosti, preporučuje se primjena turbo rotora jer su turbo rotor bezbjedan i efikasan tip kružnih raskrižja.

7.2 Problem dvotračnih rotora

Prednost dvotračnih rotora u odnosu na jednotračne je u povećanom kapacitetu, s tim što treba naglasiti da to povećanje nije proporcionalnu povećanju broja traka i ono iznosi svega 10-20%.

Evidentne su i mane dvotračnih rotora u odnosu na jednotračne rotore. To su prije svega znatno povećane provodne brzine koje nastaju zbog veće raspoložive vozne širine, stvaranja kompleksne prometne situacije sa preplitanjima u samom rotoru i pojave konflikata presijecanja na izlazima.



Slika 4. Problemi kod dvotračnog rotora

Kod dvotračnih rotora neizbježni su konflikti ukrštanja na ulazima i izlazima (A i C), a dešavaju se i preplitanja na relativno kratkoj dužini što u krivini dovodi do čestih bočnih sudara vozila. Osim toga, zbog raspoložive velike širine kolovoza dolazi do presijecanja tokova (B) koji također rezultuju bočnim sudarima. Uz to je kod svih višetračnih rotora prisutan problem prometne sigurnosti nemotorizovanih učesnika u prometu. Zbog dvotračnih ulaza i izlaza dužina prelaza i vrijeme za prelaz je duže a pojavljuje se i problem zaklonjene vidljivosti biciklista ili pješaka od strane vozila u susjednoj traci.

Dvotračni rotor su, po nizozemskim smjernicama, zbog nedovoljnog nivoa prometne sigurnosti izbačeni iz upotrebe i zamijenjeni su turborotorima.

7.3 Turbo rotor

Turbo rotor su nizozemski pronalazak. Nizozemski inženjer Bertus Fortuijn je 3. oktobra 1996. prezentirao prvi koncept turbo rotora. Turbo rotor je rezultat istraživanja problema nepoželjnih konfliktnih situacija kod dvotračnih rotora sa dvije koncentrične trake u kružnom toku. Naime, dvotračni rotor imaju veliki broj konfliktnih situacija! Da bi riješio taj problem Bertus Fortuijn je smislio spiralnu konstrukciju kružnog raskrižja u kojoj su dijelovi kružnih traka koji dovode do konfliktnih

situacija izostavljeni. Turbo rotori svojom specifičnom konstrukcijom znatno smanjuju broj konfliktnih situacija i time predstavljaju bezbjedan i efikasan tip kružnih raskrižja.

Turbo rotor je tako uređen da podrazumijeva kretanje vozila od unutrašnje do spoljašnje vozne trake u smjeru izlaza iz kružnog toka. Za ovu svrhu, promet se mora prethodno sortirati prije pristupa kružnom toku i odabrati ispravnu odnosno željenu voznu traku. Nakon izbora vozne trake, vozač mora samo pratiti tu traku da bi došao do željenog izlaza iz kružnog toka.

Postoji više tipova turborotora pri čemu je standardni turbo rotor bazni tip turbo rotora.



Slika 5. Standardni turbo rotor

Vođenje vozila kroz turbo rotor regulisano je specifičnim dizajnom spiralnog toka fizički razdvojenih voznih traka u kružnom toku. Uz to se vozač u toku vožnje obavještava o načinu kretanja na prilazu turbo rotoru i u samom rotoru pomoću za turbo rotor karakteristične kako horizontalne („rotorske strelice“) tako i vertikalne signalizacije (specifične putokazne table i prometni znaci).

8 PRAKTIČNA ISKUSTVA U ANALIZI RASKRIŽJA

Posljednjih desetak godina primijetan je značajan porast broja projektovanih i izgrađenih različitih tipova kružnih tokova u Sarajevu, ali i ostalim dijelovima Bosne i Hercegovine. Već su navedene glavne prednosti kružnih tokova, posebno u pogledu prometne sigurnosti, međutim kružni tokovi ne predstavljaju uvijek optimalno prometno rješenje. U trenutnoj inženjerskoj praksi u Bosni i Hercegovini te kod različitih nivoa vlasti trenutno vlada generalno mišljenje da se kružnim tokovima rješavaju svi prometni problemi određene lokacije. Ovakvo stajalište nije samo pogrešno iz ugla građevinske struke, nego za posljedicu ima i nerazumno trošenje ionako ograničenih finansijskih sredstava, ili u najgorem slučaju, stvaranje opasnijeg prometnog mjesta u odnosu na postojeće stanje. Rekonstrukciji bilo koga raskrižja i izgradnji kružnih tokova prethodi proces

projektovanja. Međutim, u Bosni i Hercegovini praksa je da se uvijek, ili gotovo uvijek, zaboravlja i izostavlja ono što neophodno prethodi projektiranju, a to je planiranje i analiza prometnih tokova.

Analiza prometnih tokova u širem smislu podrazumijeva prikupljanje podataka o postojećem prometnom opterećenju, raspodjeli kretanja unutar raskrižja, strukturi prometnog toka, faktoru vršnog sata, broju pješaka i biciklista, broju prometnih nesreća, položaju i ulozi raskrižja u široj prometnoj mreži te proračun osnovnih funkcionalnih pokazatelja svakog raskrižja: kapacitet, vrijeme zakašnjenja, nivo usluge i dužinu repa. Ovaj korak trebao bi biti ključan u odluci da li je neko raskrižje uopće potrebno rekonstruisati te koje je to optimalno rješenje. Tek nakon utvrđivanja opravdanosti nekog rješenja sa aspekta saobraćajne propusnosti i sigurnosti može se pristupiti fazi projektovanja. Nažalost, ovaj korak se rijetko kada sprovodi, ili se ne sprovodi ispravno, zbog čega je u Bosni i Hercegovini pogrešno ili nepotrebno izgrađen veći broj kružnih raskrižja. Kako bi se unaprijedila praksa potrebno je donijeti određene pravilnike i smjernice sa jasnim procedurama o sprovedbi analize prometnih tokova, a koja bi se temeljila na međunarodnim iskustvima i obavezno domaćim istraživanjima.

Analiza prometnih tokova ne bi trebala obuhvatiti samo mikrolokaciju jednog raskrižja koja je predmet rekonstrukcije (osim ako se ne radi o izolovanom raskrižju) nego je potrebno analizirati širi prometni sustav i odnose susjednih raskrižja, naročito u gradskim uslovima. Posebno je interesantan odnos različitih tipova raskrižja, semaforiziranih i nesemaforiziranih, zbog faktora koji utječu na funkcionalnost svakog raskrižja: tip dolazaka vozila, brzina dolazaka vozila, vrijednost raspoloživih vremenskih praznina, postojanje "zelenog vala". Zbog svega ovoga preporučljivo je formirati koridor raskrižja istovjetnog tipa. Nažalost, u Bosni i Hercegovini nije praksa raditi ovakve sveobuhvatnije analize. Jednako tako, ne analiziraju se različiti scenariji (npr. promjena u strukturi prometa, izgradnja dodatnih prometnih traka, izgradnja atraktivnog sadržaja u blizini razmatranog raskrižja itd.) niti porast prometnog opterećenja u toku planskog perioda od 20-30 godina. Kako bi se sve ove analize sprovele potrebno je koristiti mikrosimulacijske alate (npr. PTV Vissim ili Aimsun) ili analitičke i semi-analitičke alate (npr. HCS ili Sidra Intersection).

Kao što je već spomenuto, standarde za analizu prometnih tokova u Bosni i Hercegovini potrebno je definirati određenim smjernicama a na osnovu prethodno sprovedenih terenskih lokalnih

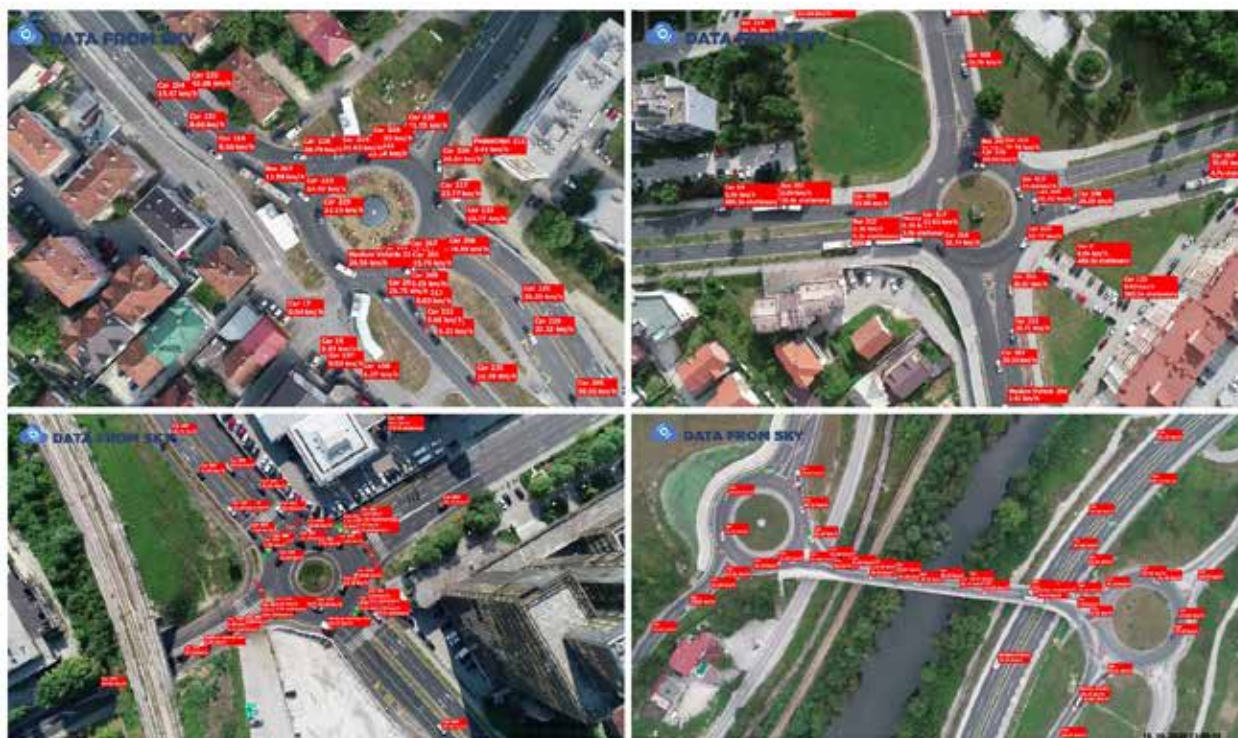
istraživanja. Ovo je posebno neophodno za analizu svih tipova nesemaforiziranih raskrižja, pa tako i kružnih tokova, koja se temelji na poznavanju dva osnovna parametra, tj. kritične vremenske praznine (t_c) i vremena slijeda (t_f). Ova dva parametra dosta zavise od lokalnih uslova i karakteristika vozača zbog čega je potrebno sprovesti detaljno istraživanje u Bosni i Hercegovini. Jedan od rijetkih izvora lokalnih podataka, dobijenih na manjem uzorku, može se pronaći u radu *Practical Determination of Gap Acceptance Parameters on Roundabouts* (Šarić, A. et al.). Upotreba vrijednosti objavljenih u drugim često korištenim izvorima (npr. Highway Capacity Manual (HCM) ili Sidra Intersection) može značajno utjecati na vrijednosti kapaciteta. Jedna od mogućih prednosti turbo rotora krije se upravo u vrijednostima parametara prihvatanja vremenskih praznina pri čemu se pretpostavlja da su one manje za ovaj tip raskrižja pa time ostvaraju i veći kapacitet u odnosu na klasične kružne tokove. Međutim, ovaj zaključak ne može se smatrati apsolutnim te postoje oprečni stavovi o dostupnoj međunarodnoj literaturi. Semaforizirana raskrižja također zahtijevaju dodatna lokalna istraživanja u pogledu načina upravljanja semaforima, tipa dolazaka vozila, zasićenog vremena slijeda, itd.

Posebno interesantan problem za Sarajevo predstavljaju vremenski uslovi koji se gotovo

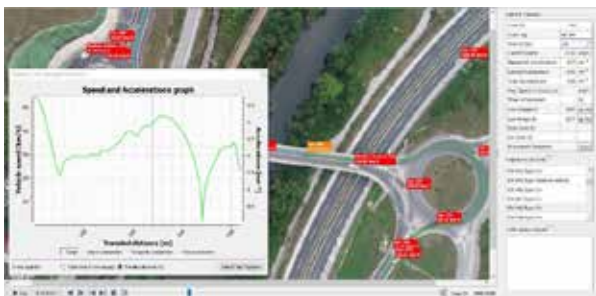
nikada ne uzimaju u obzir prilikom analize prometnih tokova. Svi pomenuti parametri mogu se značajno razlikovati u uslovima većih kišnih padavina, smanjenje vidljivosti, mraza, sniježnih padavina i sl. S obzirom na priličan broj mjeseci sa ovakvim vremenskim prilikama, promet za područje Sarajeva obavezno bi trebalo analizirati i sa ovog aspekta. Ipak, treba naglasiti da i međunarodna iskustva na ovom polju nisu obimna i ne primjenjuju se toliko često u praksi.

Tim Odsjeka za prometnice Građevinskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu u proteklom je periodu za različite potrebe izvršio analizu brojnih raskrižja u Sarajevu. U nastavku se daje kratki osvrt na te analize sa najbitnijim rezultatima.

Najčešći predmet analize bili su izgrađeni dvotračni rotori u Sarajevu. Prikupljanje i obrada podataka izvršena je snimanjem dronom te primjenom alata DataFromSky. Pomoću ove tehnike moguće je dobiti najdetaljnije podatke o prometu: brojanje prometa po smjeru, strukturu prometa, vrijeme čekanja, brzine prolazaka vozila, ubrzanje vozila itd. Snimanje prometa izvršeno na sljedećim kružnim raskrižjima: Energoinvest, Hrasno, Dobrinja i petlja Vogošća (slika 6). Na slika 6 i 7 dati su primjeri obrade video snimaka na ovim raskrižjima.



Slika 6. Lokacije istraživanja u DataFromSky platformi



Slika 7. Dinamika kretanja jednog vozila kroz cijeli video snimak

Sva četiri razmatrana raskrižja izuzetno su prometno opterećena. Međutim, može se primijetiti jedna od glavnih karakteristika dvotračnih rotora a to je slaba iskorištenost unutrašnje trake koja iznosi maksimalno 30%. Naime, zbog već ranije naglašenog nedostatka ovog tipa raskrižja u vidu preplitanja na izlazima vozači se osjećaju nesigurno te dosta rjeđe biraju unutrašnju traku. Ovakva raspodjela prometnih tokova krivac je za nedostizanje punog kapaciteta dvotračnih rotora i za česte bočne sudare na izlazima. Oba problema moguće je prevazići primjenom turbo rotora kod kojih se eliminiraju konflikti na izlazima. U stručnoj literaturi nije apsolutno dokazano da je teoretski maksimalni kapacitet turbo rotora veći od dvotračnih rotora. Međutim, njegova iskorištenost sigurno je veća kod turbo rotora, te je čak i u slučaju jednakih kapaciteta ovo povoljnije rješenje jer je dosta sigurnije. Nažalost, u Sarajevu do sada nije izgrađen niti jedan turbo rotor iako je sigurno bio povoljnije rješenje na bar tri od četiri navedene lokacije (lokacija Hrasno zbog većeg broja priključaka ima složeniju geometriju). Kada se posmatra iskorištenost prometnih traka posebno je zanimljivo podatak da na jednom od kružnih tokova na petlji Vogošća lijevu izlaznu traku prema Vogošći, na osnovu 18-minutnog videa, od ukupno 182 vozila koristi samo jedno (slika 8). Opravdano je postaviti pitanje koja je uloga ove trake? Na istoj petlji na drugom rotoru postoji bypass za desno skretanje iz smjera Vogošće prema autoputu. Iako u ovom slučaju broj vozila i opterećenost desnog skretanja opravdava njegovu izgradnju, prilikom projektovanja bypassa često se zaboravlja da je upravo brojem vozila potrebno dokazati njegovu opravdanost. U suprotnom, bypass predstavlja samo jednu dodatnu konfliktnu točku na izlazu. Također, potrebno je voditi računa o njegovoj dužini i iz istog razloga izbjegavati kratke dužine kada god je to moguće.



Slika 8. Petlja Vogošća – broj vozila na ulazima i izlazima u rotoru

Osim slabije iskorištenosti unutrašnje trake dvotračni rotori imaju još jedan čest nedostatak u odnosu na turbo rotore. Naime, s obzirom na to da kružne trake nisu fizički odvojene vozačima koji idu pravo ostavlja se mogućnost da kroz kružni tok prođu ravno, bez povijanja vozne linije, koristeći obje kružne trake i vozeći znatno većim brzinama. Ovo je posebno opasno sa aspekta ostalih učesnika u prometu (pješačka i biciklista) te vozila koja se uključuju iz suprotnog smjera. Na svim posmatranim raskrižjima uočena su ovakva ponašanja te se na narednim slikama daju primjeri njihovih trajektorija sa svakog rotora.



Slika 9. Petlja Vogošća – kretanje pravo velikom brzinom



Slika 10. Rotor Hrasno – kretanje pravo velikom brzinom



Slika 11. Rotor Energoinvest – kretanje pravo velikom brzinom



Slika 12. Rotor Dobrinja – kretanje pravo velikom brzinom

Dvotračni rotor Energoinvest analiziran je detaljnije primjenom HCM metodologije te mikrosimulacije PTV Vissim. Na mjestu ovog rotora prethodno je bilo semaforizirano raskrižje sa po četiri trake u glavnom smjeru. Prije i poslije ovog raskrižja također se nalaze semaforizirana raskrižja. U toku

2020. godine izgrađen je dvotračni rotor sa po dvije ulazne i izlazne trake na svim smjerovima osim prema ulici Drinska gdje je zadržano postojeće stanje zbog prisustva nadvožnjaka. Ukoliko je postojeća semaforizirana raskrižja imala značajnije nedostatke u vidu funkcionalnosti prometa, a analiza će pokazati da nije, prije njene rekonstrukcije trebala su se nametnuti dva osnovna pitanja: zašto arterijski koridor sa nizom semaforiziranih raskrižja prekidati nesemaforiziranim raskrižjem te zašto postojeće četiri ulazne trake na glavnim smjerovima smanjiti na po dvije ulazne trake? Na ova pitanja trebalo je dati odgovor prije procesa projektovanja. Prije početka njegove izgradnje nadležni su rekli sljedeće: "Ovo je kapitalni projekat iz više razloga, a jedan od njih je sama činjenica da gradnjom ovakvih prometnih objekata ubrzavamo tok prometa, što je veoma važno, ne samo zbog gubitka vremena, zbog čekanja i gužvi, već i poboljšavanja kvaliteta zraka.(...) Ovim kružnim tokom riješit ćemo 65 posto svih prometnih problema na tom prostoru." (Intervju objavljen na web portalu Poslovenovine.ba, 21.01.2020.). Prema informacijama objavljenim u medijima njegova izgradnja koštala je oko 1,5 miliona KM. Navedene tvrdnje nadležnih nemaju matematičko uporište. Čak i jednostavnom računarskom analizom moguće je dokazati da dvotračni kružni tok ni po čemu ne predstavlja povoljnije rješenje. Nažalost, ta analiza nije urađena te se sa pravom može reći da je 1,5 miliona KM pogrešno utrošeno. U narednim tabelama dat je pregled rezultata analize propusne moći za semaforiziranu raskrsnicu i dvotračni rotor. Na slici 11 prikazane su oznake privoza.

Tabela 2. Analiza propusne moći za semaforizirano raskrsrižje Energoinvest

Tablica 2.7. Izračun prosječnog vremena za zakašnjenje na raskrižju

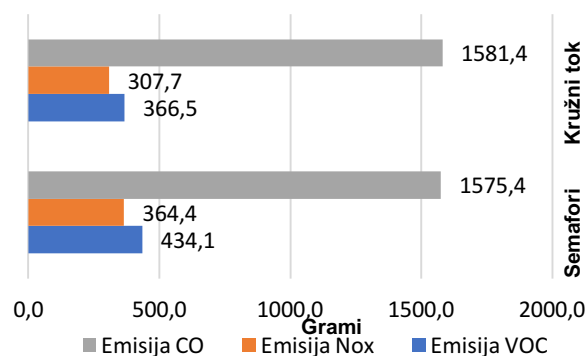
Godina	2018.	Faza I (sek)	30	Zaštićeno lijevo kretanje (sec)		10
Privoz		A		B		
Kretanje	lijevo	pravo	desno	lijevo	pravo	desno
Prosječno zakašnjenje po traci (sek/voz)	246,5	27,3	56,2	19,2	24,4	20,4
Nivo usluge po traci	F	C	E	B	C	C
Prosječno zakašnjenje privoza (sek/voz)		76,5		23,4		
Nivo usluge privoza		E		C		
Nivo usluge raskrižja			F			

Godina	2018.	Faza II (sek)		35	
Privoz		C		D	
Kretanje	lijevo	pravo	desno	lijevo	pravo/desno
Prosječno zakašnjenje po traci (sek/voz)	148	19,4	23,6	116	39
Nivo usluge po traci	F	B	C	F	D
Prosječno zakašnjenje privoza (sek/voz)		51,3		73,3	
Nivo usluge privoza		D		E	
Nivo usluge raskrižja			F		

Tabela 3. Analiza propusne moći za dvotračni kružni tok Energoinvest

Privoz	A		B		C		D	
Ulazna traka	lijeva	desna	lijeva	desna	lijeva	desna	lijeva	desna
Stepen zasićenosti (v/c)	0,61	0,63	1,04	1,06	0,71	1,01	0,67	0,79
Prosječno zakašnjenje po traci (sek/voz)	16,7	16,9	78,4	73,7	31,9	78,4	21,0	28,4
Nivu usluge trake	C	C	F	F	D	F	C	D
Prosječno zakašnjenje po privozu (sec/veh)	16,8		75,8		60,0		25,1	
Nivo usluge privoza	C		F		F		D	
Nivo usluge raskrižja	F							

Osim ove analize urađena je i zasebna mikrosimulacija prometa kako bi se ova dva tipa raskrižja uporedila u pogledu emisije štetnih gasova. Na slici 13 prikazani su dobijeni rezultati gdje se može primijetiti da su oni gotovo identični te da kružni tok ne predstavlja povoljnije rješenje sa aspekta emisije zagađujućih materija. Ovo je u direktnoj korelaciji sa kapacitetom oba rješenja koja se također značajnije ne razlikuju.



Slika 13. Poređenje osnovnih faktora emisije na semaforiziranom raskrižju i kružnom toku Energoinvest

Glavni prometni problem semaforiziranog raskrižja predstavljala su desna skretanja iz smjera Željezničke stanice prema ulici Drinska. Izgradnjom dvotračnog kružnog toka taj problem se nije riješio nego se generirao i novi. Naime, u prethodnom rješenju desni i lijevi skretoči imali su zasebnu traku na glavnom pravcu, dok su se novim rješenjem one ukinule te vozila koja skreću desno i lijevo blokiraju vozila koja bi išla pravo. Takva situacija može se vidjeti na slici ispod.



Slika 14. Postojeće stanje kružnog toka Energoinvest

Slična analiza urađena je i za raskrižje kod Građevinskog fakulteta na mjestu ukrštanja ulica Bolnička i Patriotske lige (slika 15). Rezultati analize prikazani u tabelama 4 i 5 pokazuju da je najveći problem jednotračni privoz C te na mjestu desnog skretanja iz privoza B. Oba problema moguće je riješiti izgradnjom dodatnih traka za pojedina kretanja te izmjenom prometne signalizacije. Također, može se vidjeti da jednotračni kružni tok (ostali tipovi kružnih tokova geometrijski se ne mogu uklopiti u raspoloživi prostor) rezultira značajno lošijim nivoom usluge i većim zakašnjenjem. Simulacija prometa također je urađena kako bi se odredio stepen emisije štetnih gasova (slika 16). S obzirom na to da kružni tokovi pokazuju značajno

veća zakašnjenja očekivano je bilo dobiti veće nivoe zagađenja za takva rješenje u odnosu na postojeće semaforizirano raskrižje.



Slika 15. Raskrižje ulica Patriotske lige i Bolnička

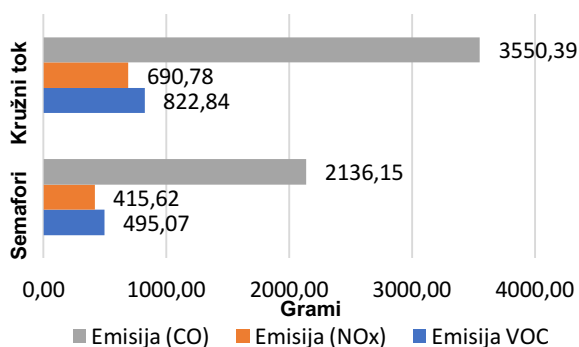
Tabela 4. Analiza propusne moći za semaforizirano raskrižje ulica Patriotske lige i Bolnička

Godina	2017.	Faza I (sek)	29	Faza II (sek)	38	Ciklus (sek)	77
Privoz	A		B		C		D
Stepen zasićenosti (v/c)	0,30	0,55	1,16	0,92	1,16	0,76	0,68
Prosječno zakašnjenje po traci (sek/voz)	21,9	22,2	112,3	45,7	112,3	30,8	19,7
Nivo usluge trake	C	C	F	D	F	C	B
Prosječno zakašnjenje po privozu (sek/voz)	22,2		43,7		112,3		23,3
Nivo usluge privoza	C		D		F		C
Prosječno zakašnjenje raskrižja (sek/voz)				50,3			
Nivo usluge raskrižja				D			

Tabela 5. Analiza propusne moći za jednostručni kružni tok Patriotske lige i Bolnička

Privoz	A	B	C	D
Stepen zasićenosti (v/c)	0,65	1,00	0,96	1,21
Prosječno zakašnjenje po privozu (sek/voz)	19,55	67,24	54,64	132,25
Nivo usluge privoza	C	F	F	F
Prosječno zakašnjenje raskrižja (sek/voz)		77,78		
Nivo usluge raskrižja		F		

kružnom toku (raskrižje ulica "Patriotske lige – Bolnička")



Slika 16. Poređenje osnovnih faktora emisije na semaforiziranom raskrižju i jednostručnom

Posbno interesantan problem u Sarajevu, jer se u međunarodnoj praksi i literaturi gotovo nikada ne može sresti, predstavlja izgradnja dvotračnih rotora sa jednostručnim ulazima i izlazima. Sa aspekta inženjerske prakse i teorije prometnih tokova nejasna je njihova uloga i motiv za izgradnju. Naime, generalno obrazloženje je da imaju veći kapacitet od jednostručnih rotora jer imaju dvije kružne trake. Kao prvo, kod proračuna kapaciteta kružnog toka računa se kapacitet ulaza. Ukoliko vozila ne mogu ući u raskrižje onda nema smisla graditi više kružnih traka. Dakle, sa tog aspekta kapacitet im je jednak kapacitetu jednostručnih rotora. Drugo, ranije je već nekoliko

puta spomenuto da je iskorištenost unutrašnje trake kod potpunih dvotračnih rotora nedovoljna. U geometriji dvotračnog rotora sa jednotračnim izlazima ona će sigurno biti i manja jer iz obje unutrašnje trake vozila koriste istu izlaznu traku. Ne samo da se ovime ne povećava kapacitet nego se stvara još nesigurnije raskrižje. Dakle, u slučajevima kada konfiguracija pristupnih prometnica ne omogućava izgradnju potpunog dvotračnog rotora potrebno je planirati jednostračni ili turbo rotor (u slučaju da samo jedna prometnica ima dvotračne ulaze i izlaze). U HCM-u i praksi u Sjedinjenim Američkim Državama postoji kombinacija jednotračnog i dvotračnog kružnog toka gdje je broj kružnih traka naizmjenično jedna ili dvije i takvo rješenje ima nešto veći kapacitet u odnosu na klasični jednotračni rotor. Međutim, takva geometrija nikako ne odgovara onome što se gradi u Sarajevu i Bosni i Hercegovini.

Definitivno najveći problem kod postojećih kružnih tokova predstavlja neadekvatna geometrija. Ukoliko se izgradi kružni tok sa malim središnjim ostrvom omogućava se prolazak vozila dosta većom brzinom te se generalno svi vozači u malom kružnom toku osjećaju nesigurno. U takvim situacijama potrebno je planirati ili turbo rotor ili ništa ne mijenjati (pod uslovom da je postojeće rješenje sigurnije). Najgori mogući scenarij, bez obzira na propusnu moć, jeste napraviti nesigurno raskrižje, a posebno još ako je nesigurnija i od postojećeg rješenja. Jedan takav primjer je dvotračni kružni tok na ukrštanju ulica Džemala Bijedića i Alije Kučukalića u Sarajevu (slika 17) gdje prema raspoloživom prostoru ni jednotračni rotor ne bi bio adekvatan, a posebno dvotračni.



Slika 17. Postojeće stanje dvotračnog rotora na ukrštanju ulica Džemala Bijedića i Alije Kučukalića

Kao što je već ranije spomenuto, mikrosimulacije predstavljaju napredniju analizu prometa prilikom čega se analiziraju složeniji i obimniji prometni sustavi. Na ovaj način moguće je realno sagledati brojne scenarije kojih nema na terenu te donijeti najbolju moguću odluku za konkretan slučaj. Kao primjere takvih analiza navodimo sljedeće projekte:

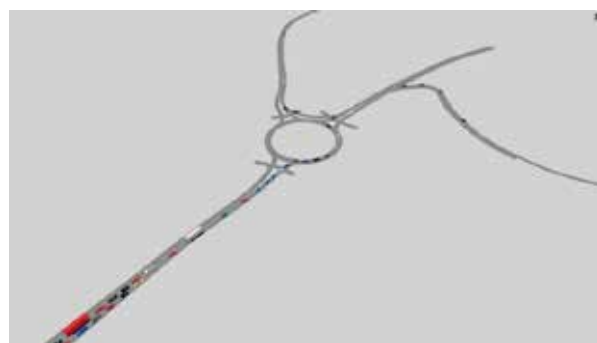
- petlja Vogošća sa autocestom (slika 18),
- planiranje novog kružnog toka sa pružnim prelazom u Bihaću (slika 19),
- analiza varijantnih rješenja raskrižja ulica Alipašina i Betanija u Sarajevu (slika 20).



Slika 18. Mikrosimulacijski model petlje Vogošća



Slika 19. Mikrosimulacijski model jednotračnog kružnog toka sa pružnim prelazom



Slika 20. Mikrosimulacijski model kružnog toka na raskrižju ulica Alipašina i Betanija

9 ZAKLJUKAČAK I PREPORUKE

Svaki projekat prometnice ili dijela prometnice, u ovom slučaju raskrižja, mora biti utemeljen na osnovnim principima održive prometne sigurnosti i analizi prometnih tokova.

Nizozemska „Vizija održive prometne sigurnosti” (Duurzaam Veilig) polazi od toga da je za realizaciju prometno sigurnog sustava neophodno uspostaviti ispravnu relaciju između funkcije, oblikovanja, uređenja i načina korištenja (dijelova) prometne infrastrukture. To se postiže poštovanjem sljedećih principa:

- Princip funkcionalnosti (usklađenost uređenja i funkcije ceste)

- Princip (bio)mehanike (usklađenost brzina, smjerova, masa i zaštita sudionika u prometu)
- Princip psihologije (usklađenost ceste i okoline sa sposobnostima vozača)

Navedeni principi se odnose na sve dijelove prometne infrastrukture pa time i na raskrižja i rotore kao specifičan tip raskrižja.

Rotori uopšteno gledano omogućavaju da putevi koji se povezuju u raskrižju zadrže svoju kategoriju, a zbog specifične geometrijske forme su za vozača prepoznatljiv tip raskrižja sa jasnim i jednostavnim „pravilima za upotrebu”. Uz to kod jednotračnih i turbo rotora su konflikti između suprotnih smjerova svedeni na najmanji mogući broj, a brzine u konfliktnim točkama su niske. Zbog niskih konfliktnih brzina i smanjenog broja konfliktnih točaka, u rotoru je vjerovatnoća da jedna nezgoda završi tragičnim posljedicama za vozače znatno manja nego na klasičnim raskrižjima.

Ako se izbor najpovoljnijeg tipa raskrižja bazira na principima održive prometne sigurnosti dolazimo do zaključka da su jednotračni rotor i turbo rotor najsigurniji tipovi raskrižja.

Ipak da bi se odabrala optimalna forma raskrižja koja garantuje visok nivo prometne sigurnosti, potrebno je sva potencijalna rješenja raskrižja procijeniti i uporediti na osnovu odabranih kriterija za izbor tipa raskrižja.

Izbor najpovoljnijeg tipa raskrižja bi trebao biti obavezni dio procesa projektovanja raskrižja propisan smjernicama i pravilnikom za projektovanje. Neophodno je utvrditi jasne procedure za analizu prometnih tokova temeljene na domaćim i međunarodnim istraživanjima.

LITERATURA

- [1] CROW Publicatie 126, *Eenheid in rotondes*; CROW Ede, Nizozemska, 1998.
- [2] CROW Publicatie 257, *Turborotondes*; CROW Ede, Nizozemska, 2008.
- [3] Z. Kenjić; *Kružne raskrsnice-Rotori, Priručnik za planiranje i projektovanje*; IPSA Institut Sarajevo, 2009.
- [4] Z. Kenjić (Co-author); *Tehnična specifikacija Kružna križišča s spiralnim potekom krožnega vozišča – turbo krožna križišča*, Slovenija, 2010.
- [5] L.G.H. Fortuijn, *Turborotonde en turboplein*; Disertacija, TU Delft, Nizozemska, 2013.
- [6] Z. Kenjić (Co-author); *Smjernice za projektiranje kružnih raskrižja sa spiralnim tokom kružnog kolnika na Državnim cestama, Hrvatske ceste*, Zagreb, Hrvatska, 2014.

[7] Šarić, A., Albinović, S. and Čaušević, J., *Practical Determination of Gap Acceptance Parameters on Roundabouts. In Proceedings of the International Conference on Road and Rail Infrastructure CETRA*. May 2018.

[8] Z. Kenjić; *Turbo rotor. Bezbjedan i efikasan tip kružnih raskrsnica. 2. Regionalni stručni seminar Niskogradnja i Saobraćaj*, Beograd 2019.

[9] Z. Kenjić; *Kružne raskrsnice-rotori, savremeni tip raskrsnica*; 10 KoTiT Sarajevo 2019.

[10] *Road Safety Facts & Figures*; EU Commissie 2020.

[11] SWOV Factsheet: *Rotondes en andere kruispunten*; SWOV, Den Haag, Nizozemska, april 2021.

ZAŠTITNE ODBOJNE OGRADE KAO ČIMBENICI SIGURNOSTI NA AUTOCESTAMA

PROTECTIVE GUARDRAILS AS FACTORS OF HIGHWAYS SAFETY

ZG – projekt d.o.o.

Đorđićeva 24, 10000 Zagreb, Hrvatska

AUTORI:

Mislav Šimecki, mag.ing.traff.

e-mail: mislav.simecki@zg-projekt.hr

Marieta Hernest, mag.ing.traff.

e-mail: marieta.hernest@zg-projekt.hr

SAŽETAK

Autocesta kao čimbenik suvremenog prostornog povezivanja ima vrlo važnu ulogu u gospodarskom razvoju i turizmu te na taj način igra jednu od ključnih uloga za daljni rast i razvoj pojedine države ili regije. Postizanje velikih brzina, nedovoljna međusobna udaljenost između vozila te ostali ljudski faktori, razlog su brojnih prometnih nesreća. Osim ljudskog faktora, dodatnu opasnost na autocestama predstavljaju potencijalno opasna mjesta koja smanjuju razinu sigurnosti te predstavljaju ozbiljnu prijetnju prilikom nastanka prometnih nesreća. Važan čimbenik za povećanje sigurnosti prometa su zaštitne odbojne ograde čija je zadaća zadržavanje vozila prilikom slijetanja s kolnika autoceste. Uz problematiku određivanja potencijalno opasnih mjesta, ključno je pravilno definiranje uvjeta te adekvatan način postavljanja zaštitnih odbojnih ograda kako bi se smanjile posljedice prilikom slijetanja vozila s autoceste. Pravilno planiranje i projektiranje zaštitnih odbojnih ograda na autocestama, znatno bi smanjilo posljedice te štete uzrokovane prometnim nesrećama.

KLJUČNE RIJEČI: zaštitne odbojne ograde, potencijalno opasna mjesta, sigurnost na autocestama

SUMMARY

Highway as a factor of modern spatial connection has a very important role in economic development and tourism, and thus plays one of the key roles for the further growth and development of an individual country or region. Achieving high speeds, the insufficient distance between vehicles, and other human factors are the reason for many traffic accidents. Except for the human factor, an additional danger on highways is potentially dangerous places that reduce the level of safety and represent a serious threat at the time of occurrence of traffic accidents. An important factor in increasing traffic safety is protective guardrails which task is to detain the vehicle when landing from the highway pavement. With the problem of determining potentially dangerous places, it's crucial to define the conditions correctly and adequate way to install protective guardrails to reduce the consequences of landing vehicles off the highway. Proper planning and design of protective guardrails on highways, would significantly reduce the consequences and damages caused by traffic accidents.

KEYWORDS: protective guardrails, potentially dangerous places, highway safety

1. UVOD

Izgradnja mreže autocesta i brzih cesta od ključne je važnosti za gospodarSKI i ekonomski razvoj svake države ili regije. U Republici Hrvatskoj, s godinama je izgrađeno ukupno preko 1,306 km autocesta duž cijele zemlje, koje su trenutku izgradnje, opremljene odgovarajućom prometnom signalizacijom i opremom, uključujući i sustav zaštitnih odbojnih ograda.¹ Sukladno navedenom, s vremenom se izgradnja odvijala u fazama kroz niz godina, te su se tehnička rješenja mijenjala prateći tadašnji razvoj tehnologije uz aktivne direktive, norme i ostale zakonske akte.

Predmet ovog rada, odnosi se na analiziranje i definiranje potencijalno opasnih mjesta te pravilno postavljanje zaštitnih odbojnih ograda kako bi se znatno povećala razina sigurnosti na autocestama u cilju smanjenja posljedica nastalih od prometnih nesreća. Trenutno stanje sustava zaštitnih odbojnih ograda na autocestama potrebno je uskladiti s novim obvezujućim dokumentima. Analizirajući postojeće stanje na autocestama i njenu problematiku, ozbiljan problem, osim potencijalno opasnih mjesta, predstavljaju i ostali čimbenici kao što su visoki nagibi, portali, ulazi u tunele i te ostale bočne opasnosti koji nisu pravilno zaštićene. Sve veći broj prometnih nesreća sa smrtno stradalim na autocestama, predstavlja složen i kompleksan zadatak za rješavanje ovakvog problema.

¹ HUKA, Nacionalno izvješće na autocestama, Zagreb, 2021

2. ZAŠTITNE ODBOJNE OGRADE

Suvremene cestovne prometnice, kao simbol prostornog povezivanja, pored svih karakteristika modernih prometnica koje omogućuju postizanje velikih brzina te mirnu i udobnu vožnju, istovremeno moraju pružati maksimalnu sigurnost u prometu. Jedan od važnih čimbenika sigurnosti je zaštitna odbojna ograda na autocestama i brzim cestama.

Zaštitne odbojne ograde predstavljaju tehničke sigurnosne konstrukcije kojima je osnovni cilj (svrha) spriječiti izlijetanje vozila s kolnika ceste, odnosno zadržati vozila skrenuta s kolnika. Također, zaštitne odbojne ograde, se u pravilu postavljaju na svim dijelovima autoceste gdje postoji mogućnost neželjenog i nekontroliranog skretanja vozila s autoceste koje bi ugrozilo sigurnost vozača i putnika te ostalih učesnika u prometu te je njen zadatak da prihvati, zadrži i postepeno uspori vozilo i time spriječi veće materijalne štete i ozljede ljudi.

Zaštitne odbojne ograde mogu biti izrađene od čelika ili betona, a prema orijentaciji možemo ih podijeliti na:

- Jednostrane ograde JO
- Dvostrane ograde DO

Jednostrane ograde JO, predviđene su za zadržavanje vozila s jedne strane. Postavljaju se uz rub vozne trake otvorene dionice ceste, a u pravilu samo kada na bankini nema dovoljno mjesta za postavljanje jednostrane distantne ograde (JDO).

Dvostrane ograde DO, predviđene su za zadržavanje vozila s obje strane te se postavljaju u razdjelnom pojasu, između dvije vozne trake suprotnih smjerova.



Slika 1. Prikaz jednostrane ograde JO

Izvor: <http://www.signalinea.hr/img/djelatnosti/zastitna/12.jpg>

Na autocestama, u većini slučajeva, koristi se čelična zaštitna odbojna ograda, a u iznimnim slučajevima betonska zaštitna odbojna ograda. Načini postavljanja zaštitne čelične odbojne ograde ovise o podlozi u koju se zaštitne odbojne ograde ugrađuju:

- Postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u zemljanu podlogu
- Postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u betonsku podlogu
- Postavljanje zaštitnih čeličnih odbojnih ograda u asfaltnu podlogu

Detaljan način postavljanja čeličnih zaštitnih odbojnih ograda, ovisan o podlozi postavljanja, definiran je prema certificiranom rješenju proizvođača, sukladno važećim propisima i normama. Zaštitna betonska odbojna ograda, postavlja se također prema certificiranom rješenju proizvođača u skladu s postojećim propisima i normama.²

Trajnost čeličnih odbojnih ograda i svih njenih elemenata uz odgovarajuće odražavanje treba iznositi otprilike 20 godina, dok se trajnost betonske odbojne ograde prognozira na 50 godina. Stoga, zaštitne odbojne ograde na autocestama, predstavljaju izuzetno značajno i dugotrajno sredstvo aktivne sigurnosti cestovnog prometa.

3. DEFINIRANJE POTENCIJALNO OPASNIH MJESTA

Identifikacija i definiranje potencijalno opasnih mjesta te upravljanje opasnim lokacijama, od ključne su važnosti za sigurno funkcioniranje i odvijanje budućeg prometa na određenoj cesti, lokaciji ili području primjene. Kako ne postoji standardna definicija opasnog mjesta, može se teoretski definirati da opasna mjesta predstavljaju tzv. crne točke ili lokacije (mjesta) na pojedinim dijelovima određene prometnice koje imaju statistički veći broj prometnih nesreća u usporedbi sa sličnim lokacijama. U ovome radu, naglasak na određivanje opasnog mjesta nije bio vezan samo uz lokaciju i broj prometnih nesreća, već na mjesta koja na autocestama predstavljaju značajnu prijetnju i opasnost u slučaju prometne nesreće.³

S obzirom da se na hrvatskim autocestama, u ljetnim mjesecima, pojavljuje nadprosječno veliki broj vozila koji prometuju duž cijele cestovne mreže, može se pretpostaviti da se tada znatno povećavaju šanse za nastankom prometnih nesreća.

Analizirajući kompletnu prometnu mrežu na hrvatskim autocestama, dolazi se do zaključka da postoji dosta lokacija koje nisu dovoljno zaštićene prema novim normama i zakonima ili nemaju nikakvu zaštitu, a znatno bi utjecali na ishod i posljedice prilikom nastanka prometne nesreće.

² Utvrđivanje prioriteta i izrada analize stanja sustava zaštitnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. s prijedlogom tehničkog rješenja usklađenja prema važećim propisima i normama, Hrvatske autoceste d.o.o., Zagreb, 2021.

³ Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj mreži, Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2016.

Konkretno, potencijalno opasna mjesta na hrvatskim autocestama odnose se na visoke nagibe i usjeke, portale, stupove rasvjete, velike putokazne ploče te ulaze u tunele. Neki od navedenih opasnih mjesta su tzv. crne točke gdje stradava najviše sudionika u prometu prilikom udara vozila, a njihove posljedice često završe katastrofalno. Nadalje, da li je neko mjesto opasno i u kojoj mjeri ovisi o nekoliko čimbenika, a oni se odnose na udaljenost bočne zapreke od ruba kolnika te o vrsti zapreke.

U nastavku, na slikama 2. i 3., prikazana su neka od potencijalno opasnih mjesta.



Slika 2. Stup portala uz rub kolnika

Izvor: <https://hac.pipgis.hr/>



Slika 3. Stup portala i betonski stupovi u razdjelnom pojasu

Izvor: <https://hac.pipgis.hr/>

4. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA SUSTAVA ODBOJNIH OGRADA

Na autocestama se nalaze lokacije koje se detektiraju kao potencijalno opasna mjesta za nesmetano odvijanje prometa. Opasna mjesta odnose se na neodgovarajuće izvedene odbojne ograde uz rub kolnika, u razdjelnom pojasu, na objektima te mjesta koja uopće nisu zaštićena odbojnim ogradama. Važna uloga je i starost ugrađenih odbojnih ograda koje su na određenim dionicama autocesta prekoračile uporabni vijek bez obzira što su se pojedini dijelovi tijekom godina zamijenili zbog oštećenja.

U vrijeme kad su se odbojne ograde izvodile vrijedila su drugačija pravila iz tadašnjih propisa i normi. Tražena kvaliteta sukladno navedenih propisa nije bila na razini današnjih suvremenih prometnica koje su se projektirale i gradile na području Republike Hrvatske. Iz tog razloga javila se potreba za korekciju i osuvremenjivanje postojeće zaštitne odbojne ograde. Sustav zaštitnih ograda je uglavnom starije generacije s neodgovarajućom klasom (H) zaštite te nepoznatom radnom širinom (W), a u vrijeme kada se ugrađivala nije bila potrebna testna dokumentacija. U nastavku na priloženim fotografijama prikazana su opasna mjesta i vrste postojećih ograda na kojima izvedena zaštitna odbojna ograda nije u skladu s trenutno važećim propisima sigurnosti prometa.



Slika 4. Dvostruka distantna odbojna ograda uz upornjak razdjelnog pojasa

Izvor: <https://hac.pipgis.hr/>

Na slici 4. prikazani su stupovi upornjaka cestovnih objekata u razdjelnom pojasu koji su nedogovarajuće zaštićeni gdje se stupovi nalaze između dva plašta DDO/4. Ne može se govoriti o radnoj širini odbojne ograde jer je plašt ograde prislonjen na stup upornjaka. Postojeća ograda zadovoljava klasu H1 što ne odgovara važećim propisima.



Slika 5. Stjenoviti usjek uz autocestu

Izvor: <https://hac.pipgis.hr/>

Uz rub kolnika postoje dijelovi s kosinama nagiba 15 - 75 stupnjeva kao što je vidljivo na slici 5., te kosine s grubom i nepravilnom površinom koja ne omogućuje klizanje vozila na udaljenosti manjoj od 7,50 m od krajnje desne rubne crte. Ovakav dio kosine predstavlja izuzetno opasno mjesto koje se do sad nije bilo potrebno zaštititi odbojnom ogradom.



Slika 6. Nezaštićena kosina nagiba od 20°

Izvor: <https://hac.pipgis.hr/>

Na slici 6. prikazan je nagib kosine nasipa od 20° koji nije zaštićen odbojnom ogradom. Nalet na ovakvu nezaštićenu kosinu nasipa predstavlja opasno mjesto za sudionike u prometu i takve lokacije je potrebno zaštititi odgovarajućom odbojnom ogradom.



Slika 7. Odbojna ograda uz stupove portala radjelnog pojasa

Izvor: <https://hac.pipgis.hr/>

Stupovi portala u razdjelnom pojasu u pravilu su neodgovarajuće zaštićeni sa dvije jednostrane ograde JDO/2, neodgovarajuće radne širine. Postojeća odbojna ograda može zadovoljiti klasu H1 što ne zadovoljava trenutno važeće propise. Također se mora voditi računa o visini temelja stupa portala koji je izveden povišen (više od 10 cm iznad razine okolnog tla) i tada temelj ulazi u radnu širinu odbojne ograde te predstavlja opasno mjesto, prikazano na slici 8. Prilikom predviđanja rješenja odbojne ograde potrebno je obratiti pozornost razini prodiranja vozila VI koja ovisi o radnoj širini W ograde koja mora biti jednaka istoj.



Slika 8. Dvostrana distantna ograda i stup rasvjete u razdjelnom pojasu

Izvor: <https://hac.pipgis.hr/>

Stupovi cestovne rasvjete u razdjelnom pojasu u pravilu su neodgovarajuće zaštićeni, na slici 9. vidi se stup rasvjete koji je smješten unutar dvostrane odbojne ograde DOO/4

neodgovarajuće radne širine jer je stup naslonjen neposredno na plašt ograde. U pravilu postojeća odbojna ograda može zadovoljiti klasu H1 što ne zadovoljava trenutno važeće propise za stupove postavljene uz glavnu trasu autoceste.



Slika 9. Putokazne ploče na NPI nosačima

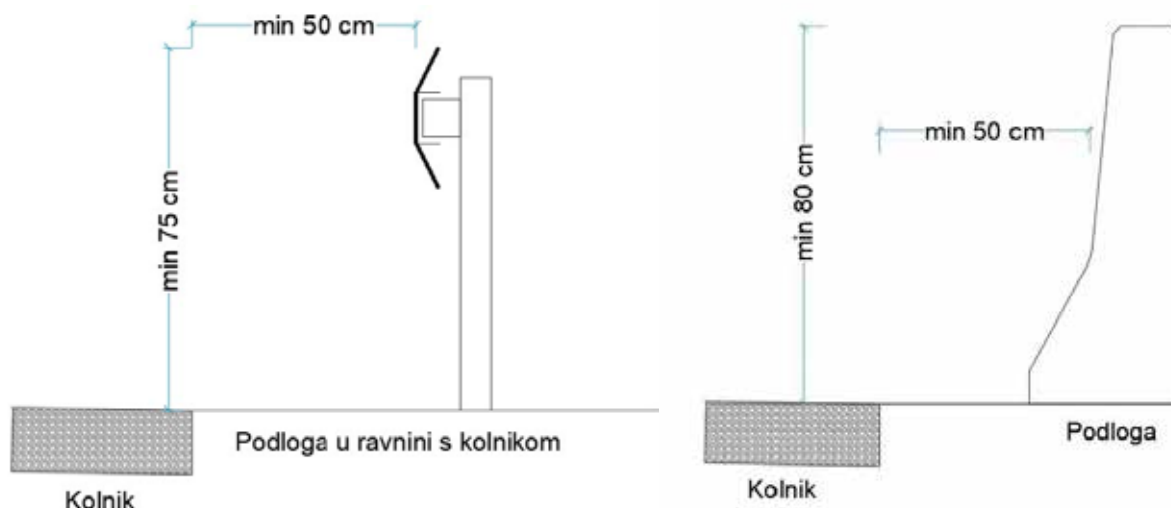
Izvor: <https://hac.pipgis.hr/>

Na pojedinim lokacijama uočene su putokazne ploče većih dimenzija vidljive na slici 10. ugrađene na nosače promjera većeg od 75 mm koji su postavljeni (prislonjeni) na plašt ograde te dolazi do neodgovarajuće radne širine. Nalet na takav nezaštićeni nosač predstavlja veliku opasnost za sudionike u prometu, te je takve lokacije potrebno zaštititi odgovarajućom odbojnom ogradom. Ukoliko se ne može zadovoljiti radna širina odbojne ograde tada je potrebno putokaznu ploču izmjestiti na novi dodatni stup. Potrebno je također voditi računa o udaljenosti ruba znaka do ruba kolnika koja ne smije biti veća od 1,50 m.

5. PRAVILNO POSTAVLJANJE ZAŠTITNIH ODOJNIH OGRADA KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI

U slučaju postavljanja zaštitne odbojne ograde, istu je potrebno adekvatno primjeniti ovisno o udaljenosti od bočne opasnosti (zapreke). Pravilno postavljanje odbojnih ograda, svih klasa i tipova, znatno utječe na razinu sigurnosti na autocestama. Prema tome, zaštitna odbojna ograda mora biti postavljena minimalno 0,50 m od ruba kolnika, a u slučaju kanalice ili visokog rubnjaka, ograda se postavlja na način da je plašt ograde u ravnini sa kanalicom, odnosno visokim rubnjakom. Također, ograde moraju biti opremljene retroreflektirajućim ili svjetlosnim oznakama veličina i razmaka jednakim kao i za smjerkazne stupiće. Gornji rub čelične ograde

ne smije biti na visini manjoj od 0,75 m, a betonske ograde na visini manjoj od 0,80 m. Način pravilnog postavljanja odbojnih ograda, prikazan je na slici 12.



Slika 10. Udaljenost odbojne ograde od ruba kolnika

Izvor: [2]

Zakonskom regulativom, definirana je minimalna potrebna duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred i iza opasnog mjesta na autocesti. Duljina zaštitne odbojne ograde ispred opasnog mjesta (bočne opasnosti), mora iznositi min. 60 m, a iza min. 16 m.

Ovisno o udaljenosti do mjesta opasnosti od krajnjeg ruba kolnika, minimalne duljine zaštitnih odbojnih ograda ispred mjesta opasnosti prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. minimalne duljine zaštitne odbojne ograde ispred mjesta opasnosti ovisno o udaljenosti od krajnjeg ruba kolnika

Izvor: [2]

Udaljenost od krajnje desne rubne crte do mjesta opasnosti (m)	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	≥12,5
Duljina zaštitne odbojne ograde u punoj visini ispred mjesta opasnosti (m)	60	60	60	68	72	80	88	96	104	108

Obavezni kriteriji za odabir tehničkih rješenja zaštitnih odbojnih ograda na autocestama uključuju:

- Razinu zadržavanja (H1-H4)
- Razinu radne širine (W1-W6)
- Razinu ozbiljnosti udara (ASI A-B)
- Razinu prodiranja vozila (VI1-VI7)

Stupanj razine zadržavanja odbojnih ograda na autocestama, odabire se na temelju zakonski definiranih minimalnih vrijednosti. Potrebna minimalna razina zadržavanja za zaštitu opasnih

mjesta uz rub kolnika štiti se čeličnom ogradom klase H1-H2, u razdjelnom pojasu klasom H2 te na objektu i betonskoj podlozi H2-H4. Zaštitne odbojne ograde klase H1, predviđene su uz rub kolnika za šticeenje prometnih znakova, TPS-a (telefonsko pozivni stupići), odvodnih jaraka i kanal te u slučaju niskih rubnjaka (<7,00 cm). Klasa ograde H2, primjenjuje se uz rub kolnika i u razdjelnom pojasu u slučaju visokih usjeka i nasipa, stupova rasvjete, upornjaka, portala, betonskih stupova, drvoreda, zidova za zaštitu od buke i sl. Čelične ograde najviše razine, H4 uglavnom se predviđaju na većim objektima (mostovi, vijadukti), visine ispod objekta koje prelaze 10 m te za vodozaštitno područje najugroženije zone (I i II).

Radna širina kod zaštitnih odbojnih ograda predstavlja udaljenost između prednje strane zaštitne ograde i početka određene bočne opasnosti (prepreke) najbliže ogradi. Radna širina odbojnih ograda u razdjelnom pojasu mora biti takva da, u slučaju udara, unatoč pomaku ne ulazi u područje suprotnog prometnog traka.⁴

Područje djelovanja		
W1	≤	0,6 m
W2	≤	0,8 m
W3	≤	1,0 m
W4	≤	1,3 m
W5	≤	1,7 m
W6	≤	2,1 m

Slika 89. Prikaz radnih širina

Izvor: [2]

Zaštitne odbojne ograde se na temelju utvrđenih vrijednosti razine ozbiljnosti udara ASI mogu podijeliti na tri kategorije: A, B i C. Kategorija A uključuje zaštitne odbojne ograde s najnižim stupnjem krutosti kod kojih prilikom udara vozila dolazi do većih deformacija zaštitne odbojne ograde, a najmanje utječe na putnike u vozilu. Postavljanje odbojnih ograda sa stupnjem ASI A je optimalno rješenje, dok ograde sa stupnjem C ne primjenjuju na autocestama.

Razina prodiranja vozila predstavlja kriterij koji zaštitna odbojna ograda mora zadovoljiti, a pomoću kojeg se na pojedinačnim lokacijama određuje udaljenost koja mora biti osigurana ispred bočne opasnosti. Svaka bočna opasnost, odnosno opasno mjesto, mora biti zaštićeno određenom odbojnom ogradom kojoj pripada odgovarajuća razina prodiranja vozila. Na slici 12., prikazane su razine prodiranja vozila od najmanje do najveće.

⁴ Utvrđivanje prioriteta i izrada analize stanja sustava zaštitnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. s prijedlogom tehničkog rješenja usklađenja prema važećim propisima i normama, Hrvatske autoceste d.o.o., Zagreb, 2021.

Razina prodiranja		
VI1	≤	0,6 m
VI2	≤	0,8 m
VI3	≤	1,0 m
VI4	≤	1,3 m
VI5	≤	1,7 m
VI6	≤	2,1 m
VI7	≤	2,5 m

Slika 12. Prikaz razine prodiranja vozila

Izvor: [2]

6. ZAKLJUČAK

Potencijalno opasna mjesta i bočne opasnosti koja nisu pravilno zaštićena zaštitnim odbojnim ogradama predstavljaju ozbiljnu prijetnju za sudionike u prometu prilikom nastanka prometnih nesreća. Kako bi se povećala razina sigurnosti u cilju smanjena posljedica nastalih od prometnih nesreća potrebno je dobro analizirati opasno mjesto i bočne opasnosti kako bi mogli odrediti klasu i razinu radne širine ograde koju je potrebno postaviti. Zaštitna ograda sprečava nastanak prometne nesreće, no ukoliko do nje ipak dođe ograda svojim svojstvima umanjuje posljedice prometne nesreće. Njena zadaća je zadržavanje vozila na kolniku autoceste ali nekontroliranom promjenom smjera vožnje i izlijetanjem vozila s ceste najčešće dolazi do probijanja ograde u vozilo. Upravo zbog toga je važno odrediti i pravilno definirati odgovarajuću zaštitnu ogradu koja će smanjiti povrede putnika u vozilima, materijalnu štetu na vozilima i objektima. Kako bi se omogućilo nesmetano i sigurno odvijanje prometa za sve sudionike, bitno je pravilno planiranje i projektiranje zaštitnih odbojnih ograda na autocestama, te adekvatno nadziranje, održavanje i zamjena ukoliko je to potrebno.

7. LITERATURA

1. HUKA, Nacionalno izvješće na autocestama, Zagreb, 2021.
2. Utvrđivanje prioriteta i izrada analize stanja sustava zaštitnih ograda na autocestama u nadležnosti Hrvatskih autocesta d.o.o. s prijedlogom tehničkog rješenja usklađenja prema važećim propisima i normama, Hrvatske autoceste d.o.o., Zagreb, 2021.
3. Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj mreži, Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2016.
4. <https://hac.pipgis.hr/>, 25.01.2022.
5. <https://www.prometna-signalizacija.com/zastitne-ograde/odbojne-ograde/>, 27.01.2022.

INOVACIJE U CESTOGRADNJI – NIZOZEMSKI PRISTUP CIRKULARNOJ EKONOMIJI

INNOVATIONS IN ROAD CONSTRUCTION - THE DUTCH APPROACH TO THE CIRCULAR ECONOMY

Selma Kenjić-Zgodić, mag.inž.građ.
Ministry of Infrastructure and Water Management, The Netherlands,
Rijkswaterstaat
e-mail: selma.kenjic@rws.nl

Sažetak

Nizozemska Državna uprava za ceste (Rijkswaterstaat) svaki dan gradi sigurnu, prikladnu za život i pristupačnu Nizozemsku. Zeleno životno okruženje u kojem možete udobno i sigurno živjeti, raditi i putovati. Cilj Rijkswaterstaat-a je da u 2030 godini gradi potpuno energetske neutralno, što znači da se pri gradnji proizvodi onoliko energije koliko se i koristi.

To se također odnosi na projekt **InnovA58**. Ovaj cestovni projekt na autocesti A58 više je od pukog proširenja ceste.

Važan dio projekta InnovA58 je eksperimentiranje i testiranje održivih inovacija u cestogradnji na posebnoj lokaciji.

Projekat se realizira u suradnji s drugim upravama, društvenim organizacijama i specijalističkim tvrtkama. Državna uprava za ceste očekuje pozitivne rezultate testova i eksperimenata, kako bi se testirane inovacije ubuduće mogle primijeniti i u drugim cestovnim projektima u Nizozemskoj.

Ovaj rad prikazuje iskustva održivih inovacija u cestogradnji u Nizozemskoj.

Ključne riječi: cirkularna ekonomija, inovacije, održivost.

Abstract

The Dutch Road Authority (Rijkswaterstaat) builds a safe, livable and accessible Netherlands every day. A green environment in which you can live, work and travel comfortably and safely.

The goal of the Rijkswaterstaat is to build completely energy-neutral in 2030, which means that as much energy is produced during construction as is used.

This also applies to the InnovA58 project. This road project on the A58 motorway is more than just a road widening.

An important part of the InnovA58 project is the experimentation and testing of sustainable innovations in road construction at a special location.

The project is being implemented in cooperation with other administrations, social organizations and specialist companies. The State Road Administration expects positive results from tests and experiments, so that the tested innovations can be applied in other road projects in the Netherlands in the future.

This paper presents experiences of sustainable innovations in road construction in the Netherlands.

Keywords: circular economy, innovation, sustainable.

Projekat InnovA58 je organiziran na taj način da će radeći s tržišnim partnerima na integralnom pristupu aspektima Smart Mobility i Circularna Ekonomija, preko inovacija doći do rješenja kojim bi se štetni utjecaji na klimu i klimatske promjene sveli na minimum. Ova svjetski aktualna tema o utjecaju intenzivnih građevinskih radova na klimatske posljedice centralna je tema i ovog projekta.

Sama izgradnja autoceste A58 planirana je za nekoliko godina a sad je u fazi definiranja planoloških aspekata.

Međutim inovativni dio projekta je već započeo u 2021 godini. Cilj je da se inovacije koje se već sada realiziraju i testiraju, kasnije primijene na glavnom projektu. Projektno okruženje za inovacije je nazvano Living Lab.



Slika 2. Inovacije u projektu InnovA58

3. Inovacije u okviru Living Lab

Living Lab (Živi laboratorij) je uspostavljen u sklopu projekta kako bi se osigurao prostor za uspješnu primjenu inovacija.

Living Lab je okruženje za razvoj, testiranje i sticanje iskustava unutar odabaranih inovativnih tema u projektu InnovA58. Aktivnosti Living Lab-a su započele prije radova na rekonstrukciji A58. Na taj način je omogućeno da se povežu ambicije, znanje i iskustvo relevantnih strana te postave temelji za realizaciju ovog velikog infrastrukturnog projekta u ranoj fazi.

Velika vrijednost živog laboratorija je što je lociran na samoj cesti A58 i servisnim dijelovima ceste. Na taj način stječemo iskustvo u testiranju i implementaciji inovacija u praksi, čime se povećava šansa za uspješnu strukturnu primjenu.

Ukoliko su inovacije uspješne, primijenice se direktno na projektu ceste A58 a onda i na sljedećim projektima.

Inovacije koje se testiraju trebale bi dati odgovore na sljedeća pitanja:

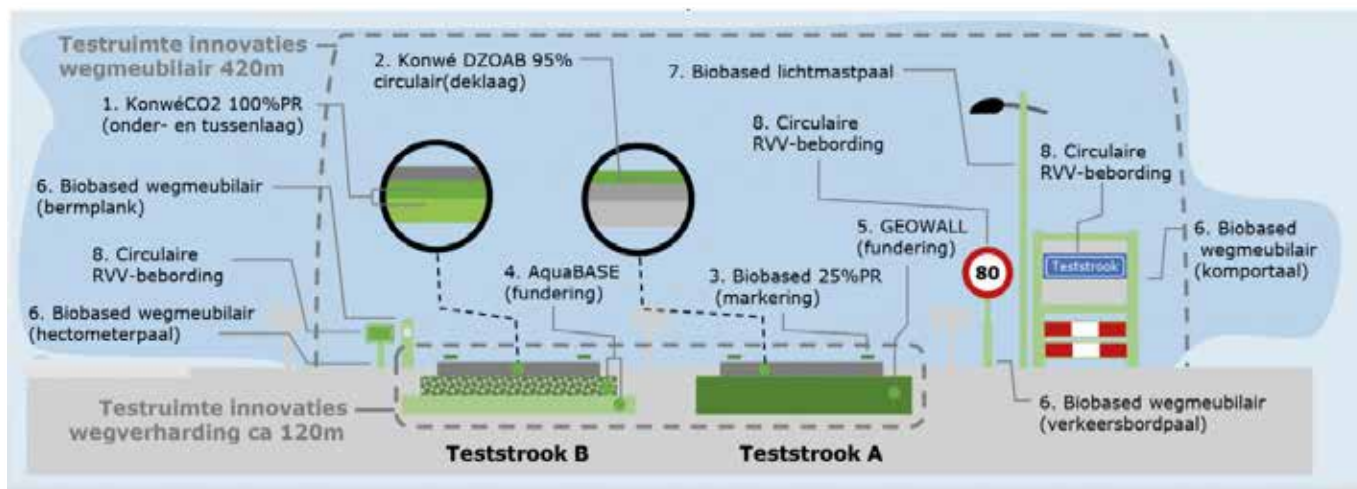
- **Kako održivi asfalt reagira na nizozemske sezonske uslove?**
- **Kako održivi prometni znak reagira na utjecaj padavina?**
- **Kako će zvučna barijera budućnosti generirati energiju za svoju okolinu?**
- **Da li je moguća i pod kojim uvjetima gradnja bez emisije CO2?**

Za testiranje predviđenih inovacija koristit će se dijelovi same autoceste kao što su inovativne vozne trake (priključne ceste za odmoriste 'Kloosters'), samo odmoriste i granično zeleno područje pod nazivom Inovativni Paviljon.

3.1 Inovativne vozne trake

Predviđene inovacije testirat će se prvenstveno na Inovativnim voznim trakama na prilazu odmoristu 'Kloosters'. Prednost ovakve lokacije uz autocestu je jednostavna dostupnost istraživačima.

Priključne ceste odmorista Kloosters su dvotračne i imaju duljinu od ukupno 1400 metara (4x350m) i koriste se istovremeno za experiment i za redoviti promet.



Slika 3. Održive kolničke konstrukcije i održiva oprema ceste

Održivi kolnici cesta

Na inovativnim voznim trakama će se između ostalog testirati četiri različite vrste asfalta koji se proizvode od prirodnih ili recikliranih materijala a eksperimentiše se sa održivim rješenjima za nosivi sloj i niskotemperaturnim vrstama asfalta.

Horizontalna signalizacija na cesti

Također se testiraju novi materijali za horizontalnu signalizaciju na cesti. Uskoro će se na prostoru inovativnih voznih traka testirati 11 razlicitih vrsta horizontalne signalizacije.

Održiva oprema ceste

Kako bi se upravljalo i gradilo na načelima cirkularne ekonomije u klimatski neutralnom okruženju, treba i opremu ceste (prometni znaci, zaštitne ograde, portali itd.) učiniti održivim.

U projektu InnovA58 testirat će se tzv. 'biobased' i reciklirana oprema ceste. Biobased prometne table izrađene su od bambusa.

Ponovna uporaba prometnih znakov napr. je više od 30 posto jeftinija od izrade novih i rezultira manjom emisijom CO₂. Svi obnovljeni reciklirani znakovi mogu na novoj lokaciji trajati još 20 godina! Posve u duhu cirkularne ekonomije.

Zaštitne ograde koje su još uvijek u dobrom stanju uklanjaju se sa ceste, provjeravaju i po potrebi im se stavlja novi sloj cinka.

Nakon pregleda se zaštitne ograde ponovno certificiraju i dobivaju oznaku kvalitete tako da je jasno da se mogu ponovno koristiti. Odbačene zaštitne ograde se tope. Nakon ove obnove, zaštitne ograde mogu trajati još najmanje 30 godina. To štedi puno energije i materijala.

Na zaslone protiv buke se postavljaju solarni paneli a sami betonski zaslone se oblažu mahovinom. Time se postize da se zaslone uklapaju u zeleno prirodno okruženje, ugodno za oko vozača a i samo održavanje je svedeno na minimum. Kiša i vlaga iz vazduha je dovoljna za održavanje mahovine a obrezivanje je gotovo nepotrebno.

Zero emisija CO₂

Državna uprava je uvjetovala izvođača da se za vrijeme izgradnje Inovativnih voznih traka ne ispusta CO₂ kako bi se ostvario cilj klimatski neutralne autoceste.

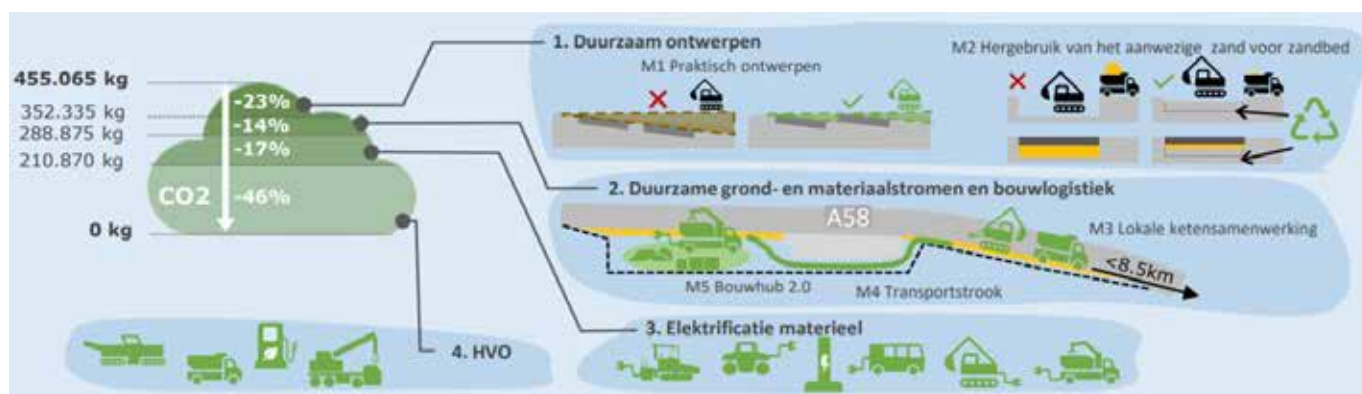
Rješenje je nadjeno u korištenju električne opreme. Tijekom izvođenja koristi se samo oprema koja radi na električnu energiju ili HVO dizel.

HVO (Hydrotreated Vegetable Oil) je dizel koji se pravi od korištenih biljnih ulja i ostatka otpada, poput životinjskih masti. Ovaj dizel praktički je bez mirisa i lako biorazgradiv, gotovo bez emisije štetnih sastojaka.

Koliko daleko se išlo u načelima zero emisija CO₂, pokazuje i činjenica da je izvođač dao napraviti i električni finiše asfalta, prvi u svijetu.

I sve ostale mašine na gradilištu su ili na električni pogon ili koriste HVO dizel što ima za posljedicu proizvodnju manje buke na gradilištu.

Za osobne aute i manje mašine koristi se vodikov agregat tako da je i ovdje zero emisija CO₂ zagarantovana.



Slika 4. Zero emisija CO₂

3.2 Odmorište Kloosters

Prostor odmorišta Kloosters i bliže okoline je odabrano kao mjesto za testiranje inovacija. Pored inovativnih voznih traka koje povezuju autocestu i ovo odmorište, i samo odmorište će biti rekonstruirano u prostor s novim uslugama koje odgovaraju inovativnoj funkciji A58 i željama sudionika u prometu. Ugovor je tek u pripremi tako da inovacije koje će se primijeniti još nisu potpuno definisane ali se razmišlja o nastavku testiranja inovacija primijenjenih na inovativnim voznim trakama kao i primjena asfalta kao izvora toplotne energije.

Za sada su realizirane 2 stanice za opskrbu električnom energijom za automobile na električni pogon. Energija dolazi iz solarnih panela koji su ugrađeni u krovnu konstrukciju ove nove postaje.



Slika 5. Odmorište Kloosters – aparati za električno napajanje i paneli za proizvodnju električne energije

3.3 Inovativni Paviljon

U sklopu odmorišta koje se rekonstruira, realizirat će se i tzv. Inovativni paviljon. Paviljon će prije svega predstavljati simbiozu izgradnje autoceste i prirode.

Paviljon će biti mjesto susreta partnera u ovom poslu i javnosti. Na ovom paviljonu će, između ostalog, biti moguće upoznati se sa primjenom svih inovacija u projektu, dijelom putem informacijskog sustava na paviljonu, a dijelom uvidom u proces rada na inovativnim voznim trakama na prilazu odmorištu.

Izgradnja ovog paviljona je sama po sebi također inovativan proces u kojem projektiramo na prirodan način i gradimo energetski neutralno, koristeći održive materijale.

Paviljon bi trebao postati primjer svega što je moguće u području održivosti, integralnog projektiranja i građenja u infrastrukturi i građevinarstvu, s prirodom kao izvorom inspiracije.

4. Program mobilnosti SmartwayZ.nl

Projekat InnovA58 je također dio programa SmartwayZ.nl.

Ovim programom se jug Nizozemske u okruženju prometno jako opterećene autoceste A58, želi učiniti dostupnijim.

Zajedno s mnogim partnerima, programski ured SmartwayZ.nl pomaže putnicima da na pametniji način krenu na put. Pri čemu se radi na pristupačnosti, učinkovitijoj upotrebi automobila i održivoj mobilnosti za zdrav život, rad i životnu klimu u regiji. U ovom momentu se radi na konkretizaciji mogućih ideja i definiranju mjera.

5. Zaključak

Za ostvarenje ambicioznog plana izgradnje na načelima cirkularne ekonomije, neophodna je suradnja sa drugim prometnim upravama, društvenim organizacijama i tvrtkama.

Living Lab projekta InnovA58 omogućuje partnerima testiranje novih ideja u praksi. Nove ideje dolaze na inicijativu Državne uprave ili zainteresiranih externih inovatora.

Ideje koje su u skladu s ciljevima održivog razvoja se dalje zajednički razvijaju. Ovdje stječena iskustva doprinose razvoju i primjeni inovacija u proširenju ceste A58 a i na drugim cestovnim projektima.

POSTUPAK DIMENZIONISANJA KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE PRIMENOM TERMOSTABILNE MREŽE OD STAKLENIH VLAKANA ZA OJAČANJE (ARMIRANJE) ASFALTA

Dragan Stojnić¹, Štepan Bohuš², Ilija Radenović²

¹ Institut za puteve a.d. Beograd - Odsek za kolovozne konstrukcije, Bulevar Peka Dapčevića 45, Beograd, Srbija

² Saint-Gobain ADFORS en Ltd, Sokolovská 106, Litomyšl, Czechia

Rezime: Asfaltni (fleksibilni) kolovozi su pored destruktivnog uticaja napona od opterećenja teških vozila (dinamičko opterećenje) izloženi i negativnom uticaju napona od temperature (velike temperaturne oscilacija). Dosadašnja istraživanja upotrebom odgovarajućih termostabilnih mreža za armiranje asfalta ukazuju na pozitivna iskustva u laboratoriju i na terenu. Primenom odgovarajućih mreža od staklenih vlakana, možemo produžiti životni vek asfaltnih slojeva kolovozne konstrukcije i smanjiti troškove održavanja iste, što u konačnom rezultuje i smanjenju emisije ugljen dioksida i ostalih štetnih gasova sa efektom staklene bašte. Decenijama unazad razvijaju se matematički modeli i kompjuterski programi koji pomažu da se što bolje analizira naponsko deformacijsko ponašanje asfaltnih slojeva kolovozne konstrukcije. U radu se prikazuje na konkretnom primeru postupak racionalnog dimenzionisanja kolovozne konstrukcije primenom armaturne mreže od staklenih vlakana i efekat upotrebe iste.

Ključne reči: Asfaltni kolovoz, deformacija asfaltog sloja, životni vek, termostabilna armaturna mreža

1. UVOD

Asfaltni (fleksibilni) kolovozi su pored destruktivnog uticaja napona od opterećenja teških vozila (dinamičko opterećenje) izloženi i negativnom uticaju napona od temperature (velike temperaturne oscilacija), koji u sadejstvu utiču na ponašanje materijala i pri različitim eksploatacijskim uslovima uzrokuju pojavu trajnih deformacija u obliku pukotina i kolotraga. Upotrebom odgovarajućih mreža za armiranje možemo produžiti životni vek asfaltnih slojeva kolovozne konstrukcije i smanjiti troškove održavanja iste. Termostabilna armaturna mreža za armiranje asfalta se sve više koristi prilikom rehabilitacije/rekonstrukcije kolovoznih konstrukcija na putevima sa srednjim i teškim saobraćajnim opterećenjem i na aerodromskim manevarskim površinama, imajući u vidu da armaturna mreža predstavlja sloj kolovozne konstrukcije namenjen sprečavanju nepoželjnih uticaja oštećenog donjeg sloja kolovoza (naprsina i pukotina) u novi asfaltni sloj.

Rezultati pokazuju da se tokom ugradnje mreže mogu pojaviti znatna oštećenja koja dovode do ograničenog gubitka modula elastičnosti (od 20 % do 25 %), ali i do gubitka zatezne čvrstoće (od 60 % do 80 %). Laboratorijska istraživanja pokazuju da ojačanje asfaltnog sloja armaturnom mrežom od staklenih vlakana daje odlične rezultate, zbog visoke krutosti staklenih vlakana.

Dokazani učinak primenom termostabilne armaturne mreže u asfaltnim slojevima, odnosi se na smanjenje trajnih deformacija kolovoznog zastora. Upotreba armaturne mreže istovremeno štedi prirodne resurse, posebno kameni agregat (smanjena debljina asfaltnog sloja), što za rezultat ima smanjenje emisije ugljen dioksida i ostalih štetnih gasova sa efektom staklene bašte.

2. ZAMOR

Idealizovana elastična osobina materijala ogleda se u sposobnosti da se po prestanku opterećenja (naponskog stanja), ukupna deformacija potpuno povraća. Realni materijali, kao što je poznato nisu idealno elastični, tj. izvestan deo deformacije po prestanku opterećenja ostaje. Ipak, one materijale u domenu u kojem je zaostala palstična deformacija zanemarljivo mala, možemo smatrati idealno elastičnim. Van ovog domena, tj. prekoračenjem granice nastaju izražene plastične deformacije, odnosno lom. U slučaju kratkotrajnih učestalih apliciranja napona, što je slučaj kod dinamički opterećenih kolovoznih konstrukcija, granica elastičnosti materijala se smanjuje sa povećavanjem broja ponavljanja opterećenja. Ovu osobinu manje ili više ispoljavaju svi elastični materijali, što je pojava poznata kao "zamor" materijala.

3. MEHANIZAM DELOVANJA ARMATURNE MREŽE

Armatura mreža je napravljena od impregmiranih staklenih vlakana velike čvrstoće. Predivo, od kojeg je sađnjena geomreža, napravljeno je od neprekidnog staklenog vlakna (sa Jangovim modulom (E) od 70 GPa) i presvučeno elastomernim polimerom (sa tačkom topljenja višom od 230°C) radi zaštite i poboljšanja adhezije sa asfaltnim slojevima. Pukotine u asfaltnim slojevima pojavljuju se usled spoljašnjih uticaja, kao što su saobraćajno opterećenja i promena temperature. Temperatura utiče na mehanička i reološka svojstva asfaltnih slojeva, što za rezultat ima smanjenu otpornost na pojavu deformacije. Usled uticaja saobraćajnog opterećenja dolazi do pojave pukotina, koja se širi od dna ka vrhu asfaltnog sloja. Zbog koncentracije napona na vrhu pukotina, izazvane silama od saobraćaja i prirodnim varijacijama temperature, pukotine brzo propagiraju do vrha rehabilitovanog asfaltnog sloja. Mehanizam delovanja ovih mreža je u formiranju optimalne veze asfaltnih slojeva i mreže (putem uklještenja), samim tim mreža je u stanju da primi maksimalna horizontalna naprezanja koja se stvaraju na lokacijama pukotina i raspodeli ih na veću površinu.

Mnoge institucije u razvijenim zemljama bavile su se istraživanjima vezanim za armiranja asfaltnih slojeva. U većini slučajeva rezultati su pozitivni i ističe se korist pri armiranju asfaltnih slojeva ukoliko se pravilno izabere armatura mreža i ukoliko se ona pravilno ugradi. Pored navedenog, efikasnost mreže od staklenih vlakana tokom i nakon ugradnje je od suštinske važnosti (smanjenje zatezne čvrstoće nije veće od 20% u odnosu na inicijalnu). Dokazani učinak primenom termostabilne armature mreže od staklenih vlakana u asfaltnim slojevima, odnosi se na povećanje vrednosti dozvoljene horizontalne dilatacije zatezanja asfaltnog sloja nakon 10^6 ciklusa opterećenja Epsilon 6 (na 10°C i frekvenciji od 25 Hz), za 7- 30%¹, što u konačnom za rezultat ima duž životni vek kolovoznog zastora (trajanje životnog veka ojačanih uzoraka se povećava za 79-144% kada se primenjuje konvencionalni kriterijum, odnosno za 58-292% kada se primenjuje kriterijum disipovanih energija (Energy Ratio - ER) za definisanje zamora).

Procentualno poboljšanje (uvećanje) vrednosti horizontalne dilatacije zatezanja asfaltnog sloja (Epsilon 6), primenom različitih tipova armature mreže od staklenih vlakana (ADFORDS GlasGrid tip GG/samolepljiva i CGL/sa netkanim polipropilenskim geotekstilom, zatezne čvrstoće 50 i 100 kN/m) prikazano je u narednoj tabeli.

Tabela 1: Učinak primene termostabilne armature mreže od staklenih vlakana

Tip mreže	Epsilon 6		Poboljšanje [%]
	Bez ojačanja mrežom	Ojačan mrežom	
GG 50	97.7	104.3	+ 6.8
CG 50L	97.7	112.0	+ 14.6
GG 100	97.7	115.5	+ 18.2
CG 100L	97.7	127.2	+ 30.2

¹ Laboratorijsko ispitivanje na dva kompleta uzoraka asfalta (nearmiranim i armiranim ADFORDS GlasGrid GG/CGL 50/100 mrežom), Građevinski fakultet, Beogradski univerzitet (G. Mladenović 2018. i 2020.)

4. POSTUPAK DIMENZIONISANJA

Decenijama unazad razvijaju se modeli koji pomažu da se što bolje analizira naponsko deformacijsko ponašanje slojeva kolovozne konstrukcije. Postupak racionalnog dimenzionisanja kolovoznih konstrukcija primenom termostabilne armaturne mreže za armiranje asfalta koji će ovde biti prezentovan, ne upuštajući se u suštinu i objašnjenje pojave zamora materijala i pojave plastičnih deformacija, ima za cilj da bliže pojasni strukturnu analizu kolovozne konstrukcije primenom savremenog analitičkog postupka prema metodologiji LCPC-SETRA² (ϵ_6 , b , K_θ , K_s , K_r , K_c). Provera konstrukcije na zamor, vrši se poređenjem stvarnih deformacija od opterećenja koje se ponavlja, sa dopuštenim. Dopuštene deformacije sračunate su iz krive zamora za zadati (projektovani) broj ponavljanja opterećenja. Osnovni kriterijum za dimenzionisanje je horizontalna dilatacija zatezanje u donjem vlaknu bitumenom vezanih slojeva. Prekoračenje dopuštene horizontalne dilatacije izaziva pukotine u bitumenom vezanom sloju.

5. PRORAČUN NAPONA I DEFORMACIJA OD ZADATOG OPTEREĆENJA - KOMPJUTERSKI PROGRAM "LCPC-ALIZE"

Potrebne velične horizontalne deformacije zatezanja na dnu bitumenom vezanog sloja od zadatog opterećenja koje će se ponavljati moguće je odrediti pomoću kompjuterskog programa "LCPC-Alize" (pored ovog postoje i razni drugi računarski programi). Primena elektronskih računara u proračunu kolovoznih konstrukcija omogućava dobijanje rezultata visoke matematičke tačnosti. Tačnost ulaznih podataka za proračun i pretpostavke na kojima se kompjuterski program zasniva su idealizacija. U stvarnosti tu postoje izvesni odsutpanja koja za posledicu imaju nepodudarnost računarskih i praktičnih rezultata. Zato, neka tolerancija u ovom pogledu mora postojati, i ona se "pokriva" koeficijentima sigurnosti. Ne ulazeći detaljno u objašnjavanje ovog načina proračuna, navode se samo neophodne osnovne pretpostavke na kojima se program zasniva, radi pravilnog tumačenja rezultata koje ovaj kompjuterski program daje. Polazne pretpostavke su:

- Kolovozna konstrukcija se tretira kao višeslojni elastični sistem
- Kolovozna konstrukcija se sastoji od više horizontalnih slojeva, svaki stalne debljine izuzev posteljice koja je polubeskonačna
- U horizontalnom pravcu svi slojevi su neograničeni
- Svi slojevi su od homogenog i izotropnog materijala sa svojim stalnim mehaničkim karakteristikama
- Važe linearne veze između napona i deformacija
- Svi materijali su elastični

Kao ulazni podaci potrebni za proračun zadaju se:

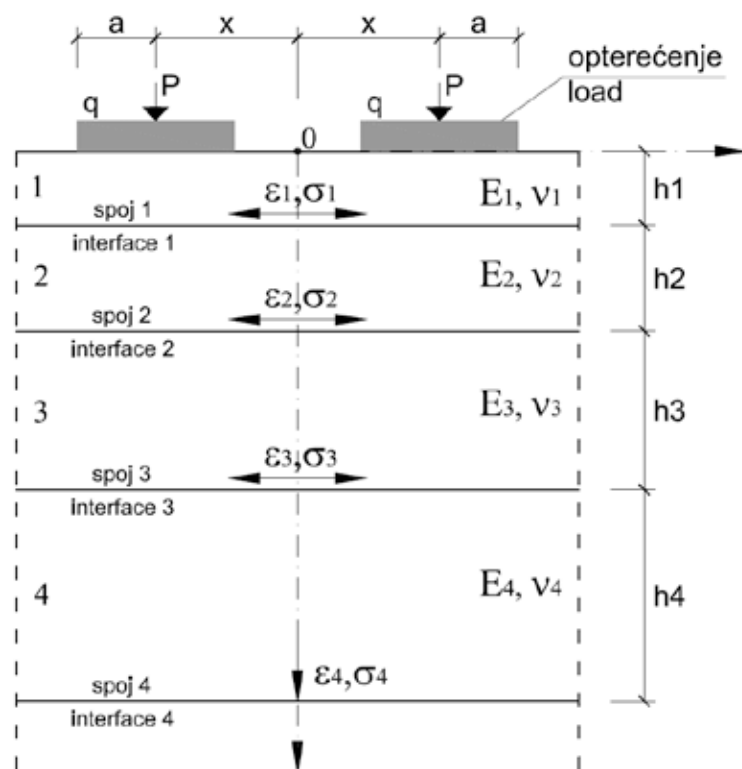
- Broj slojeva, njihove debljine i karakteristike materijala (E i ν) za svaki sloj
- Karakter kontakta (trenja) između slojeva (dobar, osrednji, loš)
- Karakteristike opterećenja (P, q), radius kružne površine preko koje se opterećenje prenosi na konstrukciju (a), rastojanje kružnih površina (kod duplog točka - x)
- Kordinate napadnih tačaka rezultanti od opterećenja

Rezultat proračuna pomoću kompjuterskog programa "LCPC-Alize" koji se dalje koriste u proveru konstrukcije, je:

- Naponi i deformacije u zadatoj tački bilo kog sloja

² French design manual for pavement structures-Guide technique, May 1997, LCPC and SETRA

Shematski prikaz proverenih napona i dilatacija (ϵ i σ) prikazan je na narednoj slici.



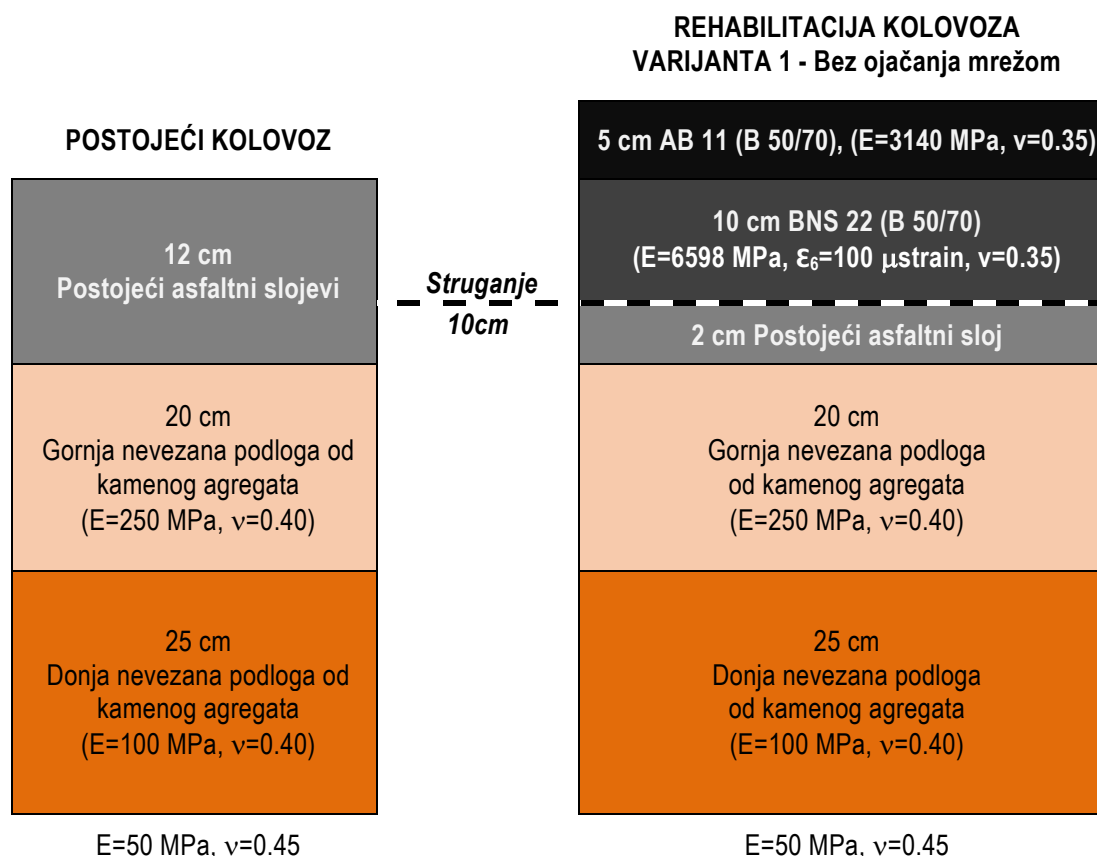
Slika 1: Shematski prikaz proverenih napona i dilatacija u kolovoznoj konstrukciji

6. PRIMER DIMENZIONISANJA KOLOVOZA

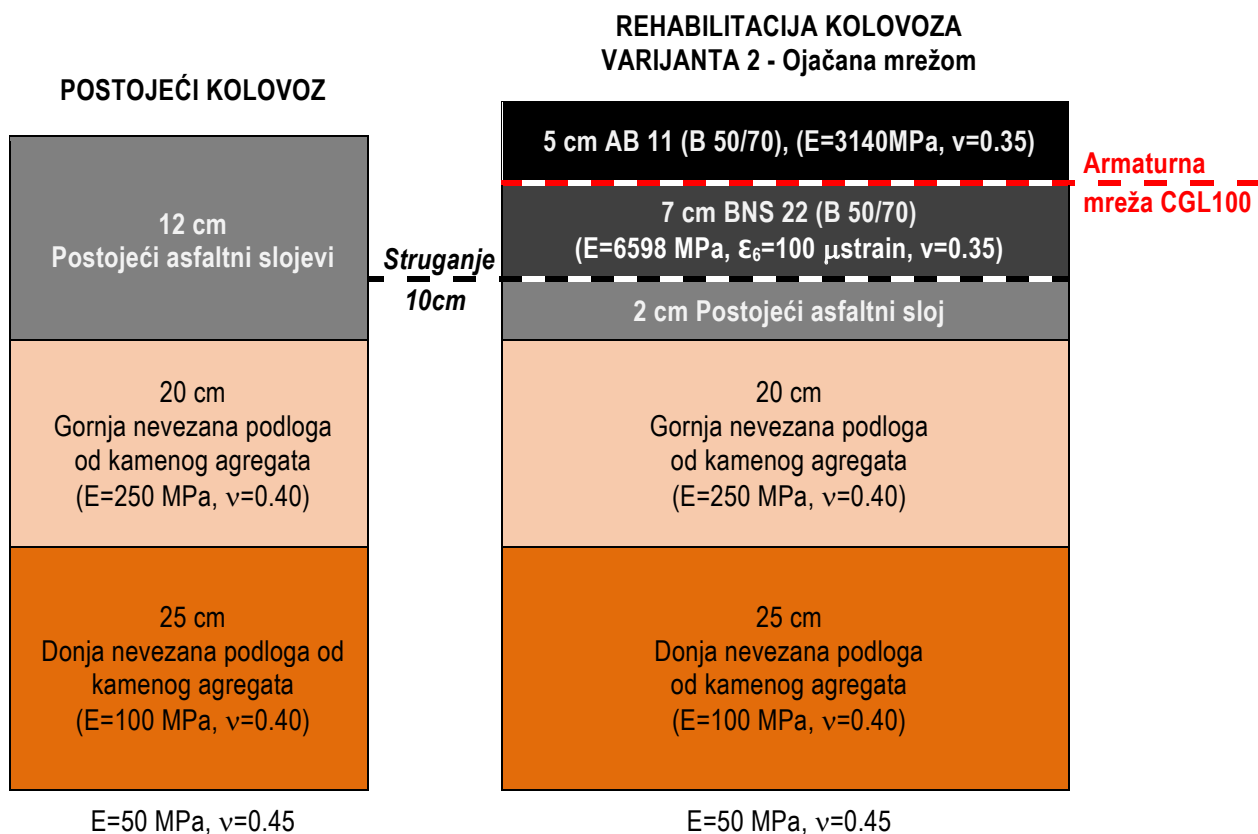
U narednom primeru na konkretnom slučaju rehabilitacije (sanacije) postojeće kolovozne konstrukcije biće objašnjen postupak racionalnog dimenzionisanja primenom termostabilne armaturne mreže od staklenih vlakana za armiranje asfalta. Polazne pretpostavke su:

- Projektovana vrednost nosivosti posteljice iskazana modulom deformacije iznosi $E_{v2}=50\text{MPa}$
- Vrednost merodavne temperature asfaltnih mešavina iznosi $T_{eff}=22^{\circ}\text{C}$
- Sanacijom se predviđa uklanjanje (struganjem) postojećeg asfaltnog sloja (10cm) i izrada novog asfaltnog zastora (u dva sloja)

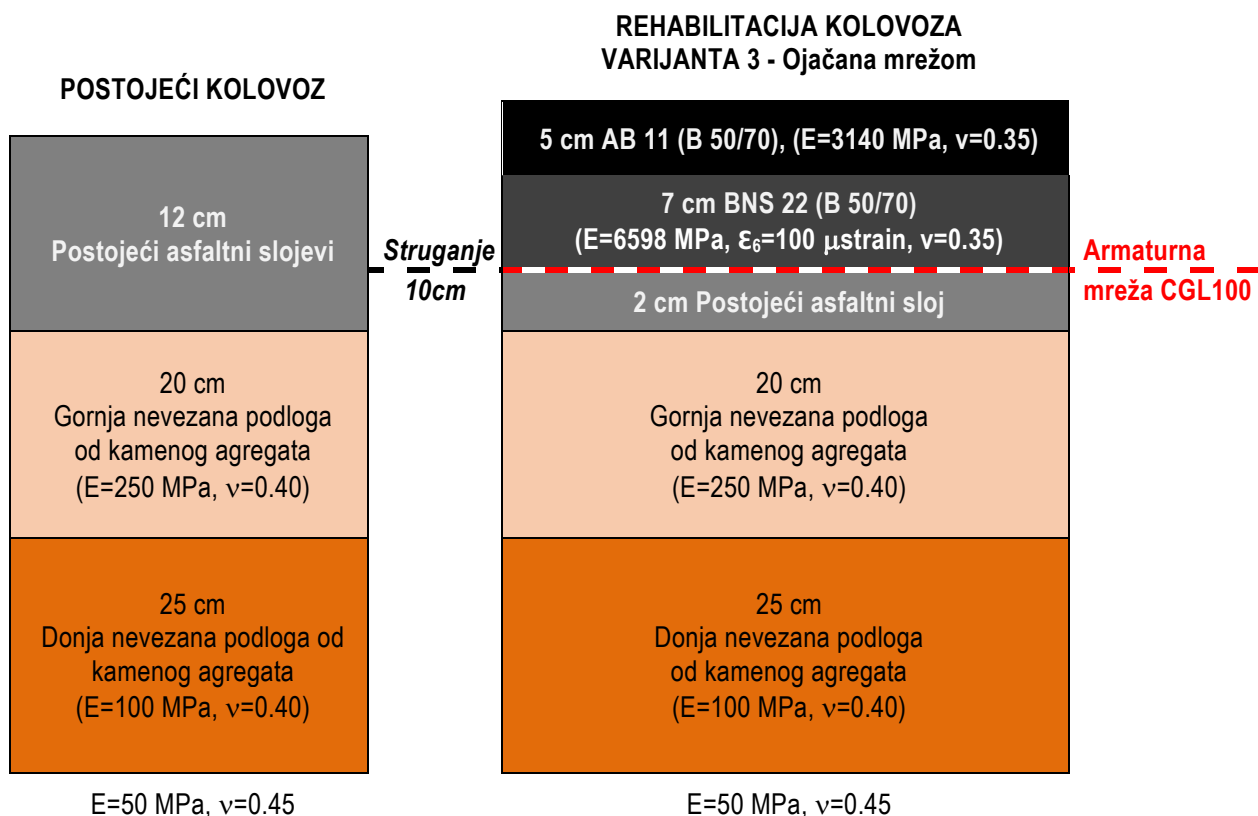
KORAK 1 - Definisanje parametara elastičnog sistema (matematičkog modela kolovozne konstrukcije) varijantnih rešenja (varijanta 1 i 2). Karakteristike materijala (E i ν) iz slojeva kolovozne konstrukcije (tampon, asfaltni zastor) usvojeni su uzimajući u obzir dosadašnju inženjersku praksu, fizičko-mehaničke karakteristike (laboratorijska i/ili in situ ispitivanja) i realno očekivanih parametara za predmetne materijale. Moduli elastičnosti i krutosti za nove asfaltne slojeve definisani su u skladu sa metodom LCPC-SETRA laboratorije. U odnosu na simulacioni mehanički model pretpostavljen je dobar kontakt između slojeva kolovozne konstrukcije. Parametri višeslojnog elastičnog sistema (debljina slojeva, E , ϵ_6 , ν) su sledeći:



Slika 2: Matematički model kolovozne konstrukcije - Varijanta 1



Slika 3: Matematički model kolovozne konstrukcije - Varijanta 2



Slika 4: Matematički model kolovozne konstrukcije - Varijanta 3

KORAK 2 - Određivanje napona i dilatacija pomoću programa "LCPC-Alize". Proračun napona i dilatacija je izvršen za opterećenje od standardne osovine od 80 kN koje se prenosi u 4 tačke, u skladu sa karakteristikama opterećenja standardne osovine (dva točka sa opterećenjem od 20 kN svaki). Za potrebe proračuna pretpostavljeno je da postojeći asfaltni sloj ima malu preostalu (rezidualnu) vrednost nosivosti (< 25% od inicijalne), te u vezi s tim ovaj sloj nije uzet u obzir prilikom formiranja idealnog modela za proračun trajnosti kolovozne konstrukcije. Rezultat proračuna prikazan je narednim slikama i u tabeli.

Alize-Lcpc - Design of pavement structures
according to the French Lcpc-Setra rational method

Description of the calculation

- data Structure : direct input, no name
- title of the study : Varijanta 1_Bez ojačanja
- load data :
 - special dual-wheel (not the French standard one), weight 039.998 kN
 - vertical pressure : 0.5774 MPa
 - contact radius : 0.1050 m
 - dual-wheel spacing: 0.3150 m

units: m, MN and MPa; strains in μ strain; deflection in mm/100

Table 1 (synthesis):

**major main traction stresses in the horizontal plane XoY and
major main compression stresses along the vertical ZZ axis; maximal deflection**

	level comput.	EpsilonT horizontal	SigmaT horizontal	EpsilonZ vertical	SigmaZ vertical
----- surface (z=0.000) -----					
th= 0.050 m	0.000m	84.2	0.522	-28.4	0.575
Yg= 3140.0 MPa					
nu= 0.350	0.050m	37.7	0.305	47.6	0.498
----- bonded (z=0.050m) -----					
th= 0.100 m	0.050m	37.7	0.626	-4.2	0.498
Yg= 6598.0 MPa					
nu= 0.350	0.150m	-132.3	-1.179	126.0	0.077
----- bonded (z=0.150m) -----					
th= 0.200 m	0.150m	-132.3	0.001	290.3	0.077
Yg= 250.0 MPa					
nu= 0.400	0.350m	-164.2	-0.044	256.7	0.032
----- bonded (z=0.350m) -----					
th= 0.250 m	0.350m	-164.2	-0.005	345.0	0.032
Yg= 100.0 MPa					
nu= 0.400	0.600m	-141.8	-0.012	255.9	0.016
----- bonded (z=0.600m) -----					
th. infinite	0.600m	-141.8	0.001	306.8	0.016
Yg= 50.0 MPa					
nu= 0.450					

Maximal deflection =47.6 mm/100 (dual-wheel center)

Curvature radius =398.3 m (dual-wheel center)

Slika 5: Proračun napona i dilatacija - Varijanta 1 - opterećenje st.osovine od 80kN

Alize-Lcpc - Design of pavement structures
according to the French Lcpc-Setra rational method

Description of the calculation

- data Structure : direct input, no name
- title of the study Varijanta 2 i 3 - Sa ojacanjem

- load data :

- special dual-wheel (not the French standard one), weight 039.998 kN
- vertical pressure : 0.5774 MPa
- contact radius : 0.1050 m
- dual-wheel spacing: 0.3150 m

units: m, MN and MPa; strains in μ strain; deflection in mm/100

Table 1 (synthesis):

**major main traction stresses in the horizontal plane XoY and
major main compression stresses along the vertical ZZ axis; maximal deflection**

	level comput.	EpsilonT horizontal	SigmaT horizontal <i>surface (z=0.000)</i>	EpsilonZ vertical	SigmaZ vertical
th= 0.050 m	0.000m	84.2	0.567	-72.2	0.575
Yg= 3140.0 MPa					
nu= 0.350	0.050m	38.8	0.265	38.2	0.458
			<i>bonded (z=0.050m)</i>		
th= 0.070 m	0.050m	38.8	0.540	-9.5	0.458
Yg= 6598.0 MPa					
nu= 0.350	0.120m	-164.3	-1.467	158.5	0.111
			<i>bonded (z=0.120m)</i>		
th= 0.200 m	0.120m	-164.3	0.011	389.7	0.111
Yg= 250.0 MPa					
nu= 0.400	0.320m	-217.1	-0.057	332.5	0.042
			<i>bonded (z=0.320m)</i>		
th= 0.250 m	0.320m	-217.1	-0.006	449.1	0.042
Yg= 100.0 MPa					
nu= 0.400	0.570m	-178.2	-0.016	316.9	0.020
			<i>bonded (z=0.570m)</i>		
th. infinite	0.570m	-178.2	0.000	380.0	0.020
Yg= 50.0 MPa					
nu= 0.450					

Maximal deflection =54.3 mm/100 (dual-wheel center)

Curvature radius =267.5 m (dual-wheel center)

Slika 6: Proračun napona i dilatacija - Varijanta 2 i 3 - opterećenje st. osovine od 80kN

Tabela 2: Horizontalna dilatacija zatezanja u donjem vlaknu bitumenom vezanih slojeva

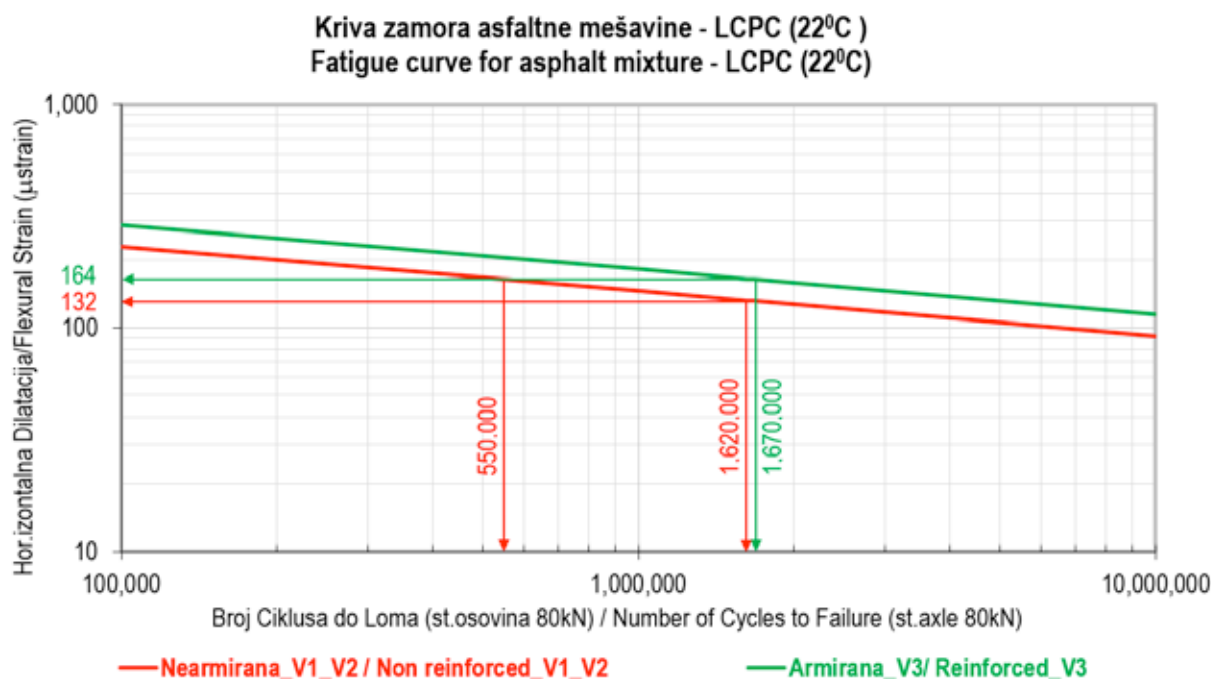
Parametar	Jedinica	Varijanta 1 nearmirana	Varijanta 2 nearmirana	Varijanta 2 armirana (CGL100)	Varijanta 3 armirana (CGL100)
Horizontalna dilatacija zatezanja - EpsilonT	μ strain	132.3	164.3	164.3	164.3

KORAK 3 - Proračun trajnosti projektovanih kolovoznih konstrukcija. Osnovni kriterijum za proračun trajnosti kolovozne konstrukcije je horizontalna dilatacija zatezanja u donjem vlaknu bitumenom vezanih slojeva (EpsilonT), i baziran je na konceptu LCPC-SETRA laboratorije. Ulazni parametri za proračun dozvoljene dilatacije zatezanja su:

- Deformacija zatezanja nakon million ciklusa ponavljanja opterećenja u skladu sa uslovima definisanim u laboratoriji za bitumenizirani noseći sloj tipa GB4 (na 10°C i frekvenciji od 25 Hz), $\epsilon_6 = 100 \mu\text{strain}$
- Nagib krive zamora bitumenom vezanih materijala $\beta = -1/b = 5$
- Koeficijent za transponovanje rezultata ispitivanja zamora bitumenom vezanih materijala u skladu sa uslovima definisanim u laboratoriji (na 10°C i frekvenciji od 25 Hz), $K_0 = 1.48$ ($T_{\text{eff}} = 22^\circ\text{C}$)
- Koeficijent korekcije dozvoljene deformacije zatezanja bitumenom vezanih materijala u skladu sa nosivošću posteljice, $K_s = 1/1.1$ (za nosivost posteljice $E_{v2} = 50\text{MPa}$)
- Koeficijent korekcije u odnosu na disperziju rezultata testova zamora i promenu debljine nosećeg sloja od bitumenom vezanih materijala, $K_r = 0.830$ ($d \leq 0\text{cm}$, st.devijacija $SN = 0.3$ (zamor) i $Sh = 1$ (debljina), rizik = 10%)
- Koeficijent korekcije za bitumenizirani noseći sloj tipa GB4, $K_c = 1.3$

Koeficijent uvećanja vrednosti dilatacije zatezanja (Epsilon 6) asfaltnog sloja nakon million ciklusa ponavljanja opterećenja, u slučaju upotrebe armaturne mreže od staklenih vlakana (sa netkanim geotekstilom zatezne čvrstoće od 100kN/m) iznosi $K_{\text{CGL}100} = 1.25^3$ (usvojeno smanjenje zatezne čvrstoće od 20%).

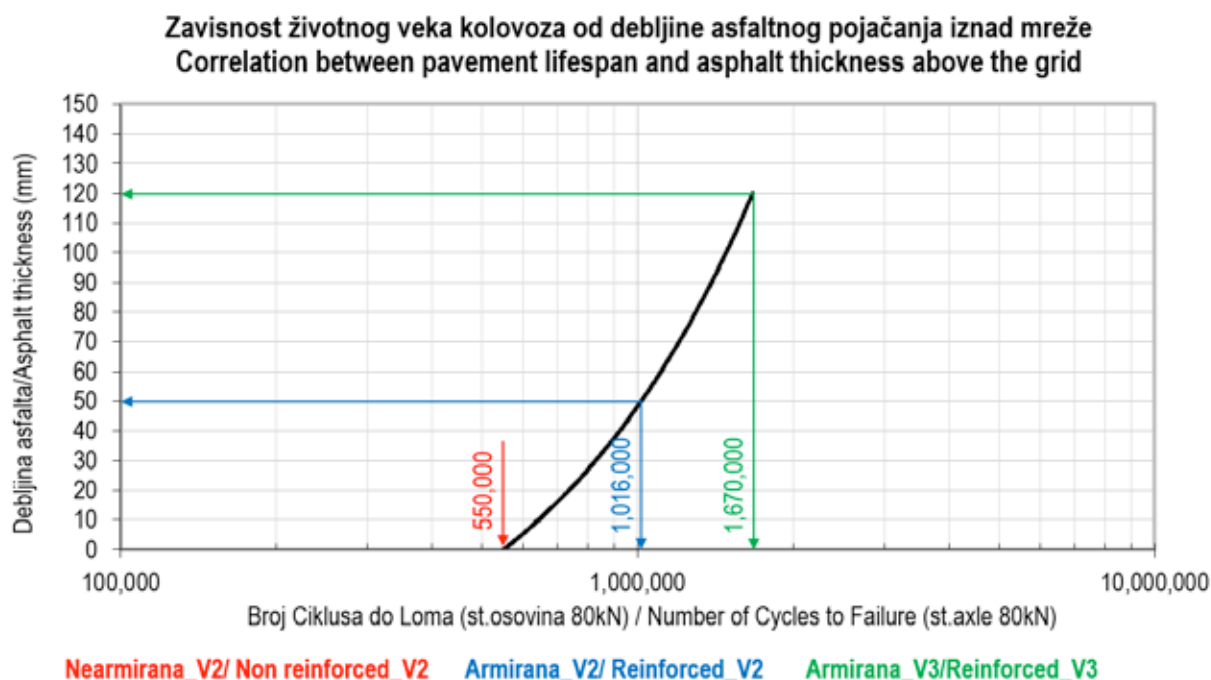
Prikaz krive zamora asfaltne mešavine (bilogaritamska opadajuća funkcija) prema konceptu LCPC-SETRA laboratorije korišćene za proračuna trajnosti u postupku racionalnog dimenzionisanja dinamički opterećene kolovozne konstrukcije (nearmirane i armirane) dat je na narednom dijagramu.



Slika 7: Kriva zamora asfaltne mešavine - LCPC-SETRA

³ Laboratorijsko ispitivanje na dva kompleta uzoraka asfalta (nearmiranim i armiranim ADFORDS GlasGrid GG/CGL 50/100 mrežom) Građevinski fakultet, Beogradski univerzitet (G. Mladenović 2018. i 2020.)

Smanjenje dubine ugradnje termostabilne armaturne mreže dovodi do srazmernog smanjenja (skraćanja) trajnosti projektovane kolovozne konstrukcije (linearna zavisnost životnog veka i debljine asfaltnog pojačanja iznad mreže). Proračun životnog veka projektnog rešenja armirane kolovozne konstrukcije (za slučaj projektovane kolovozne konstrukcije - Varijanta 2) dat je na narednom dijagramu.



Slika 8: Kriva (linearne) zavisnosti životnog veka od debljine asfaltnog pojačanja iznad mreže

Za potrebe uporedne analize usvojeno merodavno saobraćajno opterećenje (u 10-to godišnjem eksploatacionom periodu) jednako je računskoj trajnosti (životnom veku) Varijante 1. Rezultat proračuna horizontalne dilatacije zatezanja i proračun trajnosti projektovanih kolovoznih konstrukcija (izražen brojem prelaza standardnih osovina od 80kN) sa i bez primene termostabilne armaturne mreže od staklenih vlakana (na različitim dubinama od površine zastora) prikazan je u narednoj tabeli.

Tabela 3: Trajnost kolovozne konstrukcije - armirana/nearmirana - metoda LCPC-SETRA

Parametar	Jedinica	Varijanta 1 nearmirana	Varijanta 2 nearmirana	Varijanta 2 armirana (CGL100)	Varijanta 3 armirana (CGL100)
Debljina asfalta iznad mreže	cm	-	-	5	12
Ukupna debljina asfaltnih slojeva	cm	15	12	12	12
Horizontalna dilatacija zatezanja	μstrain	132.3	164.3	164.3	164.3
Epsilon 6	μstrain	100	100	125	125
Životni vek preko broja prelaza st. osovine	80kN	1.620.000	550.000	1.016.000	1.670.000
Životni vek u godinama eksploatacije	godina	10	4	7	10

Na osnovu sračunatog životnog veka varijantnih rešenja, zaključujemo da je efikasnije da se termostabilna armaturna mreža ugradi što niže od površine asfaltnog zastora (na većoj dubini), jer time se ostvaruje znatno već doprinos svih asfaltnih slojeva iznad mreže prilikom raspodele opterećenja.

7. ZAKLJUČAK

Dosadašnja istraživanja prilikom primene termostabilnih mreža od staklenih vlakana za armiranje asfalta ukazuju na pozitivna iskustva u laboratoriju i na terenu. Primenom mreža od staklenih vlakana možemo produžiti životni vek asfaltnih slojeva kolovozne konstrukcije i smanjiti troškove održavanja iste, što u konačnom rezultuje i smanjenju emisije ugljen dioksida i ostalih štetnih gasova sa efektom staklene bašte.

Sve navedeno ne isključuje da, pre bilo kakve odluke o uopotrebi armaturne mreže, se sprovede ispitivanje i analiza svih uticajnih faktora, na temelju kojih će se definisati optimalno projektno rešenje uz upotrebu armaturne mreže. Treba napomenuti da je za dalja istraživanja efekata upotrebom mreže za armiranje asfalta od staklenih vlakana neophodno uspostaviti sistem kontinuiranog praćenja ponašanja mreža nakon ugradnje (OCENA STANJA - ocena efekata), kao i podstaći primenu postupka racionalnog dimenzionisanja kolovoznih konstrukcija uz upotrebu armaturne mreže.

Literatura

- [1] User manual, ALIZE-LCPC Software, version 1.3. (2011), LCPC/SETRA
- [2] Stojanović B., (1982), Postupak racionalnog dimenzionisanja kolovoznih konstrukcija u Institutu za Puteve, Savetovanje o kolovoznim konstrukcijama, VIA-VITA, Društvo za puteve Srbije i Institut za puteve Beograd, 136-163
- [3] Orešković M., Trifunović S., Mladenović G. i Bohuš, Š. (2018), Određivanje otpornosti na zamor asfaltnih uzoraka ojačanih geomrežom primenom metode savijanja gredica u četiri tačke, Građevinski fakultet, Beogradski univerzitet
- [4] Mladenović G. i Orešković M., (2018/2020), Laboratorijsko ispitivanje na dva kompleta uzoraka asfalta (nearmiranim i armiranim ADFORDS GlasGrid GG/CGL 50/100 mrežom), Građevinski fakultet, Beogradski univerzitet
- [5] French design manual for pavement structures-Guide technique (1997), LCPC/SETRA, Paris
- [6] Mihaljinac, S., Rukavina, T., Šimun, M., (2019), Primjena armaturnih mreža u asfaltnim slojevima kolnika, Simpozij doktorskog studija građevinarstva, Zagreb

Izazovi izrade BIM modela u projektima prometnica

Fran Šokac, mag.ing.aedif.

Sažetak

Izrada BIM modela ili projektiranje na BIM način stvaraju dodatan stres projektantskim kućama koje se prvi put susreću sa novim pitanjem „Kako ispuniti zahtjeve koje se odnose na BIM?“ i kako učiniti da ispunjavanje tih zahtjeva ne djeluje negativno na poslovanje poduzeća.

Izrada projekata prometnica veže za sebe i ostale dijelove kao što su cjevovodi, kanali, mostovi, tuneli i dr. objekti. Uklapanje svih tih elemenata u jednu cjelinu uz zadržavanje vremenskih rokova i financijskih ograničenja, na samim počecima, zna otežati tijek projekta i stvoriti cijeli niz problema.

U ovom radu prikazani su izazovi sa kojim će se susresti svaki projekt pri izradi prvih BIM modela. Projektantske kuće će se susresti sa revidiranjem postojećih sustava projektne strukture i pohranjivanjem podataka u cloud-u.

Projektanti će sa druge strane, morati zamijeniti tradicionalni pristup rješavanja problema i vizualiziranja elemenata, te će se morati suočiti ne samo sa tehničko-građevinskim problemima nego i sa izazovima koje nosi softver i BIM način rada.

Izrada BIM modela prometnica će neupitno stvoriti dodatan uteg sudionicima projekta, ali rješavanje izazova je nužnost razvoja građevinske struke.

Ključne riječi

#BIM #projektprometnice #izazovi

Summary

Development of BIM model or BIM design create additional stress to the design companies, who meet for the first time with the question „How to meet the BIM requirements?“ and reducing the negative impact by trying to meet these BIM requirements

Development of the road design documentation also binds design for additional parts of the projects like pipes, ditches, bridges, tunnels and other objects. Merging all these elements in one model while meeting the time deadlines and financial constraints can hinder the project flow and create a whole lot of problems.

In this work, there are depicted numerous challenges that every project will need to face in designing BIM model. Design firms will face with revision of current project structure and storing the data in cloud.

Designing the road BIM model will unquestionably put strain on the project associates, but resolving these challenges is necessity of developing the construction field.

Keywords:

#BIM #roaddesign #challenges

1. Uvod

Izrada BIM modela se sve snažnije primjećuje i u hrvatskom građevinskom sektoru. Taj strani pojam koji je do nedavno bio rezerviran samo za napredne zemlje svijeta polako počinje kucati i na hrvatska vrata.

Projektantske kuće u Hrvatskoj su zbog sve češćih zahtjeva investitora bile primorane implementirati BIM procese u svoje poslovanje. Kako bi tranzicija s tradicionalnih metoda bila što jednostavnija Hrvatska komora inženjera građevine je izradila ¹smjernice za izradu infrastrukturnih projekata.

Koliko god te smjernice mogu pogurnuti projektante i poduzeća u pravom smjeru, isto tako se otvaraju i pitanja kako implementirati nove tehnologije, standarde i organizaciju rada. Koje ljude treba zaposliti? Tko će koordinirati razvoj BIM-a?

Ovaj rad iznosi problematiku i ističe poveznicu kako se riješio analogan izazov u prošlosti u razvoju građevinske projektne dokumentacije.

2. Karakteristike projekata prometnica u odnosu na ostale projekte

Infrastrukturni projekti prometnice su simbioza tehničkih i socijalnih faktora. Projekti prometnice se prvenstveno smatraju smatraju linearnim projektima zbog svoje izduženosti. Aktivnosti koji se nalaze na linearnim projektima se ciklički ponavljaju kroz dionice. Svaki infrastrukturni projekt prometnica ima drugačiju geodetsku podlogu, konfiguraciju terena i geomehaničke karakteristike tla na kojem se nalazi.

Još jedna od karakteristika infrastrukturnih projekata su značajni zemljani radovi. Svaki projekt prometnica sadrži veće količine zemljanih radova neovisno o količini objekata koje se nalaze na toj prometnici. Zemljani radovi sadrže sve građevinske radnje koja mijenjaju zemljinu poziciju, oblik i način skladištenja. Zemljani radovi kreiraju „posteljicu“ tla na kojem se postavlja kolnička konstrukcija prometnica.

Jedna od odlika infrastrukturnih projekata prometnica je javni investitor i način financiranja investicije. Infrastrukturni projekti u prirodi imaju javne investitore (javna tijela) koja se financiraju iz proračuna tijela vlasti ili fondova. Javni investitor ne gradi građevinu sa primarnim ciljem zarade profita na projektu nego rješavanjem potreba javnosti u financijskom, ekološki i tehnički prihvatljivom smislu.

Ove karakteristike koje razlikuju npr. arhitektonske projekte od infrastrukturnih također utječu i na zahtjeve BIM modela. Iscrpni zemljani radovi će biti više fokusirani u modelu, različita geomehanička svojstva tla će zahtijevati širu paletu kataloga koji se odnose na geotehničke građevine, pojedini dijelovi će morati biti detaljnije obrađeni zbog zanimanja javnosti itd.

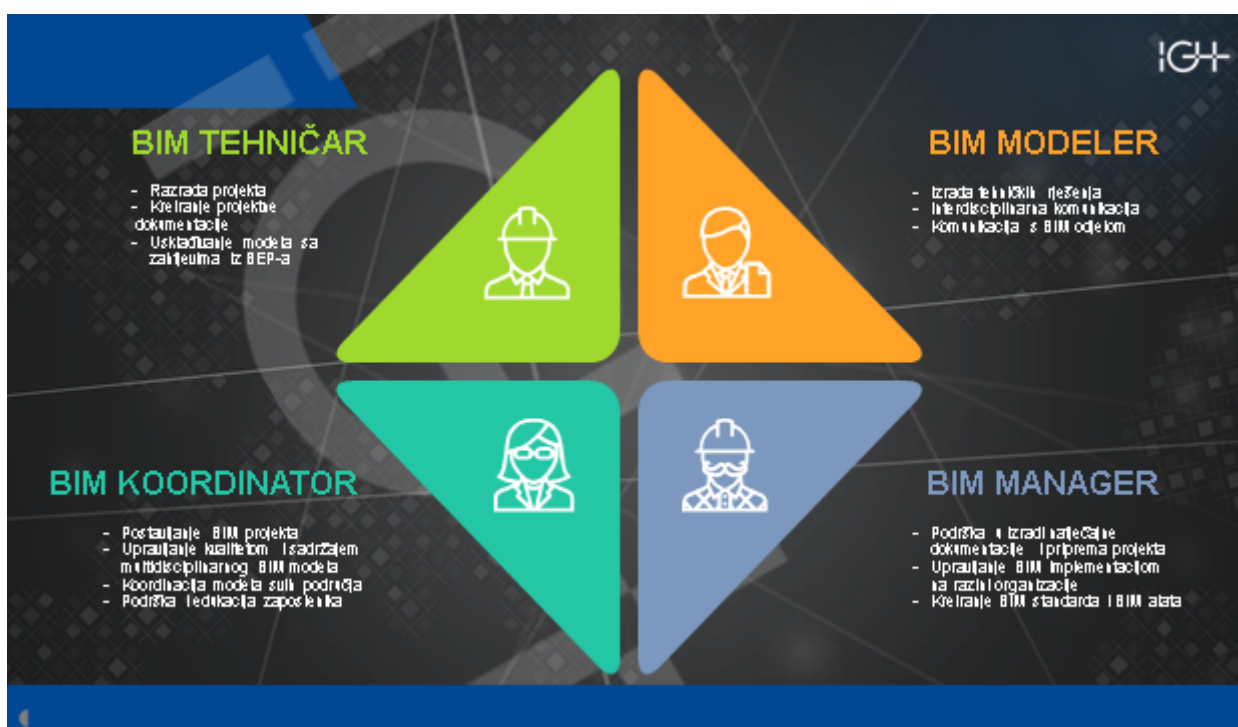
¹ Smjernice za BIM pristup u infrastrukturnim projektima, HKIG, Zagreb, 2021.

3. Tehnološki i organizacijski izazovi

Velika promjena s kojom se suočavaju projektantska poduzeća su promjene u samoj organizaciji i raspodjela resursa, zadataka i ostalih obveza.

Moderno projektiranje podrazumijeva i promjenu strukture koja se trenutno nalazi u poduzeću i veže na sebe nove uloge koje se podrazumijevaju pri izradi modela, a koje nisu postojale dok se nije tražio model projekta.

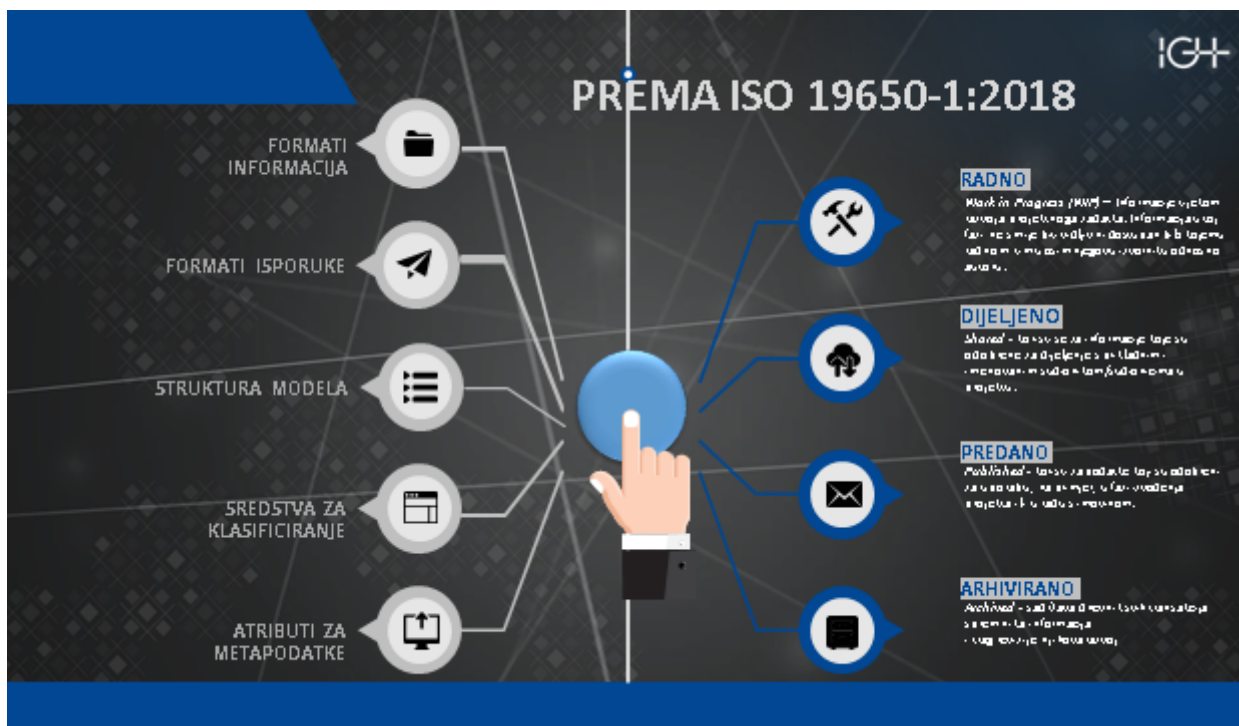
Implementacija BIM procesa obuhvaća i uvođenje novih radnih pozicija kao što su BIM Manager i BIM Koordinator. Dolazi i do promjene naziva radnih mjesta Tehničkog crtača i Projektanta. Uvođenjem BIM Managera ili BIM Koordinatora u projektantsku kuću će definitivno olakšati proces implementacije BIM-a. Ukoliko si poduzeća ne mogu priuštiti zaposlenje novog kadra, uvijek se može doći i do prekvalifikacije postojećeg osoblja.



Slika 1. Nove uloge u BIM okruženju

Ulaskom BIM-a u područje projektiranja mora se provesti revizija postojeće strukture datoteka za cijeli projekt. Modeliranje prema BIM-u zahtijeva posebne mape u kojem će projektanti spremati modele građevinskih elemenata, mape za koordinaciju modela itd. Revizija postojeće strukture mapa može pratiti razvoj BIM-a u poduzeću i biti sukcesivno unaprijeđena prema potrebi.

Za rad u BIM okruženju potrebno je imati kompjutersku radnu stanicu koja može podnijeti takvu količinu podataka. Veliki 3D modeli koriste veliku količinu radne memorije za aktivni rad u nacrtu i virtualne grafičke memorije za aktivni prikaz. Potrebno je pribaviti radnu stanicu koja se može nositi sa zahtjevima modernog doba projektiranja.



Slika 2. Zamjena postojeće strukture mapa u BIM okruženju

Rad u BIM okruženju povlači za sobom i rad sa datotekama veličina koje prelaze normalne standarde. Rad sa datotekama koje imaju više od 100 Mb mogu znatno otežati rad ako projektant nema adekvatnu radnu stanicu. Modeli kao što su Point Cloud podaci znaju sadržavati datoteke veličine preko 1 Gb.

Datoteke koje najčešće sadrže veliku količinu podataka:

- Point Cloud – Lidar tehnologija
- DWG sa 3D solid-ima
 - Modeli prometnica – Ovisno o duljini prometnice i broju osi
 - Modeli objekata – Ovisno o duljini i kompleksnosti mosta
 - Modeli instalacija – Ovisno o duljini i kompleksnosti instalacija

Sveobuhvatni koordinacijski model nema veliku količinu informacija i veličinu datoteke jer se ostali modeli referenciraju u tu datoteku.

Projektanti su također nespremni na količinu podataka na koju se mora obratiti pozornost. Takva količina podataka se može razumno upiti ako su podaci dovoljno razumljivi, strukturirani i sažeti na način koji odgovara sudionicima kojima su namijenjeni. Zato je potrebno osloniti se na osobu kojoj će to biti jedan od primarnih zadataka.



Slika 3. Primjer sveobuhvatnog modela prometnice

Sa novim pristupom mijenja se i način na koji se objekti imenuju. Više nije dovoljno postaviti polilinije u Layer-e, nego je potrebno detaljno razraditi kako će pojedini elementi biti nazvani i označeni. Označeni elementi moraju imati jedinstveni naziv unikatan za svaki element. Takva imenovanja moraju biti detaljno razrađena na visokoj razini, te je za takav posao potrebno postaviti osobu koja je sposobna za takav obim posla i koja se već upoznala sa takvim zadatkom.

IGT

Imenovanja

Turtle

1025-IGH- ZZ- PR- DR- S- 0001- A1- 2

Projekat Sistem, Faza Tip dokumenta Broj Verzija

Code	Description
AF	Animation File
CM	Combined Model
CR	Specific for the clash process
DR	2D Drawing
M2	2D Model File
M3	3D Model File
MS	Model rendition file for other renditions (thermal analysis)
VS	Visualization

Code	Description
SO	Bill of Materials
CA	Calculations
CO	Correspondence
CP	Cost Plan
DB	Database
FN	File Note
HS	Health & Safety
IE	Information Exchange
ME	Minutes/Action Notes
MS	Method Statements
PP	Presentation
PD	Programme
RI	Request for Information
RP	Report
SA	Schedule of accommodation
SH	Schedule
SN	Snagging List
SP	Specification
SL	Survey

Status	Description	Graphical	Non-Graphical	Document		
Work In Progress	SO	Initial Status of RFP	Yes	Yes	Yes	
	Shared Plans (Contractual)	S1	Submitter for coordination	Yes	Yes	Yes
		S2	Submitter for information	Yes	Yes	Yes
		S3	Submitter for review	No	Yes	Yes
RFP to Publish	S4	Submitter for approval	No	Yes	Yes	
	D1	Submitter for costing	Yes	Yes	Yes	
	D2	Submitter for tender	Yes	Yes	Yes	
	D3	Submitter for design	Yes	Yes	Yes	
Published Data	D4	Submitter for manufacture	Yes	Yes	Yes	
	AP, AU, AS	Approved/Accepted	Yes	Yes	No	
BU, BU, BU	Partial sign-off	Yes	Yes	No		

Slika 4. Primjer imenovanja datoteka

Razvoj BIM alata i tehnologija konstantno povlači za sobom i unaprjeđenje ne samo na građevinski aspekt rada, nego i razvitak u tehnološkom smislu. Klasični veliki proizvođači softvera poboljšavaju vlastite softvere sa svakom godinom i nude nove mogućnosti koje mogu olakšati i ubrzati rad projektanata. Softverski napredak u modernom dobu se sve više i više ubrzava, te je potrebno s vremena na vrijeme osigurati primjerenu edukaciju za zaposlenike.

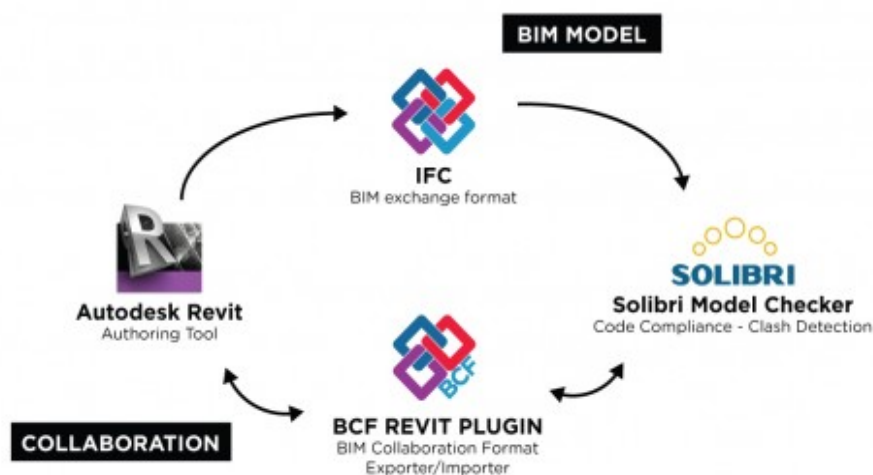


Slika 5. Primjer rasporeda modela

Novi izazovi s kojim će se susresti projektanti su i novi formati podataka koji se koriste. Standardi za razmjenu podataka su ključni za upravljanje projektnim timovima i omogućavaju premještanje informacija iz jedne softverske aplikacije za 3D modeliranje u drugu bez gubitka vjernosti podataka. Trenutačno nisu svi softveri korisni i efikasni za BIM projektiranje.

Takvi problemi mogu stvarati glavobolje projektantima koji se ne žele baviti tehnološkim problemima pri projektiranju, nego žele iskoristiti vrijeme za rješavanje projektnih problema i administriranje rada u projektima. Projektantske kuće u različitim područjima građevine koriste različite softvere koje na kraju proizvode i različite „output“ datoteke. Te datoteke na kraju dana ne moraju biti međusobno kompatibilne.

Za proširenje interoperabilnosti između softvera za projektiranje, potrebni su sporazumi o razmjeni podataka među dobavljačima. Naprimjer, zajednički naponi pomažu korisnicima Autodesk i Bentleyja da s većom vjernošću razmjenjuju informacije u odgovarajuće dwg i dgn datoteke.



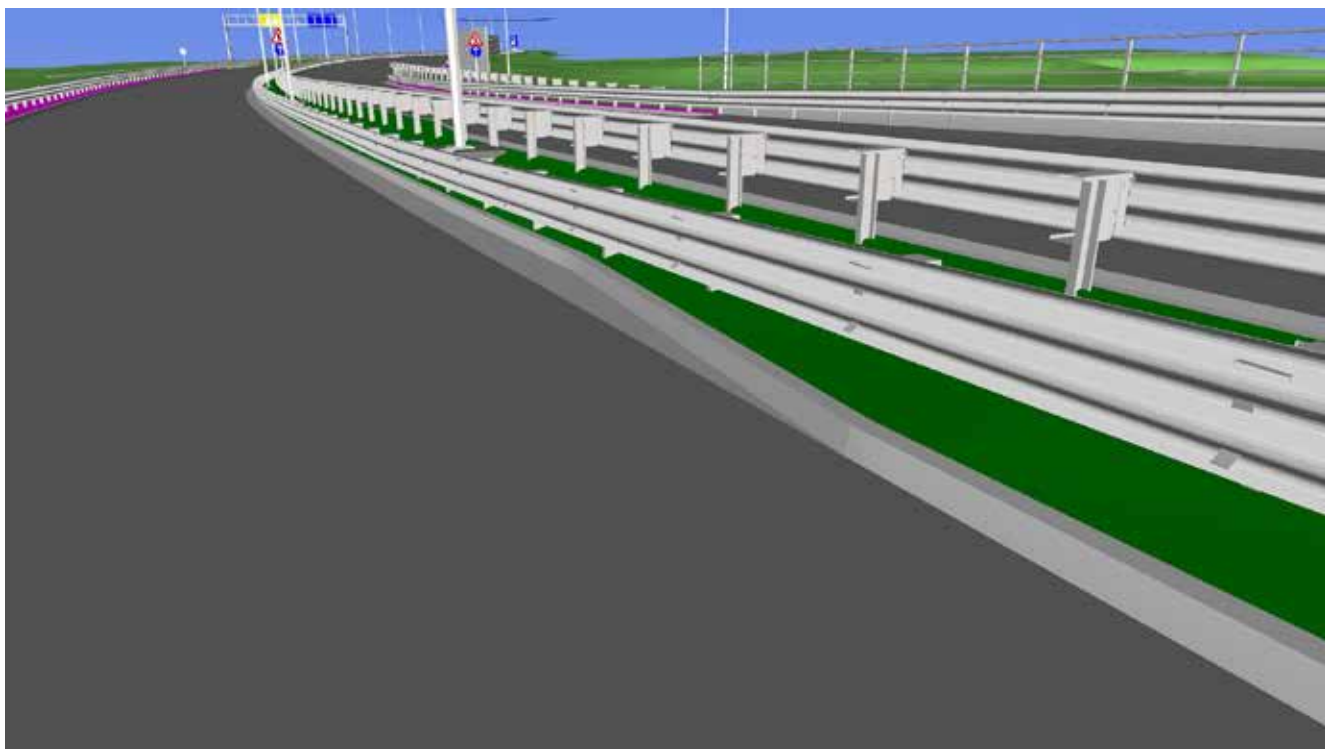
Slika 6. Interoperabilnost softvera

4. Izazovi u kreiranju modela

Klasični način izrade projekata prometnica sadrži u pravilu dosta preklopa referenciranih situacija. Preklopljene situacije se pregledavaju i međusobno uspoređuju. Klasični prikaz sa preklopljenim linijama nije siguran način za pravilnu provjeru postoje li sudari građevinskih elemenata.

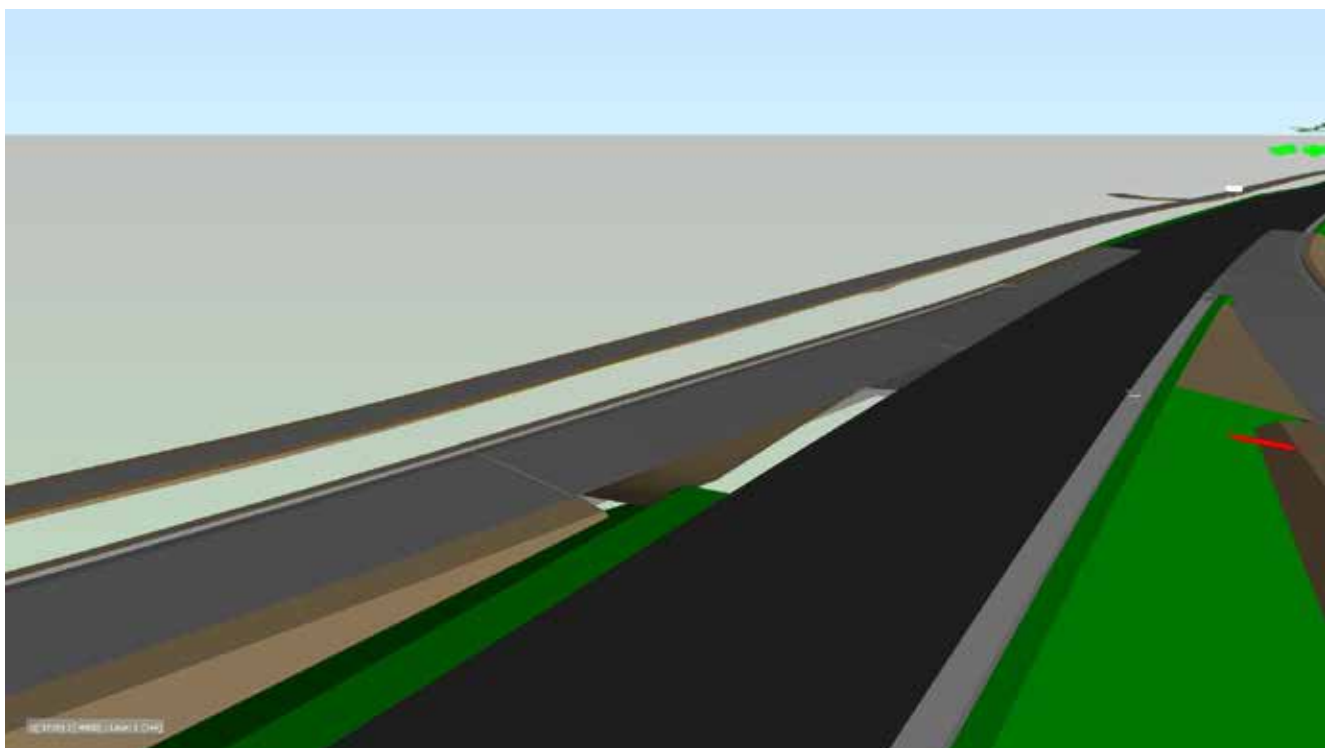
Jedan od najvažnijih izazova sa kojim se suočavaju projektanti je pitanje je li uloženo vrijeme u izradu detaljnih 3D modela opravdano ili nije. Odličan primjer je početak, tj. završetak rigola sa rubnjakom. Takav element je zahtijevan za izradu čak i tehničarima koji su proveli duži period u modeliranju 3D objekata. Koliko je vremena opravdano za 1 takav element? 4 sata? 12 sati? Što se događa u slučaju kada se u 16 sati uopće ne može naći rješenje za izradu takvog elementa?

Iskustvo nam govori da su takvi slučajevi jedino opravdani ako se nađe ispravno rješenje koje će zadovoljiti brzinu izrade i mogućnost reproduciranja elementa. Prvenstveni zadatak projektanta je da pronađe pravilno tehničko rješenje koje zadovoljava uvjete projektnog zadatka. Izrađivanje kompleksnih elemenata ne smije imati prednost pred osnovnim zadatkom projekta na projektu. Element ukoliko ne može biti točno reproduciran, kao što bi bio prikazan na običnom 2D nacrtu, može se zamijeniti manje kompleksnim elementom. Taj element može biti točnije opisan u atributima koji su priloženi 3D elementu.



Slika 7. Kompleksni element završetka modela rigola

Česti primjer su i određene rupe u modelima za koje projektanti nisu sigurni kako upotpuniti i tko ih treba modelirati. Takvi dijelovi modela mogu biti izrazito nepravilni i komplicirani za zatvoriti ili upotpuniti. Kod izrade takvih dijelova modela projektanti će se sigurno u nekoliko navrata zapitati koja je zapravo svrha takvog trošenja vremena?



Slika 8. Prazni spoj između elementa

Mnoga renomirana poduzeća koja se bave projektiranjem prometnica ili su dio tih projekata se još uvijek oslanjaju na 2D nacрте i softvere koji samo mogu izrađivati 2D nacрте za

investitore. Ovakav način rada je duboko ukorijenjen u način poslovanja kompanija i način na koji visoki menadžment upravlja tijekom projekta. Projektantska poduzeća koja imaju namjeru prijeći na BIM često moraju preuzeti i BIM obveze kooperanata koji ili ne žele ili ne vide vrijednost u razvoju BIM alata. Sa takvim načinom surađivanja otežava se poduzećima koje žele biti predvodnici u građevinskom razvoju.

5. Odgovori na izazove

U današnjem svijetu potrebno je ići prema naprijed bez obzira na probleme koji se nalaze na putu. Na kraju prošlog stoljeća prelazak sa ručnog crtanja na digitalni rad na kompjuterima je stvorilo opterećenje na poduzeća u kojima su se sudionici tog procesa morali žurno prebaciti na novi model rada. Projektantska poduzeća su se u to vrijeme suočavala sa izazovima srodnim današnjim izazovima implementacije BIM-a. Postavljala su se pitanja poput „Koji softversku opremu trebam kupiti?“, „Koliko ljudi trebam educirati?“, „Koliko će nas to koštati?“, „Je li nam to zbilja potrebno?“ ...

Odmah je uočljiva analognost sa pitanjima koja se postavljaju danas u implementaciji digitalne transformacije zvane BIM. Postavljaju se slična ili ista pitanja koja su bila aktualna prije 30-tak godina.

U Tablici 1. predloženi su odgovori na tipične izazove koji se događaju danas, a koji su se događali u prošlosti.

Izazov	Odgovor
Manjak stručnog osoblja	• Zaposlenje iskusnog kadra osoblja • Prekvalifikacija postojećeg kadra osoblja
Revizija postojeće strukture mapa	• Sukcesivno mijenjanje strukture mapa prema potrebi
Revizija postojeće kompjuterske opreme	• Savjetovanje sa IT osobljem • Razmjena znanja između poduzeća
BIM softverska oprema	• Savjetovanje sa iskusnim kadrom stručnjaka • Razmjena znanja između poduzeća
Razmjena podataka Interoperabilnost softvera Imenovanja elemenata	• Savjetovanje sa iskusnim kadrom stručnjaka • Razmjena znanja između poduzeća
Velika količina podataka Velika veličina podataka	• Savjetovanje sa IT osobljem
Utrošak vremena na modeliranju kompleksnih elemenata	• Iskustvena procjena • Savjetovanje sa iskusnim kadrom stručnjaka • Razmjena znanja između poduzeća

Tablica 1. Izazovi i odgovori na izazove

6. Zaključci

Ulazak BIM-a u područje projektiranja prometnica osvijestilo je projektante i ostale sudionike u gradnji da je potrebna kvalitetna i odgovarajuća promjena u načinu rada. Te promjene se mogu uvesti zapošljavanjem adekvatnog kadra koji mogu dati odgovore na pitanja koja će zadavati glavobolje sudionicima na projektu ili prekvalifikacijom postojećeg kadra sa zadavanjem novih obveza i ovlasti.

Kako je trenutačno nezamislivo da se projektna dokumentacija crta na ručni način, tako će u budućnosti nestati trenutačni način projektiranja. Izrada BIM modela neće više biti egzotični proizvod za tehnološke fanatike u građevinskom sektoru nego općeprihvaćeni sustav. Uvođenje promjena je nužno, ali ne i dovoljno za osiguranje uspjeha u budućnosti.

Rješenja za izazove s kojima se susrećemo dolaze kao krajnji proizvod suočavanja sa tim izazovima. Jednom kada se pronađu odgovori na izazove, ti izazovi postaju samo sjećanja.

Literatura

1. (F. Andabaka, Z. Dolaček-Alduk, A. Ecimović, D. Galić, M. Grošić, M. Pavlović Cerinski, D. Šimenić, H. Šolman, I. Džajić) Smjernice za BIM pristup u infrastrukturnim projektima, Zagreb, 2021.

Popis slika i tablica

Slika 1. Nove uloge u BIM okruženju	3
Slika 2. Zamjena postojeće strukture mapa u BIM okruženju	4
Slika 3. Primjer sveobuhvatnog modela prometnice	5
Slika 4. Primjer imenovanja datoteka	5
Slika 5. Raspored modela	6
Slika 6. Interoperabilnost softvera	7
Slika 7. Kompleksni element završetka modela rigola	8
Slika 8. Nemodelirani spoj između elementa	8
Tablica 1. Izazovi i odgovori na izazove	9

SANACIJE CESTOVNE INFRASTRUKTURE URETEK GEOSMOLAMA

ROAD INFRASTRUCTURE IMPROVEMENT BY URETEK GEO RESIN

Danko Seletković, mag.ing.min..

e-mail: inf@uretek.hr

Taus d.o.o., Josipa Jelačića 112,

Samobor, RH

Tomislava Gregurić,

mag.ing.min.,

e-mail: inf@uretek.hr

Taus d.o.o., Josipa Jelačića 112,

Samobor, RH

Eda Fett,

mag.ing.aedif.,

e-mail: inf@uretek.hr

Taus d.o.o., Josipa Jelačića 112,

Samobor, RH

Sažetak: Opisuje metodu dubokog injektiranja ekspanzijskim poliuretanskim smolama u zone oslabljenog tla nasipa do upornjaka, a ispod gornjeg ustroja kolničkog traka i ulegnuća kolničkih traka. Poboljšanje geomehaničkih karakteristika tla i postizanje koherentnosti izvodi se od 1 do nekoliko metara ispod površine kolnike. Injektiranje se izvodi smolom URETEK Geoplus čija je kemijska reakcija kontrolirana i brza (6-10 sekundi), a razvija tlakove ekspanzije i do 10 MPa. Metoda je brza i efikasna, garantirane kvalitete a postizanje potrebne čvrstoće traje od nekoliko minuta do 24 sata od injektiranja. Primjena ove metode omogućava naizmjeničnu eksploataciju prometnice u suprotnom pravcu.

Ključne riječi: uretek Geoplus, poboljšanje geomehaničkih karakteristika tla, ispitivanje temeljnog tla

Abstract: Describes the method of deep injection with expansion polyurethane resins. Applied in the weakened soil zones of the embankment to the abutment & below the upper structure of the pavement, depression of the pavement. Improving the geomechanical characteristics of the soil, achieving coherence as performed from 1 to several meters below the pavement surface.

The injections are performed with URETEK Geoplus resin, whose chemical reaction is controlled and fast (duration from 6-10 seconds), resin develops expansion pressures of up to 10 MPa.

Method is fast and efficient, guaranteed quality, achieving the required strength that takes from a few minutes to 24 hours from injection. The application of this method enables the alternate exploitation of the road in the opposite direction.

Key words: uretek Geoplus resin, reinforced soil, tests

1. UVOD

Diferencijalna slijeganja kolnika na cestama javljaju se uglavnom zbog velike prometne opterećenosti i pogoršanja mehaničkih i hidrauličkih osobina temeljnog tla ispod upornjaka i kolničkih konstrukcija. Temeljno tlo predstavlja područje tla neposredno ispod kolničke konstrukcije i donjeg ustroja ceste te je posljednji građevinski medij u koji se prenose sva statička i dinamička opterećenja te ima razne uloge [1].

Oštećenja kolničkih konstrukcija najčešće nastaju kao posljedica slijeganja materijala uslijed loše ugradnje materijala trupa nasipa, slijeganja posteljice ili nekog drugog uzorka te nepravilnog funkcioniranja odvodnje s kolnika pristupnih rampi što dovodi do denivelacije kolnika nasipa te ugrožavanja sigurnosti i udobnosti odvijanja prometa [2].

Kako bi se spriječilo daljnje oštećenje i slijeganje temeljnog tla ispod kolničkih konstrukcija, potrebno je sanirati temeljno tlo. Na osnovu istraživanja i iskustva s poliuretanskim ekspanzivnim smolama pri sanaciji temeljnog tla ispod gornjeg ustroja ceste, smole imaju ogromnu prednost pred tradicionalnim metodama iz nekoliko razloga:

1. sanacija cesta se izvodi bez rušenja gornjeg ustroja uz mogućnost parcijalne izvedbe
2. omogućava brzu uporabljivost i funkciju površine ili prostora ispod kojeg se injektira,
3. zahvat traje znatno kraće od tradicionalnih metoda
4. omogućava minimalne zapreke za vrijeme intervencije
5. radovi se izvode u bilo koje doba godine i dana i noći
6. ekstremno niske temperature ne utječu na karakteristike i kvalitetu izvedbe
7. značajno produžava vijek kolnika
8. smola je lagana i ne otežava tlo
9. moduli elastičnosti slični onima u tlu

2. URETEK TEHNOLOGIJA

Injektiranje poliuretanskim smolama se razlikuje od ostalih tipova injektiranja, zbog sposobnosti poliuretanskih smola da spontano razviju visoki tlak bubrenja koji dostiže uvjet ravnoteže s naprezanjem u okolnom tlu. Postupak injektiranja ekspanzivnim smolama predstavlja zbijanje tla injektiranjem poliuretanske smole visokog tlaka ekspanzije (do 10 MPa) koja poboljšava geomehanička svojstva tla. Injektiranje

ekspanzijskim poliuretanskim smolama započeto je još 1975. godine u Finskoj, razvojem tehnologije sve više se primjenjuje u građevinarstvu i drugim industrijskim granama [2].

3. EKSPANZIVNA SMOLA

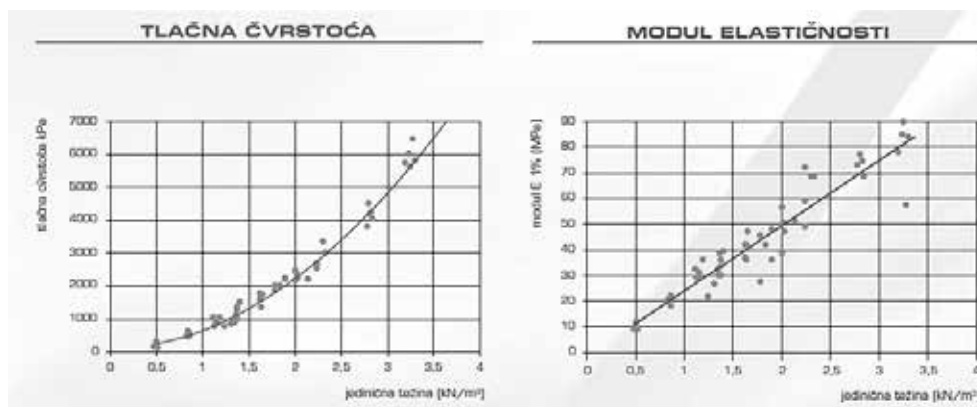
Postoji nekoliko vrsta smole, koje se brzo šire sa različitim tlakovima ekspanzije u rasponu od srednjih do visokih. Male količine smole ubrizgavaju se točno ispod razine kolničke konstrukcije u volumen tla kada naponsko stanje dosegne svoj vrhunac. Da bi se izbjeglo istjecanje materijala iz ovog volumena, širenje zajedno s povećanjem viskoznosti smole mora biti vrlo brzo. Stoga, nakon ubrizgavanja u tlo koje treba tretirati, smola se odmah počinje širiti. Visok tlak ekspanzije injekcijske smole također je potreban da bi se osiguralo pravilno sabijanje tla te mora biti puno veći od naponskog stanja u tlu izazvanog opterećenjem konstrukcije kako bi se omogućila određena brzina širenja. Proces širenja prvo dovodi do zbijanja okolnog tla, a zatim, u slučaju prikladnih konstrukcija, i do samog podizanja [2].

U vrlo kratkom vremenskom periodu (od nekoliko sekundi do nekoliko minuta), smjesa se stvrdne, odnosno prijeđe iz tekućeg u kruto stanje. Vrijeme reakcije, koje ovisi o upotrijebljenoj smoli i vrsti katalizatora, je pod utjecajem temperature komponenata smjese. Stoga je kontrolirajući temperaturu komponenata moguće usporiti ili ubrzati reakciju.

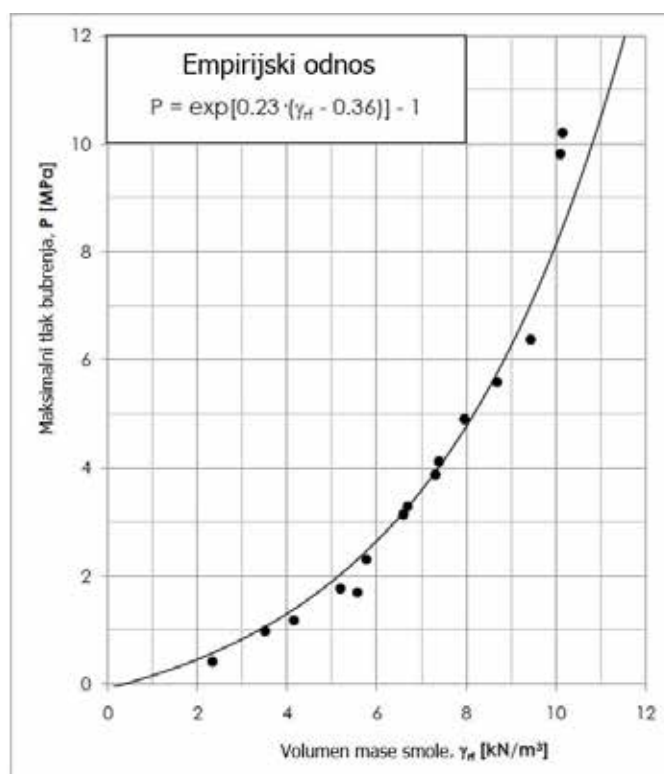
Konačna mehanička svojstva se postižu miješanjem komponenata, a sve u ovisnosti od primjene i tehnike injektiranja. Na slici 2. i 3. su prikazane tipične mehaničke karakteristike osnovne poliuretanske smole s visokim tlakom ekspanzije.

U načelu, što je veći stupanj ekspanzije manja je gustoća i tlačna čvrstoća i obratno. Većina mješavina smole dosegne 95 % čvrstoće u prvih 5-10 minuta, a 100 % nakon 24 sata od injektiranja. Brzina ekspanzije smole je 2 do 30 puta u odnosu na tlak od 200 kPa do 10.000 kPa.. Konačni stadij gustoće smole i tlačne čvrstoće iznosi do 8.000 kPa. Gustoća mješavine u tekućem, izvornom stanju je 10,5 kN/m³, vrlo slično gustoći vode [2].

Posmična čvrstoća same smole varira između 0,125 i 6,50 MPa, ovisno o konačnoj gustoći ili stupnju bujanja [2].



Slika 1. Tipične mehaničke karakteristike osnovne PU smole visoke tlačne čvrstoće



Slika 2. Osnovne mehaničke karakteristike PU smole s visokim tlakom ekspanzije

4. METODE URETEK TEHNOLOGIJE

Obzirom na široku mogućnost primjene poliuretanskih smola razlikuju se sljedeće metode:

1. Deep injections - metoda za povećanje nosivosti tla
2. Mikrosidra
3. Floor Lift
4. Cavity Filling – metoda potpunog popunjavanja i stabilizacije podzemnih šupljina

5. Walls Restoring - tehnologija za rekonstrukciju dotrajalog vezivnog sredstva unutar zidanih građevina

S obzirom na učestalost problema slijeganja kolnika, u ovome radu koncentrirat ćemo se na opis tehnologije Deep injections.

4.1. DEEP INJECTIONS MULTIPOINT

Kako bi zaustavio proces slijeganja zgrada ili poboljšale karakteristike tla URETEK je razvio tehnologiju lokalnog ubrizgavanja ekspanzijske smole koje omogućava napon ekspanzije u tlu i do 10000 kPa [2].

Tehnologija dubokog injektiranja u svijetu se koristi već 25 godina, a sama dinamika izvođenja radova relativno jednostavna i ne zahtijeva invazivna iskopavanja i korištenje teške mehanizacije.

Sustav Multipoint predstavlja najnovije poboljšanje tehnologije dubokih injekcija s daljnjim prednostima.

4.1.1. Izvođenje

Uretek DEEP INJECTIONS multipoint sistem je brz, neinvazivan i pokazuje trenutne rezultate. Bušenje bušotina malog promjera jamči niske vibracije i uklanjanje potrebu za bilo kakvim strojevima za iskop ili teške bušilice. Cijev za injektiranje postavlja se do prethodno utvrđenih dubina lošeg tla nakon čega započinje proces injektiranja smole [3].

4.1.2. Injekcijske cijevi i smola

Cijev za injektiranje je perforirana te ima promjer 12 mm. Rupe na cijevi se nalaze na točno proračunatom razmaku i različitim promjerima, a sve u svrhu optimalizacije protoka smole u kritične zone oslabljenog tla, a time i poboljšanje koherentnosti tla.

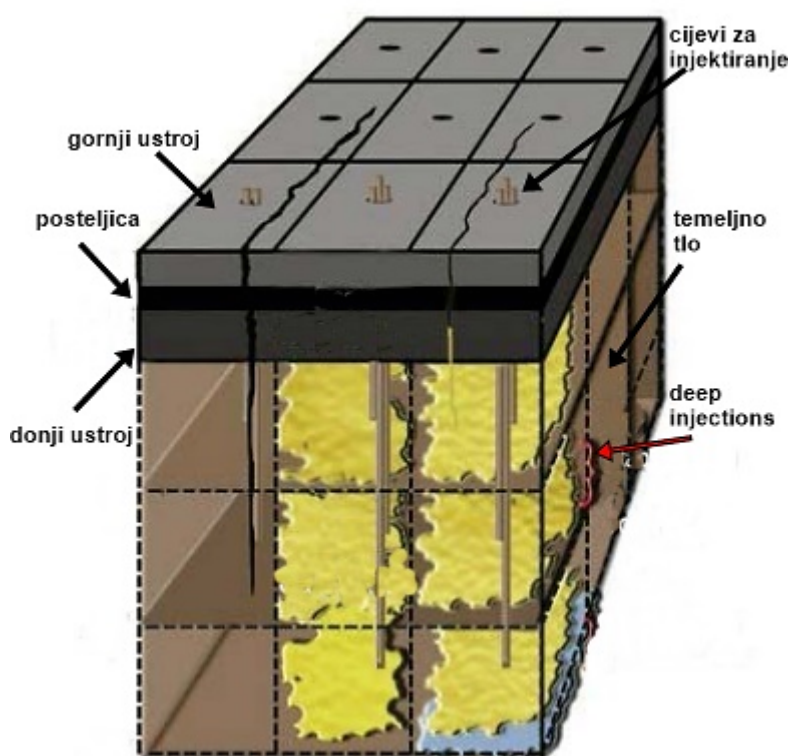
URETEK GEOPLUS je dvokomponentna poliuretanska smola čiji omjer komponenti može određivati i veličinu tlakova od srednjih do visokih. Male količine smole ubrizgavaju se točno ispod razine temelja u volumen tla kada naponsko stanje dosegne svoj vrhunac [4].

Visok tlak ekspanzije injekcijske smole također je potreban da bi se osiguralo pravilno sabijanje tla, a koji mora biti veći od naponskog stanja u tlu izazvanog opterećenjem konstrukcije kako bi se omogućilo pravilno širenje i brzina rasprostiranja.

Proces širenja prvo dovodi do popunjavanja šupljina te zbijanja okolnog tla, a u ovisnosti od konstrukcije objekta i do minimalnog podizanja

4.1.3. Injektiranje

Kako bi se spriječio nepotreban gubitak smole, ali i osigurala stvarno potrebna količina i postigao odgovarajući efekt ojačanja, injektiranje se prekida nekoliko puta na nekoliko sekundi. U to se vrijeme smola širi i sabija okolno tlo, gradeći prepreku za sljedeću smolu sljedećeg intervala. Sav postupak prate električni prijamnici osvijetljeni laserskim odašiljačem [4].



Slika 3. Raspodjela izlaznih otvora i širenje smole

5. SANACIJA NADVOŽNJAKA OTOK SVIBOVSKI

Sanacija nadvožnjaka izvedena je u kolovozu 2020. godine. Rasponska konstrukcija nadvožnjaka u čvoru Otok Svibovski je prednapeti kontinuirani rebrasti monolitni sklop preko tri polja raspona 23,0+30,5+23,0 m. Duljina objekta je 91,50 m između kraja

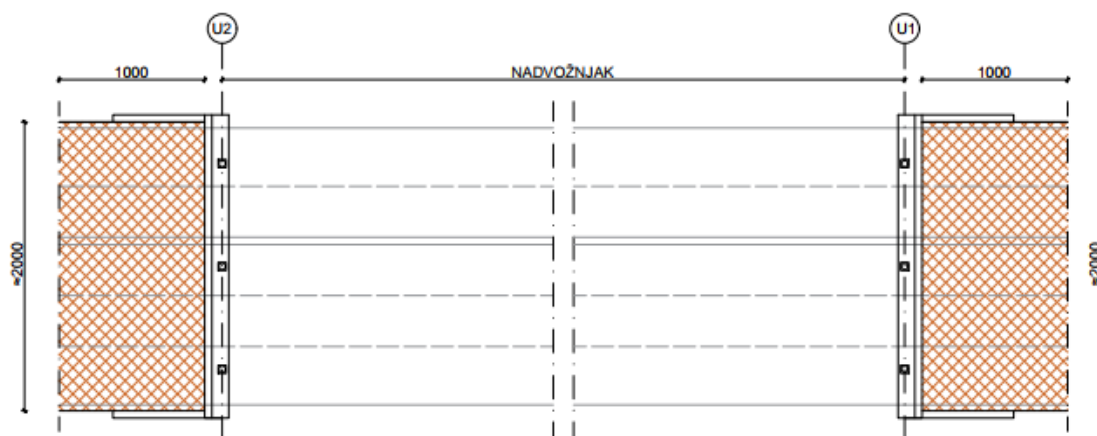
krila, mjereno po osi nadvožnjaka. Duljina rasponskog sklopa od osi upornjaka U1 do osi upornjaka U2 iznosi 76,50 m.



Slika 4. Pogled na most Otok Svibovski

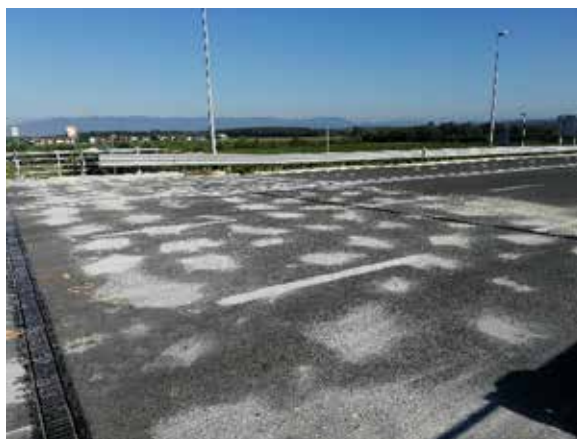
Slijeganje nasipa uzrokovalo je i slijeganje kolničkih konstrukcije nasipa, što je bilo vidljivo po neravnim površinama asfaltnog kolnika, udubljenjima asfalta do prijelazne naprave, otvorenim spojevima nasipa. Slijeganje pristupnih cesta s obje strane mosta u iznosilo je u dužini od 10 m.

Rješenje sanacije odnosilo se na injektiranje temeljnog tla ispod površine ceste. Osim ojačanja temeljnog tla i poboljšanja mehanička svojstva injektiranjem se ujedno smanjio utjecaj vode u tlo, odnosno smanjila se propusnost materijala ispod ceste. Pristupni dio ceste saniran je s obje strane mosta ukupne površine 400 m², u dužini od 10,0 m i širini od cca 20,0 m. Injektiranje se izvodilo u tri razine do maksimalne dubine 3,0 m od površine terena na rasteru 0,8 m x 1,2 m.



Slika 5. Područje zahvata – tlocrt Otok Svibovski

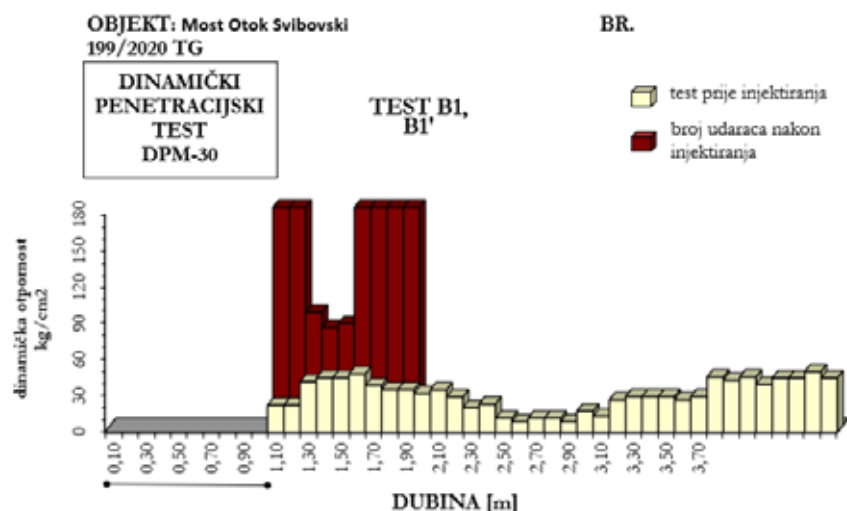
Za vrijeme injektiranja provodila se kontrola učinkovitosti injektiranja koja se očituje u pojavi milimetarskog podizanja kolnika i kontroliranim ispitivanjem temeljnog tla. Podizanje se pratilo pomoću postavljenih laserskih uređaja što ukazuje na završetak efekta poboljšanja tla.



a) Postavljene cjevčice za duboko injektiranje b) Pristupna cesta – predmet sanacije

Slika 6. Prikaz izvođenja radova sanacije – most Otok Svibovski

Nakon završetka zahvata injektiranja izvodila su se kontrolna ispitivanja temeljnog tla pomoću penetracijskog testa DPM-30 kako bi se utvrdio stupanj zbijenosti tla u tretiranoj zoni te učinkovitost i uspješnost izvedenog zahvata. Prikaz rezultata jednog takvog ispitivanja dan je u nastavku. Ispitivanja su prekinuta nakon 1,9 m zbog izrazito dobrih rezultata pri čemu je već nakon 1,10 m utvrđeno veliko poboljšanje mehaničkih karakteristika tla.



Slika 7. Dijagram dinamičke otpornosti tla prije i nakon sanacije injektiranjem (žutom bojom označena je dinamička otpornosti prije injektiranja, a crvenom nakon)

6. SANACIJA AUTOCESTE CELJE – LJUBLJANA (Slovenija)

Zahvat je napravljen na autocesti Celje – Ljubljana u tunelima Jasovnik i Ločica, gdje je nakon deset godina od izgradnje došlo do propadanja betonskih ploča kao rezultat prevelikih opterećenja na oslabljenu kolničku konstrukciju u području kamenog materijala i cementne stabilizacije. Zadatak je bio ojačati oštećenu zonu kolničke

konstrukcije i poravnati gornje površine ploča na isti nivo. Investitor je imao dva rješenja:

1. Porušiti kompletnu kolničku konstrukciju i napraviti novu uz duži prekid prometa
2. Poboljšati geomehaničke karakteristike temeljne konstrukcije injektiranjem poliuretanske ekspanzijske smole u najkraćem vremenu i bez prekida prometa

Investitor se odlučio za drugo rješenje.



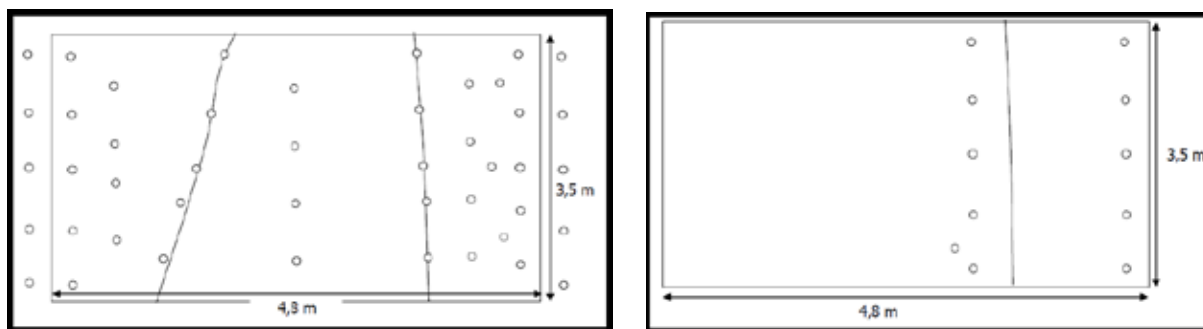
Slika 8. Portal tunela Jasovnik

Na spoju betonskih ploča pojavio se vertikalni pomak razmaka do 25 mm. Dio ploča zbog oštećene temeljne konstrukcije je utonuo ispod razine površine kolnika. Problem je nastao u zoni donjeg ustroja što je prouzročilo stvaranje šupljina neposredno ispod betonske ploče.



Slika 9. Vertikalni pomak između betonskih ploča

Prema volumenu i rasporedu oštećenja napravljen je raster za injektiranje. Bušene su bušotine promjera 14 mm i dubine od 30 do 50 cm na razmaku 30 do 150 cm, ovisno od težine oštećenja.



Slika 10. Shematski prikaz rastera za bušenje

Injektiranje je izvedeno smolom s visokim tlakom ekspanzije i brzim stvrdnjavanjem. Pripremljena je mješavina smole koja je postigla 95% svoje čvrstoće nakon jedne minute, a potpunu čvrstoću nakon 24 sata. Za vrijeme injektiranja kontinuirano se pratila ravnina kolnika laserskim nivelirom visoke preciznosti. Nakon injektiranja cijevi se prerežu u ravnini kolnika, a ostatak ostaje u bušotini. Rupe na površini sanirane su cementnom ili epoksidnom masom.

Radovi su izvođeni noću bez prekida prometa. Dnevno je sanirano 15 betonskih ploča, svaka površine 3,50 m x 5,0 m (17,50 m²) ili ukupno 262,50 m². Ukupno su radovi trajali deset dana, a sanirano je ukupno 2.625,00 m² kolnika.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja i iskustava s poliuretanskim ekspanzijskim smolama pri sanaciji temeljnog tla ispod gornjeg ustroja cesta, dade se zaključiti opravdanost primjene u tehničkom i ekonomskom smislu.

Smole imaju ogromne prednosti pred tradicionalnim metodama kao:

- sanacija cesta se izvodi bez rušenja gornjeg ustroja uz mogućnost parcijalne izvedbe
- omogućava brzu uporabljivost i funkciju površine ili prostora ispod kojeg se injektira,
- zahvat traje znatno kraće od tradicionalnih metoda
- omogućava minimalne zapreke za vrijeme intervencije
- radovi se izvode u bilo koje doba godine i dana i noći
- ekstremno niske temperature ne utječu na karakteristike i kvalitetu izvedbe
- značajno produžava vijek kolnika
- smola je lagana i ne otežava tlo
- moduli elastičnosti slični onima u tlu

Shodno gore spomenutom postoje ogromne prednosti i mogućnosti primjene poliuretanskih smola u području održavanja cesta. Iz navedenih razloga je prilikom injektiranja u oba spomenuta slučaja sanacije kolnika odabrana je tehnologija Uretek Deep Injections. Prednost odabrane tehnologije sanacije je prvenstveno brzina izvođenja, što na lokaciji nema teških strojeva niti građevinskog otpada, a radovi injektiranja kratko traju.

Literatura

1. Kvasnička P, Domitrović D. (2007) *Mehanika tla*, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko geološko naftni fakultet
2. AIT – Austrian Institute of Technology: *Tehnička dokumentacija proizašla iz postojećih dokumenata i provedbe općih testova GEOPLUS proizvoda*
3. TUVIT-ISP-2012001-URETEK S.R.L. - *Certifikat-Procjena postupaka URETEK DEEP INJECTIONS metode za konsolidaciju i stabilizaciju temeljnog tla injektiranjem ekspandirajuće smole*
4. Dei Svaldi A., Favaretti M., Pasquetto A., Vinco G., 2005. *Modellazione analitica del miglioramento del terreno attraverso iniezioni di resina ad alta pressione d'espansione*, Conference on Ground improvement techniques, Coimbra, 6 pages.

Betonski proizvodi – kvaliteta i primjena u službi estetike i trajnosti

Gordana Blažević Salopek, Ivana Muhar

Sažetak:

Proizvodnja prefabriciranih elemenata za popločavanje korištenjem optimizirane tehnologije rezultira izuzetno kvalitetnim proizvodima. Korišteni materijali, kao i sam proces proizvodnje te gotovi proizvodi podvrgnuti su kontroli tvorničke proizvodnje čime se jamči zadovoljavanje svih potrebnih uvjeta sukladno standardima pa i više. Prilikom dizajniranja popločenih površina u obzir se moraju uzeti svi funkcionalni parametri kako bi se stvorilo estetski prihvatljivo rješenje, dok primjena, u smislu ugradnje i korištenja popločenih proizvoda osigurava trajnost. Sve navedeno utjelovljuju referentni projekti koji svojom raznolikosti korištenih boja i formata osvježavaju urbani okoliš.

Ključne riječi: proizvodnja, predfabricirani elementi, kvaliteta, urbani okoliš

Abstract:

Production of prefabricated paving elements using optimized technology results in extremely high quality products. The materials used, as well as the production process itself and the finished products are subject to factory production control, thus guaranteeing not only the fulfilment of all necessary conditions in accordance with the standards but also more than that. When designing paved surfaces, all functional parameters must be taken into account in order to create an aesthetically acceptable solution, while the application, in terms of installation and use of paved products ensures durability. All of the above is embodied in reference projects that refresh the urban environment with their variety of colours and formats used.

Key words: production, prefabricated paving elements, quality, urbanistic environment

1.Uvod

U svijetu današnjice sve se više uvriježila kultura popločavanja čime se postiže čist, ali i oku ugodan okoliš. Usporedbom betonskih predfabriciranih proizvoda s konvencionalnom materijalima u cestogradnji vide se brojne prednosti koje ide u korist betonskim elementima. Osim što se pri planiranju popločavanja mogu izabrati razni formati i boje, sama ugradnja je brza, jednostavna, dugotrajna i lako održiva. Proces proizvodnje betonskih elemenata postao je serijski zahvaljujući korištenju visoko optimizirane tehnologije, pod time je pokriven čitavi proizvodni proces. Drugim riječima proces je postao automatiziran od same dobave materijala putem sabirnih transportnih traka pa do krajnjeg proizvoda koji se odlaže na skladište. Temeljem toga proizvodi su iznimno kvalitetni te su u skladu sa sveprihvaćenim standardima koje zahtjeva tržište. Osim kontrole kvalitete završnog proizvoda izuzetno je važno da se tijekom cijelog proizvodnog procesa osigura kontrola tvorničke proizvodnje. Primjena u cestogradnji zahtjeva da svojstva proizvoda budu i više nego zadovoljavajuća što svakako nudi portfolio Semmelrock proizvoda. Pri primjeni u cestogradnji naglasak kod betonskih proizvoda se stavlja na svojstva otpornosti istih na sol i smrzavanje te otpornosti na habanje. Semmelrock betonski proizvodi pokazuju iznimne rezultate u navedenom što će se u ovom radu detaljnije opisati. Potkrepljivanje opisanih činjenica vidljivo je u referentnim objektima gdje su postavljeni Semmelrock proizvodi. Konzistentnosti kvalitete osim samog proizvoda na ugrađenoj površini svakako doprinosi pravilna ugradnja i kontinuirano održavanje. Za svaku grupu Semmelrock proizvoda nalaze se preporuke za pravilnu ugradnju koje također osiguravaju dugotrajnost.

2. Tehnologija proizvodnje betonskih elemenata

Predgotovljeni betonski proizvodi u cestogradnji uključuju vrlo važne infrastrukturne oblike kao što su rubnjaci, opločnici i grande ploče koje se u današnjici sve više primjenjuju u usporedbi s konvencionalnim građevnim materijalom poput asfalta. Tehnologija proizvodnje betonskih proizvoda moguća je na dva načina: vibro prešanjem i vibro lijevanjem.

Predgotovljeni Semmelrock betonski proizvodi korišteni u cestogradnji proizvode se tehnologijom vibro prešanja. Proizvodnja betonskih elemenata sastoji se od nekoliko faza, međutim svaka od njih je jednako važna jer utječe na kvalitetu krajnjeg proizvoda. Prvi korak pri proizvodnji je dobava materijala do silosa putem sabirnih transportnih traka na kojima se materijal pohranjuje, ali i odvajaju se različite granulacije i različiti geološkog sastava istog. Nakon pohrane preko transportnih traka, materijali se (boja, aditivi, agregati, voda i cement) u određenim omjerima dobavljaju u miješalicu.

Budući da se svaki predgotovljeni betonski proizvod sastoji od nosivog i završnog sloja njihovi sastavi su različiti. Zbog navedenog pri proizvodnji se materijal uvijek dobavlja u dvije miješalice jedna je za nosivi, a druga za završni sloj. Nakon miješanja, materijal transportnim trakama dolazi u grotlo zatim u kolica stroja te se nanosi u kalup. Kalup je pozicioniran na proizvodnoj dasci koja preuzima ulogu transporta u sljedeći koracima proizvodnje. Prvi nanos materijala je za nosivi sloj nakon čega slijedi vibro prešanje, a zatim se u istom mahu nanosi i materijal za završni sloj nakon čega također slijede vibracije. Nakon vibriranog polusuhog betona kalup se diže te mokri odnosno svježiji proizvodi odlaze u komoru na sušenje. Parametri komore kao i vremensko zadržavanje proizvoda ovisni su o dimenzijama i masi istih. Nakon što proizvodi izađu iz komore slijedi proces pakiranja. Proces pakiranja u Semmelrock proizvodnom pogonu je u punom smislu riječi automatiziran. Proizvodi na proizvodnoj dasci izlaze

iz komore te se u procesu pakiranja pomoću dvaju sakupljača istovremeno paralelno s daske slaže na paletu. Nakon pakiranja proizvodi se odvoze na skladište [1].



Slika 1. Prikaz proizvodnog procesa u pogona

2. Kontrola kvalitete Semmlerock betonskih elemenata

Cilj kontrole kvalitete u svakom proizvodnom pogonu pa tako i u Semmlerock proizvodnom pogonu je da gotovi proizvodi zadovoljavaju zahtjeve normi te da je proizvodnja konzistentna, a gotovi proizvod visoke kvalitete.

Semmlerock betonski proizvodi deklarirani su sukladno sljedećim normama:

- HRN EN 1338:2004/AC:2007 „Betonski opločnici. Uvjeti i metode testiranja”
- HRN EN 1339:2004/AC:2007 „Betonske ploče. Uvjeti i metode testiranja”
- HRN EN 1340:2004/AC:2007 „Betonski rubnjaci. Uvjeti i metode testiranja”
- HRN EN 13369 Opća pravila za predgotovljene betonske elemente.
- HRN EN 771-3: 2011 „Uvjeti za zidne elemente. 3 dio: Zidni elementi od agregatnog betona”

S obzirom na primjenu u cestogradnji naglasak se stavlja na norme HRN EN 1338:2004/AC:2007 „Betonski opločnici. Uvjeti i metode testiranja” i HRN EN 1340:2004/AC:2007 „Betonski rubnjaci. Uvjeti i metode testiranja”.

Kontrola kvalitete predgotovljenih betonskih elemenata vrši se od ulaznih sirovina do krajnjeg produkta proizvodnje. Gotovi proizvodi testiraju se u internom laboratoriju kontrole kvalitete u sklopu proizvodnog pogona Semmlerock. Betonski predgotovljeni elemente te kontrola tvorničke proizvodnje je u sistemu 4 prema sustavi ocjenjivanja i provjere dosljednosti učinkovitosti (na temelju Uredbe EU-a br. 305/2011).

Karakteristike koje se ispituju na betonskim elementima su sljedeće:

- Dimenzija, oblik i masa,
- Čvrstoća,
- Upijanje vode
- Otpornost na sol i smrzavanje,
- Otpornost na habanje.

Unutar portfolija Semmerlock betonskih proizvoda za cestogradnju isključivo se mogu primjenjivati proizvodi u debljini navedenoj tablicom ispod.

	Debljina proizvoda	primjena
	6 cm, 8 cm	HODANJE I PROMET VOZILA DO 2,5 TONE
	8 cm, 10 cm	POVREMEN PROMET VOZILA VEĆIH OD 2,5 TONE
	10 cm, sistem Einstein	PROMET VOZILA VEĆIH OD 2,5 TONE

Slika 2. Debljina proizvoda ovisna o funkcionalnosti i intenzitetu korištenja

Einstein, La linia Grande, Umbrino, Arte, Uni profil, I profil, Šesterokut, Eko kocka, cestovni rubnjaci i kanalice su proizvodi koji svojom debljinom, ali i ostalim karakteristikama primjenjivi u cestogradnji.

Prethodno navedeni proizvodi su ispitani u laboratoriju kontrole kvalitete prema navedenim normama te su njihove deklarirane karakteristike dane tablicom ispod.

Tablica 1. Karakteristike proizvoda primjenjivih u cestogradnji

Karakteristike	Einstein	La linia Grande	Umbrino	Arte*	Uni profil	I profil	Šesterokut	Eko kocka	Cestovni rubnjaci	Kanalice
Dimenzije (cm)	20/20/10 10/20/10	120/80/10 120/40/10 80/60/10	75/50/8 50/25/8 25/25/8	-	22,5/11,2/6	20/16,5/8 20/16,5/6	24,3/21/8 24,3/21/6	20/20/8	100/25/15 100/25/15 UP 100/24/18	40/40/12 50/40/12
Masa (kg/kom)	8,460 4,500	220,80 109,00 100,40	67,60 22,00 10,57	160,0 0	3,10	5,00 3,50	6,72 5,31	5,70	79,00 78,00 93,00	42,00 47,50
Čvrstoća (MPa)	3,6	5,0	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
Upijanje vode	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B	2B
Ciklusi sol/smrzavanje	3D	3D	3D	3D	3D	3D	3D	3D	3D	3D
Habanje	4I	4I	4I	4I	4I	4I	4I	4I	4I	4I

Klasa 2B za upijanje vode sukladno normi odnosi se na zahtijevano upijanje koje mora biti ispod ili jednako 6%. Što se tiče otpornosti na sol i smrzavanje gubitak mase nakon ispitivanja na njihove cikluse mora biti ispod ili jednako 1,0 kg/m² što se klasificira kao 3D. Otpornost na trošenje ili habanje Semmelrock betonskih proizvoda klasificirano je s 4I što znači da gubitak debljine na ispitnom području mora biti manji ili jednak 20 mm.

Karakteristike koje Semmelrock proizvodima daju posebnu važnost za korištenje u cestogradnji su otpornost na sol i smrzavanje te otpornost na habanje koje su detaljno opisane u nastavku.

2.1. Otpornost na sol i smrzavanje

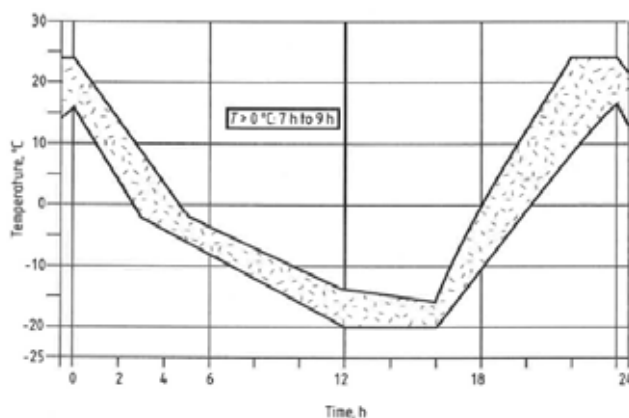
Ispitivanje otpornosti na sol i smrzavanje se vrši tako da je uzorak podvrgnut 28 ciklusa zagrijavanja i hlađenja pri čemu je prekondicioniran s 3% otopinom NaCl-a. Rezultata mjerenja otpornosti pojedinog uzorka na sol i smrzavanje izražava se u jedinici kg/m^2 . Ispitni uzorak mora biti pripremljen iz betonskog elementa starijeg više od 20 dana te sljedećih dimenzija:

-ispitna površina mora biti između 7500 mm^2 i $25\,000 \text{ mm}^2$

-debljina uzorka maksimalno može biti 103 mm.

2.1.1. Proces ispitivanja

Pripremljeni uzorci se postavljaju u komoru za ispitivanje na takav način da ispitna površina ne smije odstupati od horizontalne više od 3 mm/m u bilo kojem smjeru. Nakon postavljanja uzorak je podvrgnut iteraciji ciklusa zagrijavanja i hlađenja. Tijekom ispitivanja ciklusa ovisnost temperature o vremenu u korelaciji s površinom ispitnog uzorka prikazano je dijagramom ispod. Temperatura premašuje 0°C tijekom svakog ciklusa najmanje 7 sati, ali ne više od 9. U slučaju da se proces ispitivanja prekine, ispitni uzorak mora ostati zaleđen na temperaturi od -16 do -20°C . Za slučaj da prekid ispitivanja traje više od tri dana, ispitivanje se kompletno prekida i potrebno je krenuti ispočetka.



Slika 3. Dijagram postupka - ispitivanje otpornosti na sol i smrzavanje [2]

Nakon 28 ciklusa ispitivanja potrebno je materijal koji se odvojio od površine ispuhati i iščetkati s površine uzorka. Taj materijal također potrebno je skupiti u mjernu posudicu. Uliti tekućinu i odvojeni materijal u mjernu posudicu preko filter papira. Zatim taj isti prani materijal koji je ostao na filter papiru isprati s minimalno jednom litrom pitke vode kako bi se maknuo zaostali NaCl. Potom filter papir ostaviti 24 sata da se suši na $105 \pm 5^\circ\text{C}$. Nadalje odrediti mase suhog odvojenog materijala ($\pm 0,2 \text{ g}$), uzimajući u obzir masu filterarskog papira [2].

Gore navedeni i opisani proces poveden je na Semmelrock visokovrijednim proizvodima koji se svakako primjenjuju i preporučuju za primjenu u cestogradnji.

Visokovrijedni opločnik s udjelom zrnaca prirodnog kamena koja pojačavaju izdržljivost površine je La linia opločnik. Dokaz za njegovu izdržljivost površine vidljiv je i u otpornosti na sol i smrzavanje. Rezultati ispitivanja i fotografije uzoraka nakon ispitivanja prikazani su u nastavku.

Tablica 2. Otpornost površine na djelovanje mraza i soli La linia, HRN EN 1338 dodatak D

Oznaka ispitnog uzorka	Ispitni uzorak 1	Ispitni uzorak 2
Gubitak mase L (kg/m ²)-nakon 28C	0,083	0,090
Masa oljuštenog materijala M (mg) nakon 28 C	820	890
Gubitak mase L (kg/m ²)-nakon 42C	0,118	0,123
Masa oljuštenog materijala M (mg) nakon 42 C	1160	1230
Gubitak mase L (kg/m ²)-nakon 56 C	0,183	0,180
Masa oljuštenog materijala M (mg) nakon 56 C	1180	1790
Površina A (mm ²)	9890,54	9930,12

Fotografije površine uzoraka nakon ispitivanja

Ispitni uzorak 1 (nakon **56C**)



Ispitni uzorak 2 (nakon **56C**)



Ispitivanja sukladno normi HRN EN 1338 u djelu otpornosti djelovanja na sol i mraz pokazuju iznimnu izdržljivost površine. Granica koju prema normi proizvodi moraju zadovoljiti je 28 ciklusa što bi značilo da u tom periodu gubitak mase mora biti ispod 1 kg/m². La linia opločnik pokazuje otpornost na sol i smrzavanje i nakon 56 ciklusa što još jednom dokazuje njegovu prednost.



Slika 4. Gradska plaža Krk, La linia opločnik i blok stepenica ugrađeno 2011. godine

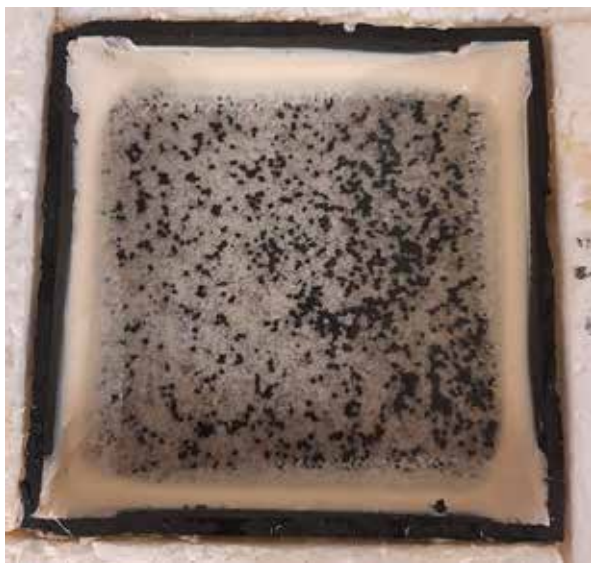
Osim La linie opločnika u portfoliju Semmelrock proizvoda nalaze se isključivo kvalitetni opločnici koji pokazuju iznimnu izdržljivost na sol i smrzavanje. U nastavku je prikazani rezultati ispitivanja Umbriano opločnika na djelovanje mraza i soli.

Tablica 3. Otpornost površine na djelovanje mraza i soli Umbriano, HRN EN 1338 dodatak D

Oznaka ispitnog uzorka	Ispitni uzorak 1	Ispitni uzorak 2
Gubitak mase L (kg/m ²)-nakon 28C	0	0
Masa oljuštenog materijala M (mg) nakon 28 C	0	0
Gubitak mase L (kg/m ²)-nakon 56 C	0,031	0,109
Masa oljuštenog materijala M (mg) nakon 56 C	310	1090
Površina A (mm ²)	9960,04	9960,03

Fotografije površine uzoraka nakon ispitivanja

Ispitni uzorak 1 (nakon 56C)



Ispitni uzorak 2 (nakon 56C)



Ispitivanja sukladno normi HRN EN 1338 u djelu otpornosti djelovanja na sol i mraz pokazuju iznimnu izdržljivost površine. Granica koju prema normi proizvodi moraju zadovoljiti je 28 ciklusa što bi značilo da u tom periodu gubitak mase mora biti ispod 1 kg/m^2 . Umirano opločnik ne samo da je zadovoljio granicu ispitivanja već je jednako izdržljiv i nakon 56 ciklusa.

2.2. Otpornost na habanje

Otpornost na habanje određena je pomoću metode širokog kotača što je i ujedno referentni test. Postoji i alternativna metoda ispitivanja Böhme test, međutim Semmelrock betonski proizvodi ispitani su po metodi širokog kotača. Princip ispitivanja odvija se na način da je površina uzorka u doticaju s abrazivnim materijalom (korundom). Ispitni uređaj je vrlo jednostavan široki abrazivni kotač, lijevak za pohranu, kontrolne ventile za regulaciju abrazivnog materijala, lijevak za usmjeravanje protoka, stezna kolica i protupomak. Ispitni uzorak mora biti pripremljen sljedeći način:

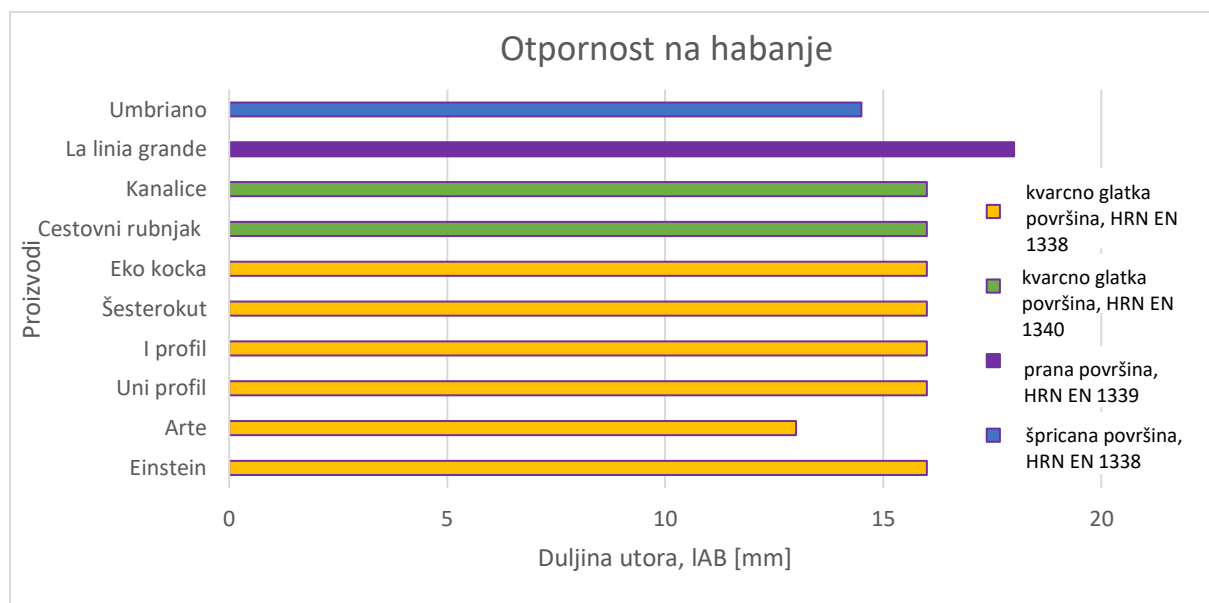
- ispitni uzorak je cijeli proizvod ili dio proizvoda koji mora biti najmanje (100x70) mm
- ispitni uzorak mora biti suh i čist

2.2.1. Proces ispitivanja

Prije samog procesa ispitivanja preduvjet je puni lijevak suhog abrazivnog materijala, s udjelom vlage od najviše 1,0 %. Zatim kreće micanje steznih kolica u suprotnom smjeru od abrazivnog kotača. Uzorak se položi na njih tako da utor bude najmanje 15 mm udaljen od svakog ruba uzorka i da uzorak bude fiksiran na klinu kako bi abrazivni tok materijala prošao ispod njega. Nakon što se postavio uzorak dolazi u kontakt sa širokim abrazivnim kotačem. Otvara se ventil za regulaciju abrazivnog materijala koji pokreće motor i kotač postiže 75 okretaja u minuti. Nakon 75 okretaja zaustavlja se kotač i tok abrazivnog materijala te se test ponavlja na sljedećim uzorcima. Potom se

mjeri utor nastao prilikom ispitivanja na ispitnom uzorku. Dimenzija utora određuje unutar koje klase se nalazi betonski proizvod.

Na sljedeći način ispitani su i Semmelrock betonski proizvodi, čiji su egzaktni rezultati ispitivanja prikazani dijagramom ispod [2].



Slika 5. Grafički prikaz otpornosti na habanje Semmelrock betonskih opločnika za cestogradnju

Grafički prikazani rezultati otpornosti na habanje potkrepljuju njihove deklarirane vrijednosti prema tablici 1. Drugim riječima svi su rezultati ispod 20 mm duljine utora.

Proizvodi su odijeljeni bojom iz razloga što se otpornost na habanje klasificira i ispituje u korelaciji s grupom proizvoda i tipom površine odnosno ovisi o tome radi li se o špricanoj, pranoj ili kvarcno glatkoj površini.

3. Ugradnja Semmelrock proizvoda

Cilj kvalitetnom i dugotrajnom implementiranom proizvodu svakako doprinosi zadovoljavajuća ugradnja sukladna preporukama za ugradnju Semmelrock betonskih proizvoda.

Naglasak primjene u cestogradnji prije svega uključuje ugradnju opločnika, cestovnih rubnjaka i kanalice. Međutim neizostavne su i grande ploče čiji način ugradnje definira koliko opterećenje mogu podnijeti.

3.1. Preporuka za ugradnju opločnika

Proces same ugradnje potrebno je započeti planiranjem površine sukladno osobnim potrebama i očekivanjima od te investicije te održavanjem te iste investicije. Pri izboru odgovarajućeg opločnika svakako obratiti pažnju na debljinu, boju i format te pratiti sljedeće čimbenike:

- Kod opločnika koji imaju mješavinu više boja, prilikom postavljanja se moraju uzimati opločnici s više različitih paleta,
- Za opločnike u boji svakako upotrijebiti valjak sa zaštitnom pločom,
- Ugraditi samo vizualno ispitani materijal,
- Primijeniti kvarcni pijesak za popunjavanje fuga (0,3 - 0,6 ili 0,6 - 1,3 mm),
- Površinu prije zbijanja dobro očistiti (zbijati suhu i čistu površinu).

Ispravno postavljanje opločnika se postiže na sljedećim redoslijedom:

1. Iskop do dubine smrzavanja otprilike 30 cm šire nego gotova opločena površina. Poprečni nagib donje podloge 2 - 4% predvidjeti za odvodnju. Kod glinastog tla ugraditi i drenažu
2. Donji nosivi sloj (gruba podloga, šljunak 0 - 63 mm) nanijeti u sloju do 25 cm i zbiti valjkom kako bi se osigurala nosivost i drenažna funkcija
3. Gornji nosivi sloj (fina podloga, šljunak 0 - 22 mm) nanijeti u debljini do 20 cm i zbiti valjkom na određeni koeficijent ovisno o namjeni površine. Predvidjeti nagib od 1 - 2,5 %. Visinu točno podesiti na + / - 2 cm.
4. Ugradnja predviđenog rubnjaka. (Kod voznih površina se preporučuje u svakom slučaju!)
5. Nanošenje podloge opločnika od tucanika 4 - 8 mm, debljine 3 - 5 cm. Labavo napuniti između postavljenih vodilica i razvući aluminijskom letvom (ne zbijati!)
6. Postavljanje opločnika se izvodi od ruba odnosno već djelomično opločene površine. U razmacima od 2 - 3 m ispitati liniju reški (aluminijska letva, špaga). Neisprekidane dužinske fuge je potrebno usmjeriti poprečno ili dijagonalno u odnosu na smjer vožnje po površini!
7. Nanošenje pijeska u reške – opločnike prije zbijanja temeljito očistiti od pijeska za reške! Za optimalan dugoročni vijek reški potrebno je primijeniti kvarcni pijesak za reške
8. Zbijanje opločene površine s pločom za zbijanje po dužini i širini. Nakon toga još jednom potpuno zapuniti reške i očistiti površinu od pijeska (pomesti i pošpricati vodom, kako bi se uklonila fina prašina)
9. Dobro pripremljena podloga s adekvatnim modusom stišljivosti i dobrom drenažom osnovni je preduvjet za ispravnu ugradnju opločnika i njihovu izloženost opterećenjima [3]

U nastavku je zorno prikazana shema slojeva za polaganje opločnika



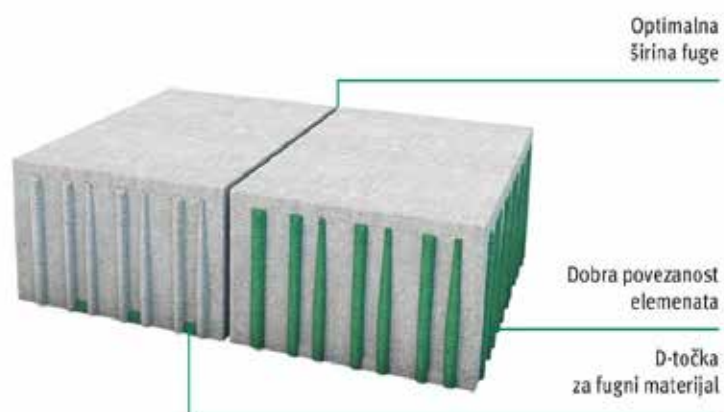
Slika 6. Uputstva za polaganje Semmelrock betonskih opločnika [4]

Semmelrock betonski opločnici posjeduju brz, stabilan i jednoličan način postavljanja i fugiranja koji je generiran patentiranim sistemom Einstein.

3.1.1. Sistem Einstein

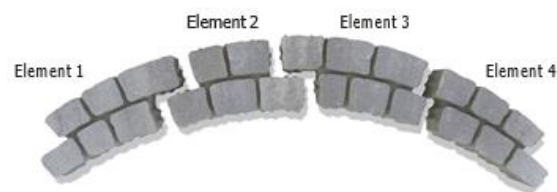
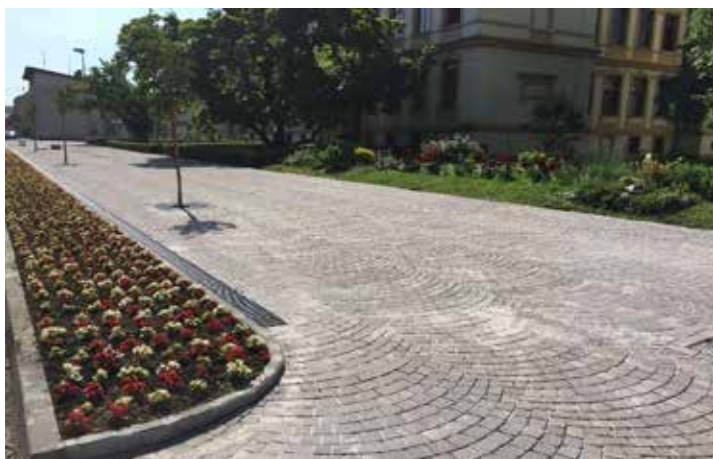
Sistem Einstein je patentirani sistem opločnika za iznimno stabilne i čvrste površine. Ovaj sistem omogućuje inteligentnu tehniku fugiranja i tako zadovoljava sve kriterije

za vozne površine visokih frekvencija i nosivosti. Sistem utora i reški jamči fiksiranost površine te optimalno popunjavanje fuga materijalom za fugiranje. Sistem Einstein u kombinaciji s dobro odabranim pijeskom za ispunu, regulira i stabilizira položaj opločnika i maksimalno reducira kontakt dvaju susjednih elemenata. Umanjuje rizik pomicanja pojedinih opločnika te štiti površinu od oštećenja tijekom eksploatacije. Zahvaljujući ovom sistemu, od pojedinačnih opločnika nastaje čvrsta i dugotrajna površina. Prednost sistema Einstein potvrdili su praktični testovi izvedeni u okviru dugogodišnjeg istraživačkog projekta na Tehničkom Sveučilištu u Dresdenu. Površine su bile izložene dvomjesečnoj ubrzanoj simulaciji prijelaza 1 200 000 kamiona, što odgovara 20-godišnjem korištenju takve površine u realnim uvjetima. Rezultati tih testova potvrdili su iznimno visoku izdržljivost proizvoda. [3]



Slika 7. Sistem Einstein, Einstein luka Rijeka ugrađeno 2008. godine

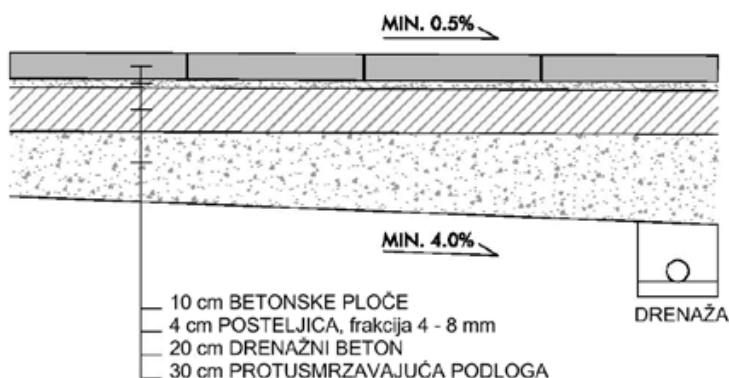
Sistem einstein također posjeduje i opločnik Arte koji je vrhunsko rješenje za ulično opločenje. Arte opločnik sastoji se od 4 različita elemenata (segmenata) koji su dizajnirani tako da se slaganjem postiže optika i šarm tradicionalnih površina po uzoru na lomljeni kamen (kaldrmu). Pri tome se može opločavati u optici tzv.lepeza ili valova. Opločnik je dizajniran s patentiranim sistemom utora i reški – Einstein za visoka opterećenja frekvencije prometa [5]



Slika 8. Opločink Arte, gradski park i nogostupi Nova Gradiška, ugrađeno 2017. godine

3.2. Preporuka za ugradnju grande ploča

Unutar Portfolia Semmelrock betonskih proizvoda među grande pločama ističu se La linia i Umbriano. Ploče su to vrlo velikih formata koje sistemom rešetki „Einstein“ osiguravaju stabilnost i čvrstoću površine. Primjena grande ploča u cestogradnji moguća je uz napomenu da se ploče moraju isključivo ugrađivati na drenažni beton. Drenažni beton je nosivi sloj od zrnatog kamenog materijala stabiliziran hidrauličnim vezivom. Preporučena širina fuge je od 3 do 5 mm te je obavezna ispunjena kvarcnim pijeskom. Zbijanje gotovih površina se radi samo u svrhu zbijanja materijala za ispunu fuge. Obavezno koristiti plastičnu zaštitu za vibro ploču. Preporučena masa vibratora iznosi 200 - 600 kg. Zbija se samo čista i suha podloga. [3]



Slika 9. Presjek podloge za polaganje grande ploča, La linia grande ploče City Centar Sarajevo, ugrađeno 2014. godine

3.3. Preporuke za ugradnju rubnjaka

Cestovni rubnjak služi za odvajanje prometne površine, a ujedno i učvršćuje rub vozne površine. Prilikom ugradnje mora se pripremiti odgovarajuća podloga kako ne bi došlo do oštećenja kolnika uslijed velikih prometnih opterećenja. Semmelrock cestovni rubnjaci ispunjavaju zahtjeve norme HRN EN 1340 čija fizičko - mehanička svojstva u

potpunosti odgovaraju visokim zahtjevima u cestogradnji. Za ugradnju cestovnih rubnjaka preporučujemo upotrebu suhog morta.

Postavljanje rubnjaka mora se vršiti sljedećim redoslijedom. Prvo ide izvođenje podloge koje uključuje iskop tla, navoz protusmrzavajući podloge te zbijanje za osiguranje odgovarajuće stabilnosti.

Nadalje, uvjeti cestovnog prometa zahtijevaju izvođenje betonske podloge za cestovne rubnjake betonom minimalne kvalitete C 16/20 - kod podneblja izloženim utjecajima smrzavanja i / ili soli za posipanje tla, potrebno je prilagoditi vrstu betona. Za ugradnju cestovnih rubnjaka preporučujemo upotrebu suhog morta.

Polaganje cestovnih rubnjaka:

1. Podloga mora biti izvedena paralelno na budući položeni rubnjak.
2. Polaganje cestovnih rubnjaka mora se izvoditi tako da se podloga ravnomjerno optereti.
3. Kontaktne površine rubnjaka se prije polaganja moraju navlažiti vodom.
4. Prilikom polaganja na vlažnu betonsku podlogu paziti da se beton obradi prije stvrdnjavanja kako bi se osigurala povezanost rubnjaka i podloge.
5. Cestovni rubnjaci polažu se s izvođenjem fuge. Ako se fuge ne ispunjavaju (ne zatvaraju) moraju iznositi min.5 mm, a ako se ispunjavaju (fugiraju) onda iznose 10 mm.
6. Cestovni rubnjaci se polažu uspravno, ne polegnuto na potrebnu visinu.
7. Ako se primjenjuje malj ili bilo koji drugi alat kako bi se postigla planirana visina, obavezno ispod peko rubnjaka staviti drvenu letvu.
8. Betonska pasica koja bočno podupire rubnjak ugrađuje se odmah nakon polaganja rubnjaka na betonski temelj kako bi se osigurala povezanost s podlogom rubnjaka. Stoga se beton pasice mora vibrirati kako bi se povezao s podlogom.
9. Spojevi (fuge) između rubnjaka se, ako se zahtjeva, popunjavaju s elastičnim trajnim masama. Fuge se popunjavaju min. 5 mm dubine.

Posebnu skupinu cestovnih rubnjaka čine rubnjaci utor pero. Prilikom ugradnje cestovnih rubnjaka utor pero sama ugradnja je puno brža. Najveća prednost je ta što nema fugiranja između spojeva rubnjaka [3].



Slika 10. Cestovni rubnjak utor -pero, Cestovni rubnjak 100/15/25 UP cesta Miliči – Vinica, ugrađeno 2021. godine

4. Održavanje Semmelrock betonskih proizvodi

Dugotrajni sjaj opločenih površina moguće je uz kvalitetno i pravilo održavanje. Prljavština se mora ukloniti čim prije kako ne bi došlo do štete na mikrostrukturi površine uslijed kemijskih reakcija između mrlja i kiselina (iz lišća). Tvrdokorne mrlje očistiti s vodom i sredstvima na bazi natrijeva hipoklorita i anionski aktivnih površinskih tvari. Izbjegavati koncentrirana i agresivna sredstva za čišćenje. Svako sredstvo je najprije potrebno isprobati na manjem dijelu površine. Ako se koriste visokotlačni čistači mora se paziti na razmak minimalno 50 cm od površine. U slučaju metenja lišća obavezno je koristiti metle s mekanim vlaknima na primjer polipropilenske četke. Prilikom čišćenja fuga izbjegavati upotrebu metalnih grabljica jer se njima vrlo lako može mehanički oštetiti opločnik. Kada se govori o zimskim uvjetima moguće je koristiti sol na bazi NaCl, međutim nikako na bazi sulfata. Kod čišćenja snijega opločene površine potrebno je pripaziti da ne dođe do mehaničkog oštećenja prilikom rukovanja strojevima. Preporuka je barem jednom godišnje, nakon zime, očistiti opločenu površinu kako bi rezultirala jednakim efektom kao i neposredno nakon implementacije [6].

Također pri svakom planiranju investicije važno je da se uključi i održavanje opločenih površina. Primjer jedne takve investicije u Đakovu prikazano na fotografiji ispod.



Slika 11. Pastella ploča 60/30/3,8 antracit ugrađena u Đakovu 2009. godine, čišćenje provedeno 2020. godine

5. Zaključak

Predgotovljeni betonski proizvodi današnjom tehnologijom proizvodnje uvelike ispunjavaju sve zahtjeve za primjenu u cestogradnji. Također, velikim spektrom svojim formata, boja i tipova površine estetski doprinose sredini u odnosu na korišteni asfalt. Predgotovljeni Semmelrock betonski proizvodi jamče kvalitetom i dugotrajnosti na svim površinama na kojima je provedena ugradnja sukladno uputama koje se navode u ovom radu. Potkrepljivanje istoga najbolje se referira u objektima gdje su implementirani Semmelrock betonski proizvodi te i nakon desetak godina od ugradnje i dalje u postojani kao i neposredno nakon ugradnje. Osim pozitivnog funkcionalnog i ekološkog utiska na okoliš svakako se ističe estetika samog proizvoda. Kvalitetno i učestalo održavanja betonskih proizvoda jedan od je ključnih uloga za dugotrajnost i postojanost predgotovljenih betonskih proizvoda.

Literatura

[1] Semmelrock kodeks, vlastiti izvor

[2] HRN EN 1338:2004/AC:2007 „Betonski opločnici. Uvjeti i metode testiranja”

[3] Preporuke za postavljanje Semmelrock proizvoda, Semmelrock stein+design d.o.o, srpanj 2021.

[4] Ideje za vrt 2021, Semmelrock stein+design d.o.o., ožujak 2021., str. 157.

[5] Tehnički list Arte, Internet izvor:

https://www.wienerberger.hr/pretraga.html?2399_f_all=&2399_f_text=arte (preuzeto 09.02.2022.)

[6] Održavanje i čišćenje opločnika i ploča, Internet izvor:

https://www.wienerberger.hr/pretraga.html?2399_f_all=&2399_f_text=Odr%C5%BEavanje+i+%C4%8Di%C5%A1%C4%87enje+oplo%C4%8Dnika+i+plo%C4%8Da (preuzeto 09.02.2022.)

PROMETNA VREMENSKA PROGNOZA I RAD ZIMSKE SLUŽBE

Road Weather Forecast and Winter Services

Dragoslav Dragojlović, Dunja Plačko-Vršnak, *Marin Rakuljić
Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, Zagreb, Hrvatska
*Zagrebačke ceste, Donje Svetice 48, Zagreb, Hrvatska
dragojlovic@cirus.dhz.hr

Sažetak: U zimskom razdoblju (od 1.11. - do 15.4.) cestovne organizacije koje sudjeluju u održavanju prometnica od DHMZ-a dobivaju posebne cestovne vremenske prognoze. One im služe za bolju organizaciju rada, pripremu održavanja prometnica, te preventivno djelovanje na njima u cilju prohodnosti prometnica u nepovoljnim vremenskim uvjetima. U radu je opisana suradnja između Zagrebačkih cesta i DHMZ-a, odnosno Službe za vremenske i pomorske analize i prognoze na konkretnoj situaciji s početka prosinca 2020. Dan je primjer prognoziranja vremenske situacije koja nepovoljno utječe na odvijanje i sigurnost prometa, te dostava iste cestovnoj organizaciji. Cestovna organizacija na temelju izdanih prognoza vrši preventivne radove na prometnicama u cilju prohodnosti istih unatoč nepovoljnim vremenskim uvjetima, čime se i povećava sigurnost svih sudionika u prometu.

Ključne riječi: prometna vremenska prognoza, opasne vremenske pojave, sigurnost u cestovnom prometu

Abstract: In the winter period (1 November to 15 April), road maintenance companies receive special road weather forecasts from the Croatian Meteorological and Hydrological Service (DHMZ). Weather forecasts are used for better work organization, preparation of road maintenance, and preventive action in order to enable normal functioning of traffic in adverse weather conditions. This paper describes the cooperation between Zagreb Road Maintenance Dept. (Zagrebačke ceste) and DHMZ at the beginning of December 2020. An example of forecasting a specific weather situation that adversely affects the traffic safety is described, together with the process of delivery of the products to the road maintenance department. Based on the issued forecasts, the road maintenance dept. performs preventive maintenance on the roads to make them clear despite unfavorable weather conditions and thus enhance safety of all traffic participants.

Key words: road weather forecasts, severe weather, road traffic safety

1. Uvod

Sigurnost i odvijanje cestovnog prometa u zimskom razdoblju (u Hrvatskoj od 1.11. do 15.04.) uvelike ovisi o njihovom održavanju u nepovoljnim zimskim uvjetima. Cestovne organizacije na osnovi dobivenih cestovnih prognoza vrše preventivne radove na prometnicama u cilju što bolje prohodnosti unatoč nepovoljnim vremenskim uvjetima, čime se povećava sigurnost svih sudionika u cestovnom prometu [1], [3].

Služba za vremenske i pomorske analize i prognoze Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ-a) izrađuje posebne prometne vremenske prognoze za cestovne organizacije koje sudjeluju u održavanju prometnica u zimskom razdoblju. Prognoze se izrađuju na temelju analize trenutnog stanja vremena te na izračunima različitih prognostičkih numeričkih modela za prognoziranje vremena. [2] [5]

U ovom radu dan je pregled vremena s početka prosinca 2020. godine, izdane vremenske prognoze dežurnog prognostičara prema zagrebačkim cestama za to razdoblje te aktivnosti Zagrebačkih cesta na održavanju prema dobivenim prognozama.

*Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) [4] dio je svjetske mreže nacionalnih meteoroloških i hidroloških službi pod okriljem Svjetske meteorološke organizacije (WMO).

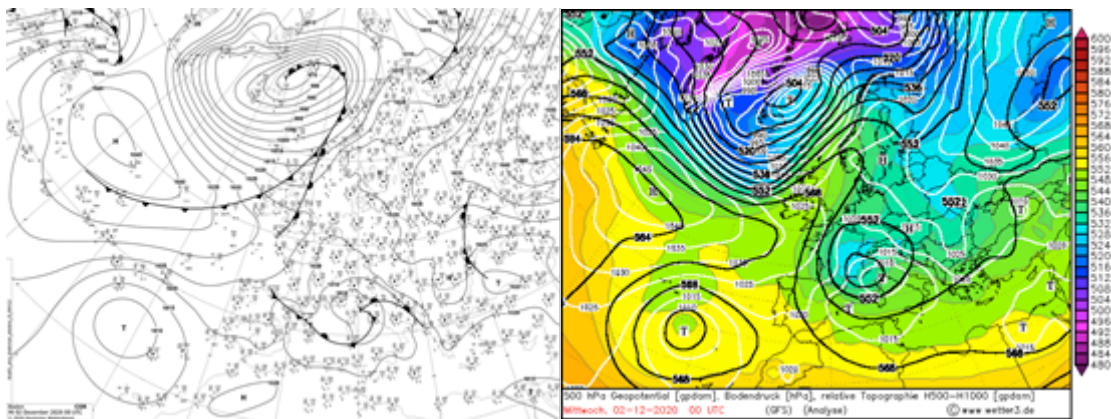
2. Vremenske prilike početkom prosinca 2020. godine.

Vremenske prilike početkom prosinca 2020. bile su pod tjecajem povišenog tlaka zraka, a ciklona je bila malo južije od Genovskog zaljeva i s njom pripadajuća topla fronta se preko Italije i Jadrana približavala Hrvatskoj. (Slika 1)

Nad središnjom Europom po visini se spuštao cut-off low doline prema jugozapadu, koji je prema nama gurao vlažan i hladniji zrak sa sjeverozapada. Tijekom 2. prosinca cut-off low spustio se nad Genovu gdje se formirala ciklogeneza uz toplu advekciju s jugozapada. Stoga je u unutrašnjosti 2. prosinca oborina najprije bila snijeg, a uz zatopljenje ona je prešla u kišu koja se smrzava na hladnoj podlozi zbog zadržavanja bazena hladnog zraka u najnižim slojevima atmosfere (Slika 1).

Vremenske prilike u Hrvatskoj 1. prosinca 2020. prema opisu dežurnog prognostičara:

Danas je u unutrašnjosti bilo niskih oblaka i magle, a samo rijetko sunčanih razdoblja. Na Jadranu je prevladavalo sunčano, no uz postupni porast naoblake tijekom popodneva i večeri, a na sjevernom dijelu je navečer palo i malo kiše. Vjetar je bio slab i umjeren sjeveroistočni, na sjevernom Jadranu bura, a u Dalmaciji jugo. Najviša dnevna temp bila je od -2 do 3 na kopnu, od 5 do 10 na sjevernom Jadranu, a od 10 do 15 °C u Dalmaciji.



Slika 1 – Prizemna analiza polja tlaka zraka i visinska analiza geopotencijala na 500 hPa i relativne topografije RT 500/1000 (gpdkm) 2.12.2020. u 00 UTC, (izvor - DWD (Deutscher Wetterdienst))

Vremenske prilike u Hrvatskoj 2. prosinca 2020. prema opisu dežurnog prognostičara:

Oblačno. Ujutro vedro u Podravini gdje je bilo mraza s $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Mjestimična kiša na Jadranu od noći, na sjevernom dijelu i snijeg, najprije nošen burom, a potom i pravi, zabijelio je Rijeku i unutrašnjosti Istre. Mjestimice ledena kiša ili rosulja, najviše dojavljeno na jugu Like, ali bilo je i u Karlovcu, Bosiljevu, javljeno sa Čičarije i popodne u Sl. Brodu. U unutrašnjosti često snijeg, stvarao je snježni pokrivač, u Zagrebu prvi nakon 25.3.2020. U gorju napadao deblji snježni pokrivač. Vjetar slab do umjeren istočni na kopnu. Na sjevernom Jadranu umjerena i jaka bura s olujnim udarima podno Velebita, oslabila malo već prijedodne, a drugdje umjereno i jako jugo s olujnim udarima. U Dalmaciji je bilo grmljavine. Hod temperature u unutrašnjosti većinom izostao. Uglavnom od -3 do 2 , na sjevernom Jadranu od 3 do 8 , u Dalmaciji od 10 do 15 , na otocima ponegdje i do $17\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Vremenske prilike u Hrvatskoj 3. prosinca 2020. prema opisu dežurnog prognostičara:

Oblačno s kišom koja se u unutrašnjosti mjestimice smrzavala na podlozi, a u gorju (osobito Gorskom kotaru) te Banovini pao je i snijeg uz stvaranje novog snježnog pokrivača. Jake poledice bilo je u Lici. U Dalmaciji pljuskovi s grmljavinom, a u kratkom je vremenu lokalno pala obilna kiša, u Splitu 117 mm u kratkom vremenu prouzročilo je plavljenje prometnica. U Dalmaciji je puhalo jako i olujno jugo, a ujutro podno Velebita jaka bura s olujnim udarima. Temperatura je u unutrašnjosti bila od -1 do 4 , na sjevernom Jadranu i unutrašnjosti Dalmacije od 6 do 9 , a na dalmatinskoj obali od 10 do $16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tablica 1 - Motreni i izmjereni podaci iz sinoptičkih satnih izvješća postaja Zagreb - Maksimir i Sljeme za razdoblje od 2.12. u 00 UTC do 2.12. u 18 UTC (izvor DHMZ)

ZAGREB MAKSIMIR					od 06 UTC do 18 UTC 2.12.	od 06 UTC do 18 UTC 2.12.
termin	00	06	12	18		
oblačnost	oblačno	oblačno	oblačno	oblačno		
Temp. °C	0	0	-1	-1		
pojave	-	-	snijeg	snijeg		
Količina oborine (mm)					4	
Visina snijega (cm)						4
SLJEME						
oblačnost	oblačno	oblačno	oblačno	oblačno		
temp.(°C)	-6	-6	-7	-7		
pojave	-	-	snijeg	magla		
Količina oborine (mm)					5	
Visina snijega (cm)						4

Tablica 2 - Motreni i izmjereni podaci iz sinoptičkih satnih izvješća postaja Zagreb - Maksimir i Sljeme za razdoblje od 3.12. u 00 UTC do 3.12. u 18 UTC, te količina oborine i visina snježnog pokrivača u razdoblju od 2.12. u 18 UTC do 3.12. u 18 UTC (izvor DHMZ)

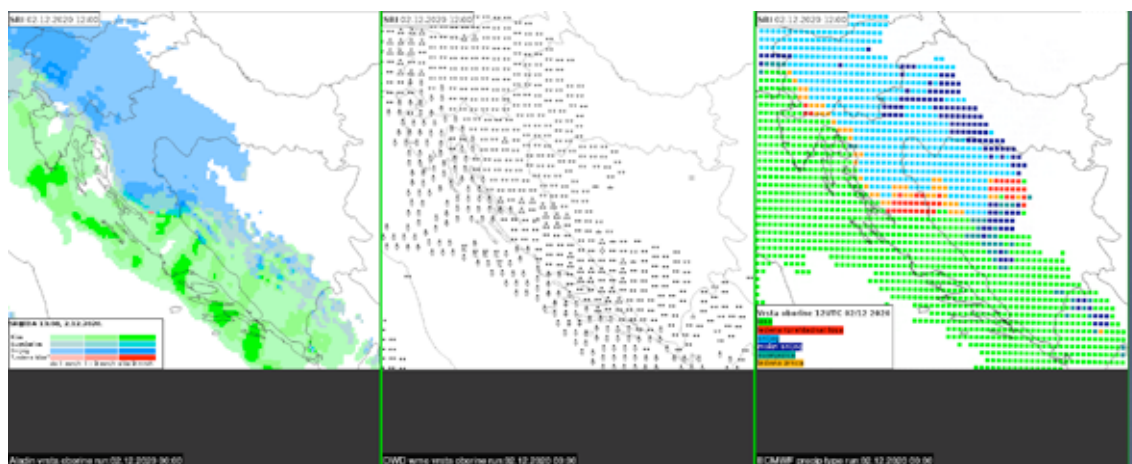
ZAGREB MAKSIMIR					od 18 UTC 2.12. do 18 UTC 3.12.	od 18 UTC 2.12. do 18 UTC 3.12.
termin	00	06	12	18		
oblačnost	oblačno	oblačno	oblačno	oblačno		
Temp. °C	-1	0	0	0		
pojave	susnježica	kiša koja se ledi	kiša	poledica		
Količina oborine (mm)					2	
Visina snijega (cm)						6
SLJEME						
oblačnost	oblačno	oblačno	oblačno	oblačno		
temp.(°C)	-6	-4	-3	-2		
pojave	magla	magla	kiša koja se ledi	kiša koja se ledi		
Količina oborine (mm)					3	
Visina snijega (cm)						4

3. Vremenske prilike na području Zagreba 02.12. od 00 UTC do 03.12. 2020. 18 UTC

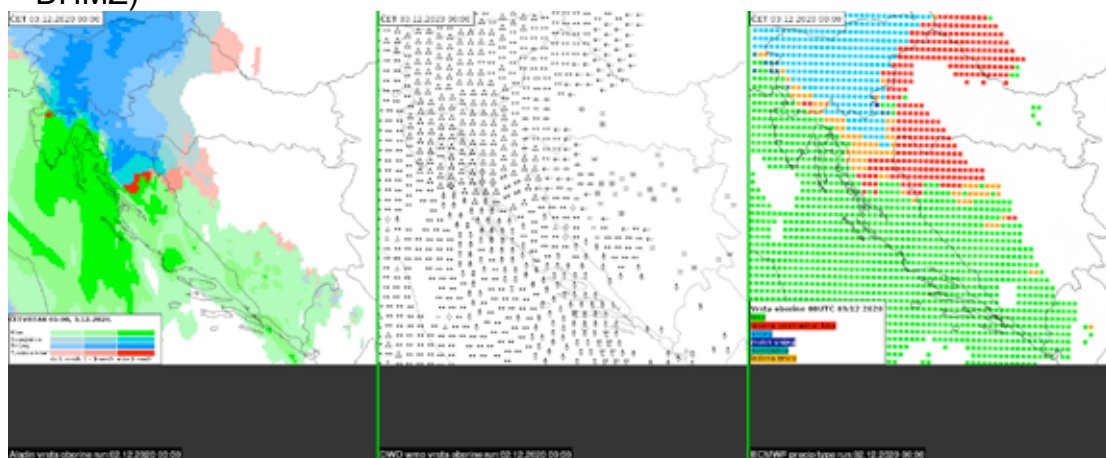
Prema podacima iz sinoptičkih satnih izvješća (Tablica 1 i 2) postaja Zagreb - Maksimir i Sljeme za razdoblje od 02.12. u 00 UTC do 03.12. u 18 UTC može se vidjeti da je vrijeme na zagrebačkom području bilo oblačno povremeno sa snjegom ili ledenom kišom koje je stvarala opasnu poledicu. Temperatura zraka na području grada nije se puno mijenjala i uglavnom je bila -1 ili 0 °C. Temperatura na Sljemenu uglavnom je bila između -7 i -2 °C.

4. Pometna vremenska prognoza za Zagreb za Zagrebačke ceste za 2.12.2020.

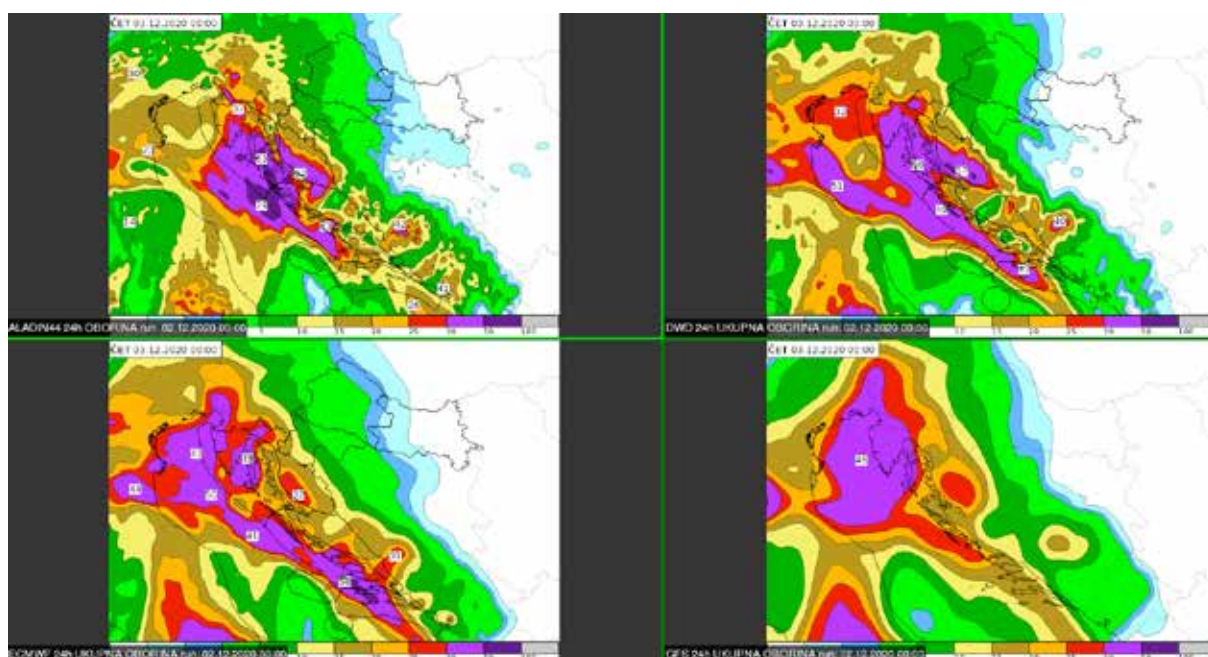
Dežurni prognostičar izrađuje prognozu vremena za određeno razdoblje i za određeno područje na osnovi analize postojećeg stanja vremena i na osnovi izračuna numeričkih modela za prognozu vremena. U DHMZ-u koristimo tri osnovna modela: ALADIN, ECMWF, DWD [2],[3].



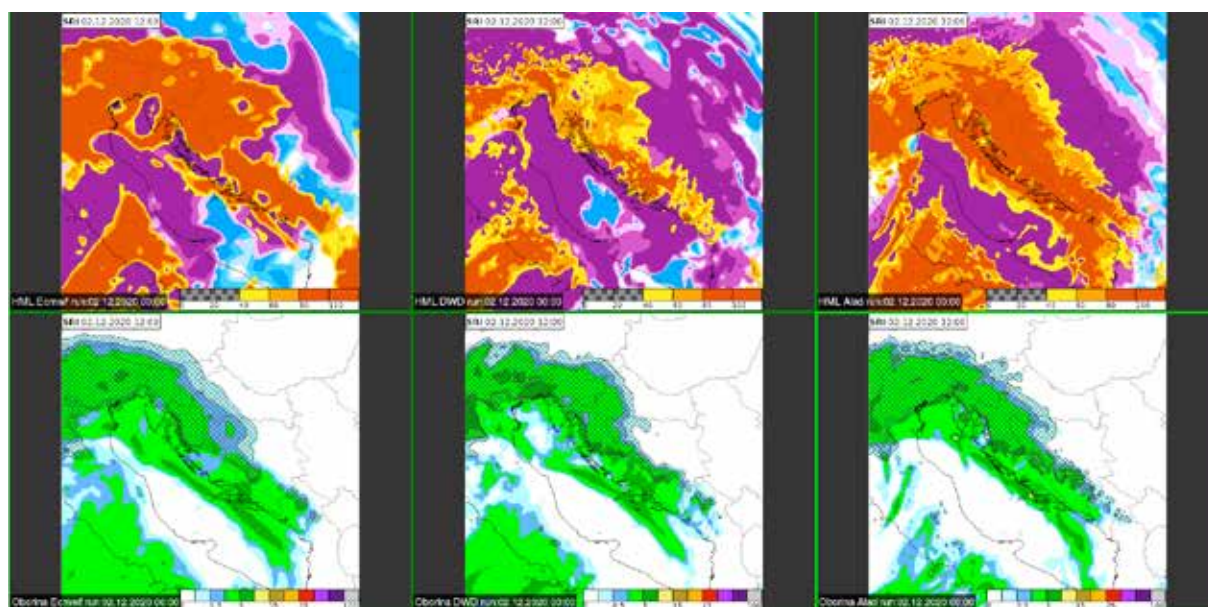
Slika 2: Vrsta oborine za 02.12.2020. u 12 UTC (lokalno vrijeme = UTC+1); redom modeli od lijevo prema desno: model ALADIN-HR4, DWD ICON-EU i ECMWF (izvor – DHMZ)



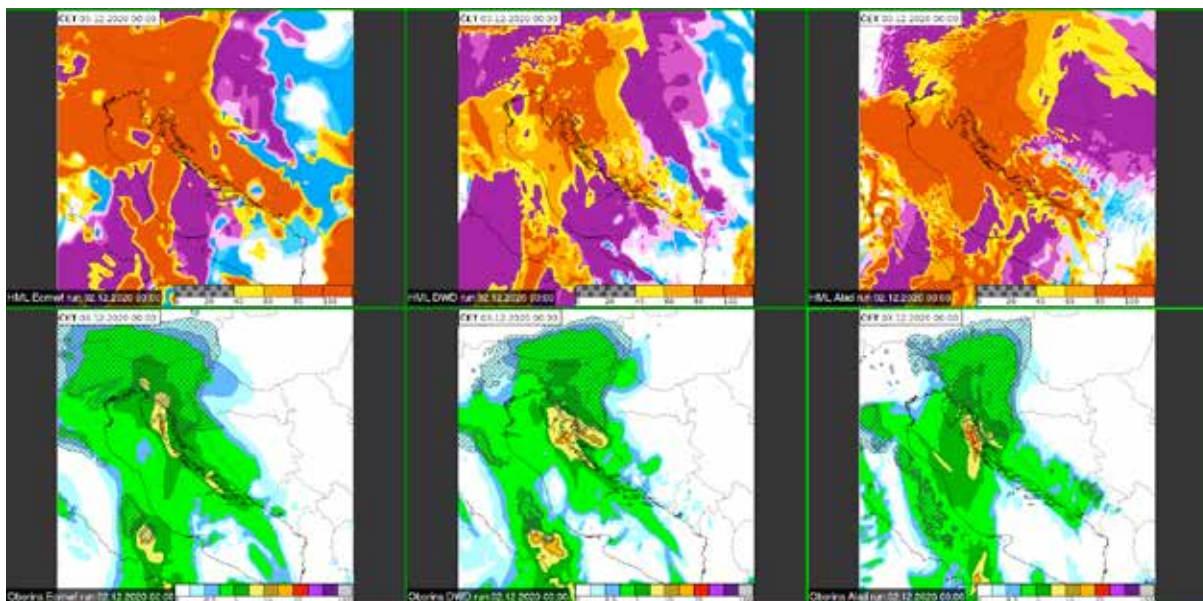
Slika 3: Vrsta oborine za 03.12.2020. u 12 UTC (lokalno vrijeme = UTC+1); redom modeli od lijevo prema desno: model ALADIN-HR4, DWD ICON-EU i ECMWF (izvor – DHMZ)



Slika 4: Ukupna količina oborine za 24 sata/mm u razdoblju od 2.12. 2020. u 00 UTC do 3.12. 2020. u 00 UTC (lokalno vrijeme = UTC+1); gore lijevo - model ALADIN4 24h, gore desno - DWD 24h, dolje lijevo – ECMWF 24 h, dolje desno – GFS 24h (izvor – DHMZ)



Slika 5: Ukupna količina naoblake – gornji red, i količina te vrsta oborine (mrežasto snijeg, zeleno kiša) donji red za termin 2. 12. 2020. 12UTC (lokalno vrijeme = UTC+1), prema modelima od lijevo prema desno; model ECMWF, model DWD te model ALADIN, (izvor – DHMZ)



Slika 6: Ukupna količina naoblake – gornji red, i količina te vrsta oborine (mrežasto snijeg, zeleno kiša) donji red za termin 3. 12. 2020 u 00UTC (lokalno vrijeme = UTC+1), prema modelima od lijevo prema desno; model ECMWF, model DWD te model ALADIN, (izvor – DHMZ)

Na osnovu ovih i još drugih različitih produkata dežurni prognostičar izdao je dolje navedene cestovne prognoze:

Tablica s prognozom meteoroloških pojava i stupnjem pripravnosti

Vjerojatnost za pojavu	Nizinsko područje	Vinsko područje
OBORINE	D	D
SNJEG	D	D
SNJEŽNI POKRIVAC	D	D
NOVI SNJEG > 5 CM	C	D
Poboljša		
VISOKOSTUŽNOST / VJETA	D 1, 2, 3, 5	D 1, 2, 3, 5
Temperatura		
NAJVIŠA (OD DO)	-2 /	-2 / -4
NAJVIŠA (OD DO)	0 / 2	-4 / 0
Stupanj pripravnosti		
DANAS DO 16 SATI	3	3
DANAS OD 16 DO SUTRA U 8 SATI	3	3

Vjerojatnost za pojavu	Poboljša, vrsta
NR / Vrsta pojave	1. Poboljša: kiša ili snježna kiša se smrzava u dođinu s tim.
A / Mala vjerojatnost za pojavu	2. „Topla kiša“ ili snježna kiša se smrzava u dođinu s tim što je temperatura nula od 0°C.
B / Umjerena vjerojatnost za pojavu	3. Zadržavanje snijega ili čestica pada temperature ispod 0°C.
C / Velika vjerojatnost za pojavu	4. Poboljša: snijega povećava snježnost snježnog ili snježnog snijega.
D / Vrlo velika vjerojatnost za pojavu	5. Poboljša: snijega pri padanju snijega ili snježnog.

Tablica s prognozom meteoroloških pojava i stupnjem pripravnosti

Vjerojatnost za pojavu	Nizinsko područje	Vinsko područje
OBORINE	D	D
SNJEG	D	D
SNJEŽNI POKRIVAC	C	D
NOVI SNJEG > 5 CM	B	D
Poboljša		
VISOKOSTUŽNOST / VJETA	D 1, 2, 3, 5	D 1, 2, 3, 5
Temperatura		
NAJVIŠA (OD DO)	-2 / 0	-4 / -2
NAJVIŠA (OD DO)	0 / 2	-4 / -1
Stupanj pripravnosti		
DANAS DO 16 SATI	3	3
DANAS OD 16 DO SUTRA U 8 SATI	3	3

Vjerojatnost za pojavu	Poboljša, vrsta
NR / Vrsta pojave	1. Poboljša: kiša ili snježna kiša se smrzava u dođinu s tim.
A / Mala vjerojatnost za pojavu	2. „Topla kiša“ ili snježna kiša se smrzava u dođinu s tim što je temperatura nula od 0°C.
B / Umjerena vjerojatnost za pojavu	3. Zadržavanje snijega ili čestica pada temperature ispod 0°C.
C / Velika vjerojatnost za pojavu	4. Poboljša: snijega povećava snježnost snježnog ili snježnog snijega.
D / Vrlo velika vjerojatnost za pojavu	5. Poboljša: snijega pri padanju snijega ili snježnog.

Slika 7: Prognoza za Zagrebačke ceste za 2.12. 2020. za razdoblje od 8 do 16 sati (lokalno vrijeme) (lijevo) i prognoza za Zagrebačke ceste u razdoblju od 2.12. 2020. u 16 sati do 3.12. 2020. u 8 sati (lokalno vrijeme) (desno), (izvor – DHMZ)

5. Rad i aktivost zimske službe Zagrebačkih cesta 02. i 03. 12. 2020. godine (Iz dnevnik zimske službe Zagrebačkih cesta [6])

Prema prognozi DHMZ-a, te konstantnoj komunikaciji sa dežurnim meteorologom te nastavno njegovoj prognozi o mogućnosti padanja kiše koja se leđi u dodiru sa tlom na dan 02.12.2020. u 12:45h izdan je nalog svim Bazama Zimske službe, što znači da su sve 292 ekipe izašle na preventivno posipavanje posipnim materijalom na cestama I i II razine prednosti brdskih i nizinskih zadataka kako bi spriječili poledicu odnosno led na kolniku te osigurali sigurno odvijanja prometa.

U 19:30h zbog i dalje nepovoljnih vremenskih uvjeta uz konstantno padanje kiše koja se leđila u dodiru sa tlom i susnežice koja je prelazila u snijeg izdan je nalog svim bazama Zimske službe, da ponove izlazak I i II razine prednosti brdskih i nizinskih zadataka.

U 00:30h izdan je nalog za posipavanje II razine prednosti brdskih i nizinskih zadataka.

U 01:30 izdan je nalog za posipavanje I razine prednosti brdskih i nizinskih zadataka.

Temeljem svega gore navedenoga vidljivo je da je zimska služba pravovremeno odreagirala, preventivno posipala, te konstantno održavala prometnice, te da su osigurali sigurno odvijanje prometa na svim prometnicama u nepovoljnim zimskim uvjetima.

Zimsku službu na nerazvrstanim cestama Grada Zagreba provodi ZAGREBAČKI HOLDING d.o.o., PODRUŽNICA ZAGREBAČKE CESTE. Izvedbenim programom Zimske službe [7], obuhvaćeno je raljenje i posipavanje cesta u ukupnoj dužini od 2654 km, odnosno 13.884.640 m² površine.

Redoslijed odvijanja radova u zimskoj službi u skladu je s određenim razinama prednosti. U Izvedbenom programu zimske službe u prvoj razini prednosti rali se i posipava 1147 km cesta, a u drugoj 1507 km cesta. Na cestama koje su Izvedbenim programom svrstane u I. razinu prednosti, prohodnost se mora osigurati u roku od 5 sati u nizinskom, odnosno 8 sati u planinskom području od trenutka prestanka oborina. Na cestama II. razine prednosti prohodnost se osigurava najkasnije u roku 24 sata od trenutka prestanka oborina.

Radom zimske službe upravlja se iz Uprave Zagrebačkih cesta, a u Centru za obavljanje organizirano je 24-satno dežurstvo.

Radovi zimske službe izvode se u četiri stupnja pripravnosti. Stupnjevi pripravnosti ovise o očekivanim vremenskim uvjetima i geografskim klimatskim značajkama područja.

Prvi stupanj pripravnosti uvodi se s početkom rada zimske službe prema Izvedbenom programu zimske službe.

Uvodi se stalno dežurstvo u mjestima stalne pripravnosti, uspostavlja se stalna veza u skladu s programom rada te osigurava potreban broj ljudi i mehanizacije zbog intervencije u slučaju potrebe.

Drugi stupanj pripravnosti uvodi se kad temperatura zraka oscilira oko 0°C uz mogućnost oborina i nastajanje poledice.

Poduzimaju se preventivni radovi kako bi se spriječila poledica na opasnim mjestima, a obvezno:

- na dionicama nerazvrstanih cesta s uzdužnim nagibom većim od 4% i horizontalnim krivinama polumjera manjeg od 300 metara (osobito na trasama javnoga gradskog prijevoza)
- na prilazima bolnicama
- na raskrižjima, željezničko-cestovnim prijelazima u istoj razini i prilazima benzinskim postajama
- na drugim dionicama ceste prema Izvedbenom programu zimske službe
- po potrebi uklanjanja se snijeg s kolnika.

Treći stupanj pripravnosti zimske službe uvodi se kad se očekuje dugotrajnije padanje snijega koje zahtijeva posebno uklanjanje snijega s kolnika. Rade se i posipavaju sve ceste iz Izvedbenog programa zimske službe te po potrebi izvodi detaljno čišćenje.

Četvrti stupanj pripravnosti uvodi se kada snijeg, uz jak vjetar, ima obilježja elementarne nepogode, a raspoloživi broj ljudi i mehanizacije nije dovoljan za uklanjanje snijega. U tim uvjetima cesta se zatvara za promet zbog sigurnosti sudionika u prometu.

Za vrijeme opisanog događaja na snazi je bio 3. stupanj pripravnosti, što znači da su u 17 baza Zimske službe raspoređene po gradu Zagrebu dežurale 292 ekipe, od toga 175 kamiona i 117 specijalnih vozila. (292 ekipe = 292 vozača)
Sve se nadzire iz Zimske službe Baza Žitnjak, gdje Glavni dežurni i dispečer dežuraju po 12 sati u smjeni (dan/noć).

6. Zaključak

U radu je opisana suradnja između Zagrebačkih cesta i DHMZ-a, odnosno Službe za vremenske i pomorske analize i prognoze na konkretnoj situaciji s početka prosinca 2020.

Vremenske prilike u to vrijeme bile su opasne za odvijanje cestovnog prometa. Dežurni prognostičari na osnovi analize vremena i izračuna numeričkih prognostičkih modela na vrijeme su uočili da bi se takve vremenske prilike mogle pojaviti na zagrebačkom području te su na vrijeme izdali odgovarajuće vremenske prognoze i upozorenja na mogućnost pojave opasnih meteoroloških pojava. Isto tako izdali su i upozorenje za 3. stupanj pripravnosti.

Zimska služba je na osnovu tih prognoza pravovremeno reagirala i angažirala sve raspoložive ekipe i to u nekoliko navrata, što je rezultiralo nesmetanim odvijanjem prometa i prohodnošću cesta i time utjecala na sigurnost cestovnog prometa.

Ovo je primjer dobre suradnje prognostičara DHMZ i cestovne organizacije koja je zadužena za zimsko održavanje prometa, a iskustva iz ovog slučaja sigurno će koristiti i za neke slične situacije u budućnosti.

Literatura

- [1]: Dragojlović, D., Upavljanje meteorološkim podacima u funkciji informiranja sudionika u prometu, Znanstveni magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012
- [2]: Plačko-Vršnak, D., Dragojlović, D., Mikuš Jurković, P.: Pregled izdanih upozorenja na opasne vremenske pojave u Hrvatskoj s ciljem poboljšanja sigurnosti u prometu, Zbornik radova CESTE 2020, 2020.
https://www.tomsignal.com/wp-content/uploads/2020/04/CESTE_2020_ZBORNIK_RADOVA.pdf
- [3]: Dragojlović, D., Plačko-Vršnak, D., Mikuš Jurković, P.: Utjecaj poledice, zaleđivanja i taloženja snijega na sigurnost odvijanj cestovnog prometa, Zbornik radova CESTE 2020, 2020.
- [4]: Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), www.meteo.hr
- [5]: Gelo, B., Opća i prometna meteorologija II, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- [6]: Dnevnik zimske službe glavnog dežurnog Zagrebačkih cesta
- [7]: Izvedbenim programom Zimske službe Zagrebačkih cesta

RAZVRSTAVANJE CESTOVNE MREŽE S OBZIROM NA SIGURNOST (NSM) ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA NA PODRUČJU OSJEČKO-BARANJSKE ŽUPANIJE

CLASSIFICATION OF COUNTY AND LOCAL ROADS NETWORK REGARDING SAFETY (NSM) IN THE AREA OF OSIJEK-BARANJA COUNTY

Ivan Molnar, dipl. ing. prom.

Denis Šimenić, dipl. ing. građ.

Hrvoje Bošnjak, dipl. ing. građ.

“RENCON“ d.o.o. Osijek, Vijenac I. Mažuranića 8

rencon@rencon.hr

Sažetak

Sukladno Direktivi 2008/96/EC Europskog Parlamenta i Vijeća od 19.11.2008. godine koja je implementirana u Zakon o cestama, te Smjernicama za razvrstavanje cestovne mreže s obzirom na sigurnost (NSM) na temelju dostavljenih podataka MUP-a o evidentiranim prometnim nesrećama i terenskog obilaska izrađena je revizija razvrstavanje cestovne mreže s obzirom na sigurnost županijskih i lokalnih cesta na području Osječko-baranjske županije.

U članku je opisana izvršena analiza, razvrstavanje cestovne mreže s obzirom na sigurnost (NSM), te predložene mjere s ciljem uklanjanja potencijalnih nedostataka koji bi mogli imati negativan utjecaj na sigurnost prometovanja. Predložene mjere se mogu primijeniti i na ostalim županijskim i lokalnim cestama što može znatno doprinijeti smanjenju broja nesreća.

Ključne riječi: *revizija, klasifikacija cestovne mreže (NSM), prometna sigurnost, Osječko-baranjska županija*

Abstract

Pursuant to Directive 2008/96 / EC of the European Parliament and the Council of 19.11.2008., which was implemented in the Law on Roads and Guidelines for classification of road network regarding safety (NSM), a revision classification of county and local roads in Osječko-Baranjska County regarding road safety was made. It was made based on recorded data of traffic accidents submitted from the Ministry of Internal Affairs (MUP) and on-site inspection.

The article describes the performed analysis, classification of the road network regarding safety (NSM) and proposed measures aimed at eliminating potential problems that could have a negative impact on traffic safety. The proposed measures can be applied to other county and local roads, which can significantly contribute to reducing the number of traffic accidents.

Key words: *revision, road network classification (NSM), traffic safety, Osijek-Baranja County*

1. UVOD

Direktiva 2008/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenoga 2008. o sigurnosti upravljanja cestovne infrastrukture nalaže državama članicama uvođenje i provedbu postupaka koji se odnose na ocjenjivanje utjecaja na cestovnu sigurnost, na reviziju cestovne sigurnosti, na upravljanje sigurnosnim aspektima na cestovnoj mreži te na kontrolu sigurnosti na cestama. Da bi se na cestama unutar Europske Unije postigao visok stupanj sigurnosti, države članice dužne su usvojiti i osigurati provedbu smjernica o sigurnosti cestovne infrastrukture.

U Direktivi se naglašava važnost odgovarajućih podataka, procesa i analiza, na temelju kojih se provodi razvrstavanje cestovne mreže s obzirom na sigurnost. Razvrstavanje je prema preporuci Direktive, te sukladno članku 71.a Zakona o cestama (NN, br. 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19 i 144/21) potrebno provoditi na mreži TEM cesta, auto cesta i primarnih cesta godišnje za minimalno petogodišnje razdoblje.

Razvrstavanje je prema preporuci Direktive te sukladno članku 71.a tč. 5. Zakona o cestama (NN, br. 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14) potrebno provesti prvi put najkasnije do 2024. godine, a kasnije procjene moraju biti dovoljno česte..., barem svakih pet godina. Na temelju tog razvrstavanja određuje se redoslijed dionica ili raskrižja koje su prioritet za provedbu mjera u svrhu povećanja razine sigurnosti prometa.

2. RAZVRSTAVANJE CESTOVNE MREŽE S OBZIROM NA SIGURNOST (NSM)

„Network Safety Management“ ili razvrstavanje cestovne mreže i upravljanje njome s obzirom na sigurnost vrlo je važan proces u kojemu se definiraju dionice s nižom razinom sigurnosti prometa. Temelj za analizu su podaci o cestovnoj mreži, prometnom toku i prometnim nesrećama koje su se dogodile i za koje postoje službeni zapisi u bazi podataka. Rezultat provođenja ove procedure treba biti razvrstavanje cesta ili dionica cesta, ovisno o broju prometnih nesreća i težini posljedica prometnih nesreća uz uzimanje u obzir prometnog opterećenja.

Upravljanje cestovnom mrežom s obzirom na sigurnost podrazumijeva donošenje odluka o sanaciji opasnih dionica temeljem analize troškova i koristi predloženih mjera za sanaciju. Troškovima se smatraju troškovi investicije za sanaciju, a koristi su društvene koristi dobivene smanjenjem broja prometnih nesreća i njihovih posljedica.

Sukladno Smjernicama za razvrstavanje cestovne mreže s obzirom na sigurnost (NSM) potrebno je provesti slijedeće izračune:

- prometno opterećenje (na dionici, ukupno, na kraćoj dionici, te za trogodišnje razdoblje),
- broj prometnih nesreća (ukupan, s teško ozlijeđenim ili poginulim osobama, ponderirani broj PN),
- gustoća prometnih nesreća,
- stopa prometnih nesreća,
- odnos godišnjih troškova i koristi na promatranom opasnom mjestu,
- potencijal smanjenja broja PN/km na dionici,
- godišnji trošak prometnih nesreća,
- korekcijski čimbenik (svih nesreća, nesreća s teško ozlijeđenim ili poginulim osobama).

Obradom dionica ili skupine dionica na strateškoj razini odnosno razini cestovne mreže dobivaju se rezultati s međusobnom, apsolutnom i relativnom usporedbom pokazatelja sigurnosti u prometu.

3. ANALIZA PROMETNIH NESREĆA NA ŽUPANIJSKIM I LOKALNIM CESTAMA NA PODRUČJU OSJEČKO-BARANJSKE ŽUPANIJE

Predmet revizije razvrstavanja cestovne mreže s obzirom na sigurnost (NSM) je: cestovna mreža županijskih i lokalnih cesta (u duljini približno 1113,307 km cesta; 632,323 km županijskih i 480,984 km lokalnih cesta) na području Osječko-baranjske županije (OBŽ).

Osnova revizije tvrtke Rencon d.o.o. iz Osijeka je analiza dostavljenih statističkih podataka MUP-a o evidentiranim prometnim nesrećama (PN) za period od 01.01.2017. godine do 30.09.2021. godine na cestama u nadležnosti Naručitelja; Uprava za ceste Osječko-baranjske županije.

Županijske i lokalne ceste koje su u nadležnosti Uprave za ceste Osječko-baranjske županije na kojima je višekriterijska analiza sukladno Smjernicama za NSM pokazala u više navrata da su po količini, broju PN/km ili po posljedicama PN izdvajaju od svih ostalih analiziranih cesta u mreži su:

- ŽC 4105; Podgorač (D515) – Budimci – Čepin (Ž4085),
- ŽC 4146; Đakovo (D7 – D46),
- ŽC 4052; Valpovo (Ž4051 – D34).

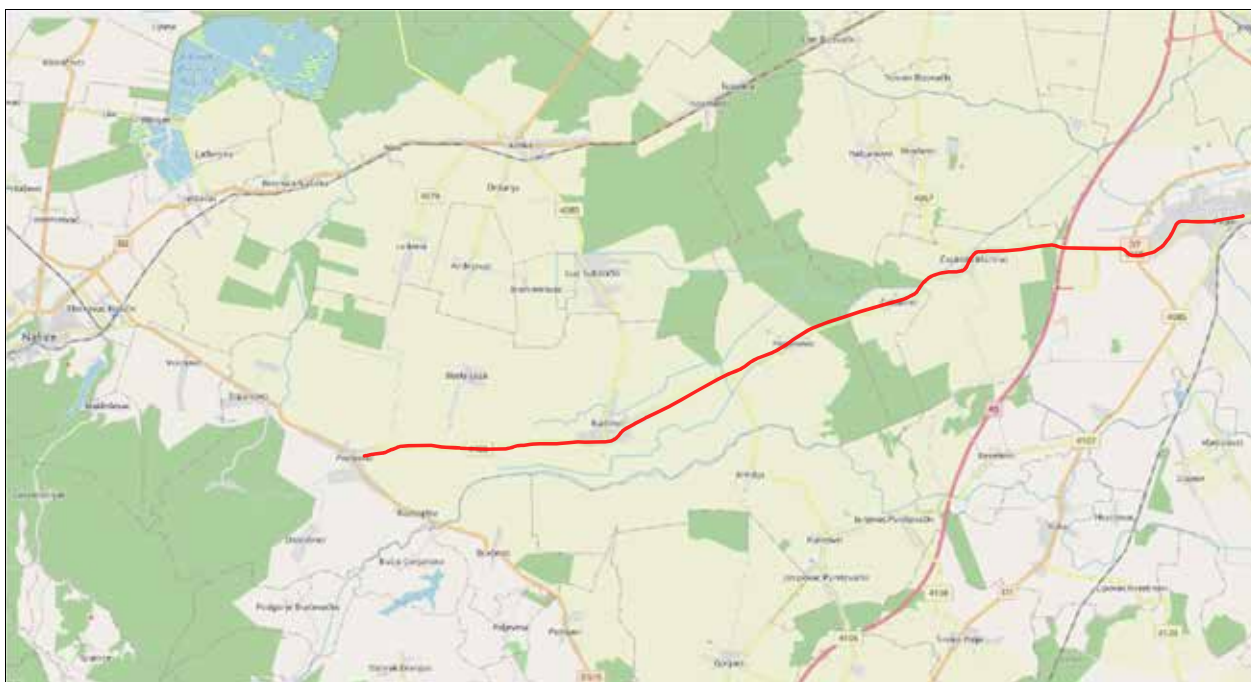
CESTA	POSljedICE								OKOLNOSTI								SUD. KOJI JE IZAZ. NESRECU											
																	VOZAČ											
ŽC	Ukupno	Poginulih osoba	Ozlijeđenih osoba	Materijalnom štetom	Ukupno	Poginulo	Teško ozlijeđeno	Lako ozlijeđeno	Nepropisna i neprimjerena brzina	Nepoštovanje prednosti	Nepropisno pretjecanje i obilaženje	Vožnja na nepropisnoj udaljenosti	Nepr. okretanje, skretanje i vožnja unazad	Nepropisno mimoilaženje	Greške pješaka	Ostalo	Pješak	Ostali	Osobnog	Teretnog	Autobusa	Motocikla/mopeda	Bicikla	Traktora	Zaprežnog	Ostalih		
	4146	134	1	43	90	61	1	3	57	16	20	4	32	12	1	51			118	9	1	1	5					
	4105	124	3	49	72	72	3	12	57	47	11	5	7	22	5	26		2	88	21	2	3	2	4		1		
	4052	49	2	15	32	27	2	6	19	25	4		1	14	1	4		1	41	6			1					
	ukupno	307	6	107	194	160	6	21	133	88	35	9	40	48	7	81		3	247	36	3	4	8	4		1		

Tablica 1. Izvadak statističkih podataka iz baze evidentiranih PN MUP-a

■ ŽC 4105; Podgorač (D515) – Budimci – Čepin (Ž4085)

Županijska cesta ŽC 4105 dužine je ~30 km. Povezuje Podgorač (DC515) s Čepinom (ŽC4085) preko Budimaca, Poganovaca, Čokadinaca i Čepinskih Martinaca. Početak i kraj dionice su kružna raskrižja. Ukupno ima ~31 raskrižje od kojih su pet kružnih, dva s državnim cestama i pet s drugim županijskim cestama (ŽC4080, ŽC4106, ŽC4067, ŽC4291 i ŽC4085).

Prema dostavljenim statističkim podacima MUP-a o evidentiranim prometnim nesrećama u periodu od 01.01.2017. godine do 30.09.2021. godine ŽC4105 je od svih ŽC i LC cesta u nadležnosti Uprave za ceste Osječko-baranjske županije (OBŽ) je ŽC cesta na kojoj se dogodio najveći broj PN s ozlijeđenim osobama (49) i poginulim (3). Od posljedica nesreća naknadno je zabilježeno ukupno 72 PN od toga statistički najviše na ŽC4105 ukupno 57 od svih lakše ozlijeđenih na svim cestama u nadležnosti Uprave za ceste Osječko-baranjske županije. Od uzroka PN na ŽC4105 zabilježen je najveći broj nepropisno skretanje, okretanje i vožnja u nazad (22), nepropisno mimoilaženje (5) i nepropisno pretjecanje i obilaženje (5). Specifičnost ove ŽC4105 je što je od ukupnog broja PN zabilježen na mreži ŽC i LC cesta u OBŽ i najveći broj PN s teretnim vozilima (21), traktorima (4), motociklima/mopedima (3) i autobusima (2).



Slika 1. Prikaz ŽC4105

Pri proračunu indeksa ekvivalentne materijalne štete ŽC 4105 je uvjerljivo na 1 mjestu s 382,5 bodova (bodovanje težinskim koeficijentima PN s materijalnom štetom 1, s LTO 3,5, s TTO 7 i poginulim osobama 9).

Kod izračuna učestalosti PN za promatrani period (ukupan broj prometnih nesreća / vremenski period u godinama) ŽC 4105 je na drugom mjestu s 33,07 PN/godinu.

Pri izračunu korekcijskog čimbenika F_{s1} analize svih nesreća ($\frac{M\dot{S}+LTO+TTO+P}{PG}$) ŽC4105 je na petom mjestu sa korekcijskim čimbenikom 48,0.

Kad je državna cesta DC2 na dionici Bizovac – Našički Markovac (~39 km) bila u rekonstrukciji promet se preusmjeravao na alternativni pravac (D34 Osijek - Valpovo – D. Miholjac - Našice i obrnuto). Obzirom je alternativni pravac uvijek obilazni „duži“ put (~69 km umjesto 39 = +30 km) pojedini vozači su sami pronalazili „kreće“ dionice, pa tako obzirom da ŽC4105 nema znakova ograničenja za teretna vozila tom cestom su prometovala i teška teretna vozila. Ovaj „otkriveni“ alternativni pravac (~47 km) na dionici županijske ceste ŽC4105 sa svojim projektno – oblikovnim, građevinsko – tehničkim i prometno – sigurnosnim karakteristikama nije prilagođen prihvaćanju velike količine tranzitnog prometa a posebno ne teškog teretnog (nedovoljna širina kolnika, nema potrebna proširenja u zavojima, dimenzioniranje kolničke konstrukcije nije za teški teretni promet...). Iz navedenih razloga predmetna županijska cesta ne može pružiti odgovarajuću razinu usluge i cestovne sigurnosti za tranzitne prometne tokove koji su se sami preusmjerili s DC2. Rekonstrukcija DC2 je završena ali je DC34 u međuvremenu zbog oštećenog kolnika zabranjena za teretna vozila pa i nekoliko godina nakon rekonstrukcije DC2 vozači i teretnih i osobnih vozila još uvijek koriste ŽC4105 od Osijeka u smjeru Slatine i Donjeg Miholjca. S obzirom na to da su projektno – oblikovni i kapacitivni elementi ceste dimenzionirani za prihvat prometnih tokova s manjim udjelom teretnih vozila ŽC4105 je prema dostavljenim statističkim podacima MUP-a u periodu od 01.01.2017. godine do 30.09.2021. godine bila od svih ŽC i LC cesta u nadležnosti Uprave za ceste Osječko-baranjske županije s naj većim brojem PN (21) u kojim su sudjelovala teretna vozila (slijedeća ima 14 PN).

Sukladno navedenim problemima i nedostacima, provedena je cjelovita analiza sigurnosti relevantnih projektno – oblikovnih, građevinsko – tehničkih i prometno – sigurnosnih parametara na temelju metodologije NSM. Na predmetnoj dionici županijske ceste ŽC4105 ustanovile su se postojeće razine rizika od nastanka prometnih nesreća, odnosno nedostaci i potencijalno opasna mjesta koja mogu doprinijeti vjerojatnosti njihovog nastanka. Na temelju utvrđenog postojećeg stanja prometne sigurnosti na predmetnoj dionici predložen je investicijski plan sa kojim se postiže najpovoljniji odnos između troškova potrebnih za provođenje mjera sanacije i generiranih koristi koje se prvenstveno očituju kroz poboljšanje razine prometne sigurnosti, odnosno sprječavanje nastanka prometnih nesreća a posebno sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama.

U sklopu izrade cjelovite analize sigurnosti proveden je i detaljan izvid na terenu predmetne dionice ŽC4105 {Podgorač (D515) – Budimci – Čepin (Ž4085)} pri čemu su zabilježena sva potencijalno opasna mjesta na kojima postoji veća vjerojatnost od nastanka prometnih nesreća.

Na temelju provedene analize na predmetnoj dionici županijske ceste utvrđeno je ukupno 7 potencijalno opasnih dionica (označenih po stacionažama od km 8+500,00 do km 9+000,00; od km 19+500,00 do km 20+000,00; od km 21+000,00 do km 21+500,00; od km 22+000,00 do km 22+500,00; od km 27+500,00 do km 28+000,00; od km 28+500,00 do km 29+000,00; od km 29+500,00 do km 30+000,00).



Slika 2. Čepin, ŽC4105 od km 29+500,00 do km 30+000,00, mikrolokacije s rednim brojem PN

- Potencijalno opasna mjesta su pri tome klasificirana u slijedećih 7 kategorija:
-  Kategorija 1 - Nedostaci na postojećoj vodoravnoj i okomitoj prometnoj signalizaciji,
 -  Kategorija 2 - Deformacije i oštećenja na kolničkoj površini te postojećoj pješačkoj infrastrukturi,
 -  Kategorija 3 - Nedostaci u preglednosti ceste, raskrižja, priključaka i prilaza na cestu te objekata u cestovnoj okolini,

- Kategorija 4 - Nedostaci na postojećoj pješačkoj infrastrukturi poglavito u preglednosti označenih pješačkih prijelaza,
- Kategorija 5 - Nedostaci, deformacije i oštećenja na postojećoj okomitoj prometnoj signalizaciji,
- Kategorija 6 - Nedostaci u projektno-oblikovnim elementima postojećih autobusnih stajališta i parkirališta uz cestu, (prekobrojna parkirališta ispred poslovnih objekata dodatno ugrožavaju sve sudionike kod uparkiravanja i isparkiravanja, te remete prometni tok – bočne smetnje),
- Kategorija 7 - Opasna mjesta i zavoji.

Rezultati analize postojećeg stanja cestovne sigurnosti na predmetnoj dionici županijske ceste pokazuju neprihvatljivo visoke razine rizika na velikoj većini promatranih poddionica (odsječaka) ceste.

Pregledom predmetne dionice utvrđeno je da na većini poddionica pregledane trase uzrok prometnih nesreća kombinacija nekih od navedenih kategorija (obično više njih) uz kombinacije raznovrsnih pogrešaka vozača. Na primjer na jednom dijelu poddionica (poglavito u većim naseljima kao Čepin) utvrđena je potencijalna opasnost od naleta vozila na druga vozila, budući je na tim poddionicama smanjena preglednost uličnog koridora (raskrižja, pješački prijelazi, prekobrojni kolni ulazi, veliki broj parkirališta ispred poslovnih prostora neposredno uz kolnik). Pored toga, većina dionica županijske ceste ŽC4105 ima ograničenje brzine prometnim znakovima neprimjereno uvjetima i namjeni ceste (ograničenje brzine kretanja u naseljima povećano na 70 km/h), kao i veći broj nekvalitetno projektiranih i loše opremljenih parkirališnih površina uz cestu, te cestovnih priključaka. Na predmetnoj županijskoj cesti je dozvoljeno prometovanje teretnih vozila a nisu ispunjeni određeni preduvjeti; poglavito širina kolnika, proširenja u zavojima... Na većem broju lokacija uočen je nedostatak kvalitetnog prijelaza nogostupa preko kolnika. Pored toga, pojedine promatrane dionice županijske ceste ŽC4105 imaju lošije prometno oblikovne elemente poprečnog profila ceste u zavojima (lošiji elementi prijelaznica, vitoperenja, bez proširenja u zavojima...).

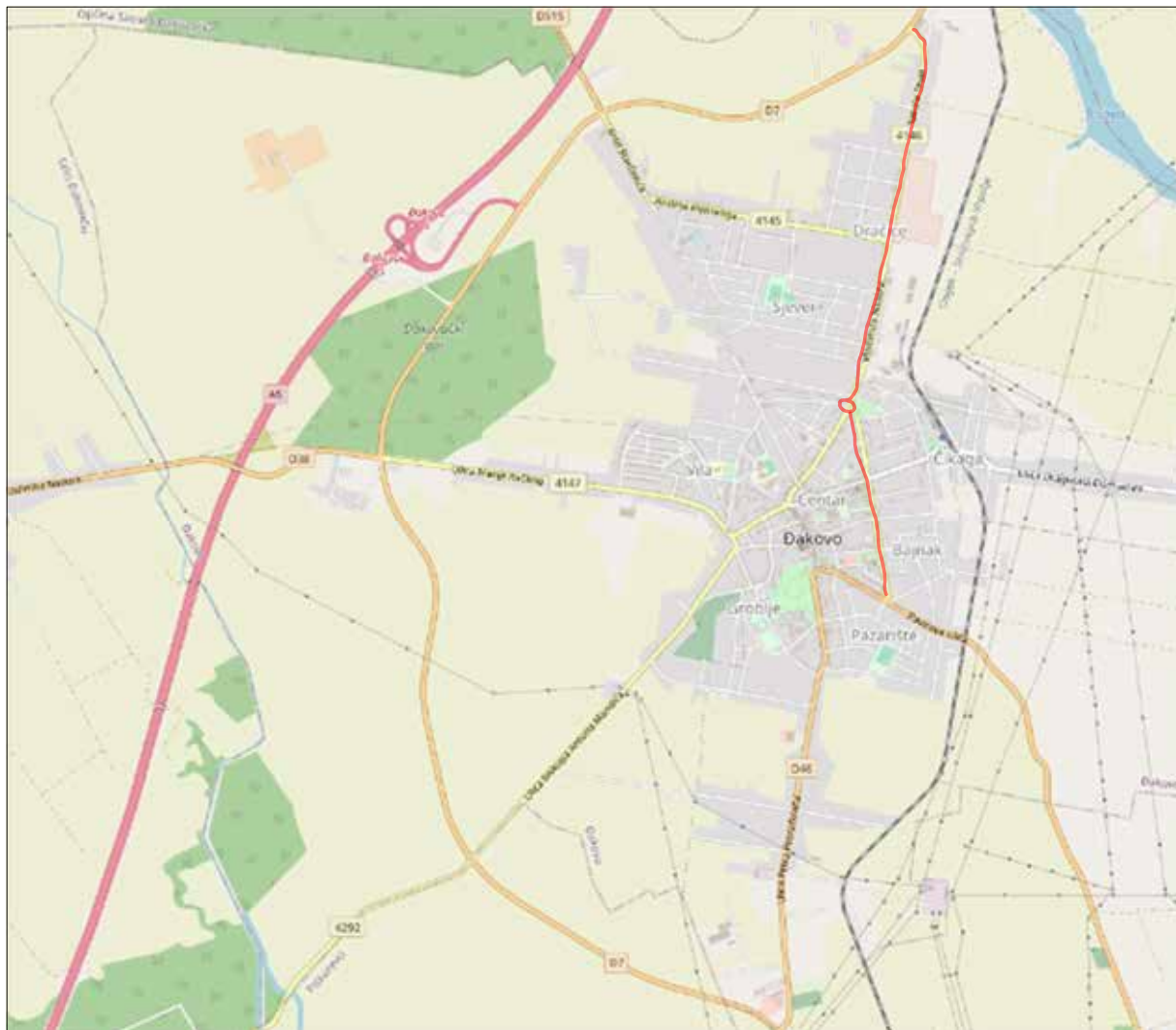
Županijsku cestu ŽC4105 {Podgorač (D515) – Budimci – Čepin (Ž4085)} potrebno je u potpunosti rekonstruirati i postaviti novu prometnu signalizaciju i opremu što iziskuje znatna novčana sredstva. Optimalno bi bilo nužno sanirati opasna mjesta s najvećom stopom rizika koja su posebno obrađena revizijom kako bi se uz minimum ulaganja postigao maksimum poboljšanja stupnja sigurnosti na način da se sanacijom opasnih mjesta smanje posljedice PN i ukupan broj prometnih nesreća a posebno sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama. Predložena varijanta investicijskog plana je sa najpovoljnijim odnosom između iznosa ukupnih troškova, generiranih koristi i prognoziraniog broja spriječenih prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama.

■ **ŽC 4146; Đakovo (DC7 – DC46)**

Županijska cesta ŽC 4146 dužine je 3,538 km. Na dionici kroz grad Đakovo povezuje državnu cestu DC7 na sjevernom s DC46 na južnom dijelu Đakova. Dionica se proteže od ulice Nikole Tesle preko ulica Vladimira Nazora, Frana Krste Frankopana do ulice Eugena Kvaternika. Ukupno ima 23 raskrižja od kojih su tri kružna, jedno većih dimenzija „T“ na obilaznici, dva s državnim cestama (na početku i kraju) i dva s drugim županijskim cestama (ŽC4145 i ŽC4147).

Prema dostavljenim statističkim podacima MUP-a o evidentiranim prometnim nesrećama u periodu od 01.01.2017. godine do 30.09.2021. godine ŽC4146 je od svih ŽC i LC cesta u

nadležnosti Uprave za ceste Osječko-baranjske županije je dionica ŽC ceste s naj većim ukupnim brojem PN (134), s naj većim brojem prometnih nesreća s materijalnom štetom (90), s najvećim brojem prometnih nesreća koji za posljedicu ima lake tjelesne ozljede (57) u kojim je sudjelovao naj veći broj osobnih vozila (118) i bicikala (5). Okolnosti navedene uz prometne nesreće su nepoštivanje prednosti prolaska (20), vožnja na nepropisnoj udaljenosti (32) i ostale pogreške sudionika u prometu (51).



Slika 3. Prikaz ŽC4146

Kod izračuna učestalosti PN za promatrani period (ukupan broj prometnih nesreća / vremenski period u godinama) ŽC 4146 je na prvom mjestu s 35,73 PN/godinu.

Pri izračunu korekcijskog čimbenika F_{s1} analize svih nesreća ($\frac{M\dot{S}+LTO+TTO+PG}{PG}$) ŽC4146 je na uvjerljivom prvom mjestu (daleko ispred svih) sa korekcijskim čimbenikom 151,0.

Kod izračuna korekcijskog čimbenika F_{s3} analize svih nesreća ($\frac{M\dot{S}+LTO+TTO+PG}{TTO+}$) ovisno o broju nesreća s TTO ili poginulim osobama ŽC4146 je na drugom mjestu sa korekcijskim čimbenikom 37,8 samo malo manje od prvog koji ima 38,0.

Pri proračunu indeksa ekvivalentne materijalne štete ŽC 4146 je na 2 mjestu s 319, 5

bodova (bodovanje težinskim koeficijentima PN s materijalnom štetom 1, s LTO 3,5, s TTO 7 i poginulim osobama 9).

Kod izračuna gustoće prometnih nesreća (broj prometnih nesreća / duljina dionice) za promatrano razdoblje ŽC 4146 je isto na 2 mjestu s 37,87 PN/km.

Sukladno navedenim problemima i nedostacima, provedena je cjelovita analiza sigurnosti relevantnih projektno – oblikovnih, građevinsko – tehničkih i prometno – sigurnosnih parametara temeljem metodologije NSM. Na predmetnoj dionici županijske ceste ŽC4146 ustanovile su se postojeće razine rizika od nastanka prometnih nesreća, odnosno nedostaci i potencijalno opasna mjesta koja mogu doprinijeti vjerojatnosti njihovog nastanka.

U sklopu izrade cjelovite analize sigurnosti proveden je i detaljan izvid na terenu predmetne dionice ŽC4146 {Đakovo (DC7 – DC46)} pri čemu su zabilježena sva potencijalno opasna mjesta na kojima postoji veća vjerojatnost od nastanka prometnih nesreća.

Na temelju provedene analize na predmetnoj dionici županijske ceste utvrđeno je 2 najopasnije dionice (označenih po stacionažama od km 1+500,00 do 2+000,00 i od 2+000,00 do km 2+500,00).

Potencijalno opasna mjesta su pri tome klasificirana u 8 kategorija. Prethodno nabrojanih 7 kategorija se u potpunosti ponavljaju i dodaje se nova kategorija:

- Kategorija 8 - Nedostaci na postojećoj infrastrukturi ceste koja pruža lažni vizualni dojam, te se ostvaruju znatno veće brzine kretanja od prilagođene realnim opasnostima.

Rezultati analize postojećeg stanja cestovne sigurnosti na predmetnoj mreži županijskih i lokalnih cesta pokazuju neprihvatljivo visoke razine rizika na promatranim poddionicama (odsječcima) ceste.



Slika 4. Đakovo, ŽC4146 od km 1+500,00 do km 2+500,00, mikrolokacije s rednim brojem PN

Pregledom predmetne dionice utvrđeno je da na većini poddionica pregledane trase ne postoji konkretan uzrok prometnih nesreća, već kombinacija nekih od navedenih kategorija u kombinaciji s raznovrsnim pogreškama vozača. Na primjer na velikom broju poddionica utvrđena je potencijalna opasnost od naleta vozila na druga vozila, pješake, bicikliste..., budući da se na tim poddionicama ne osigurava potrebna preglednost (raskrižja, pješačkog prijelaza...). Pored toga, većina promatrane dionice županijske ceste ŽC4146 ima i veći broj nekvalitetno projektiranih i loše opremljenih parkirališnih površina, te nepreglednih cestovnih priključaka. Na većem broju lokacija uočen je nedostatak kvalitetnog prijelaza nogostupa preko kolnika na način da pješački prijelaz nije riješen na prometno siguran način, nema kontinuiteta

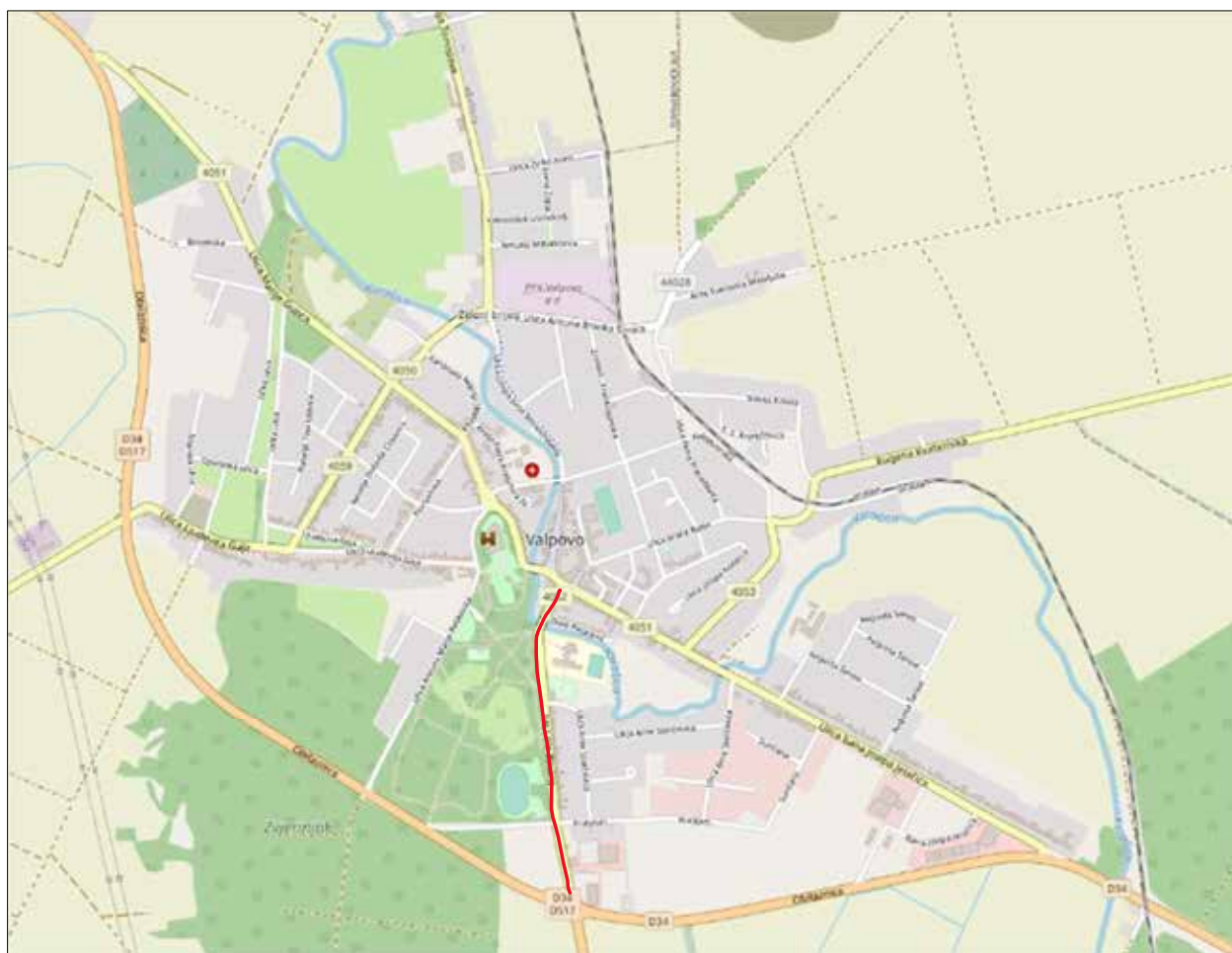
nogostupa ili je nogostup u lošem stanju. Osim toga, na cijeloj duljini predmetne dionice utvrđen je znatan broj biciklista i potpuni nedostatak biciklističke infrastrukture.

Brzina vožnje je potpuno neprimjerena načinu korištenja županijske ceste koja je u naravi glavna sabirna ulica, koja na vrlo maloj duljini od svega 3,5 km ima 23 raskrižja i preko stotinu privatnih parkirališta neposredno uz kolnik. Sabirna ulica u naselju ako ima toliki broj neuređenih parkirališta neposredno uz kolnik ne treba imati maksimalnu brzinu vožnje u naselju od 50 km/h.

Županijsku cestu ŽC4146 {Đakovo (DC7 – DC46)} kao cestu s najvećim brojem prometnih nesreća i najlošijim posljedicama istih po više kategorija (od svih ŽC cesta najveći broj LTO ozlijeđenih osoba što ukazuje na veće brzine PN) potrebno je u potpunosti rekonstruirati i postaviti novu prometnu signalizaciju i opremu.

ŽC 4052; Valpovo (Ž4051 – DC34)

Županijska cesta ŽC 4052 (ulica Ive Lole Ribara) dužine je 1,0 km. Na dionici kroz grad Valpovo povezuje županijsku cestu ŽC4051 na sjevernom s državnom cestom DC34 na južnom dijelu Valpova. Ukupno ima 6 raskrižja od kojih je; jedno kružno na obilaznici, jedno semaforizirano (u centru), jedno s državnom cestom (na kraju) i jedno s županijskom cestom (ŽC4051 na početku).



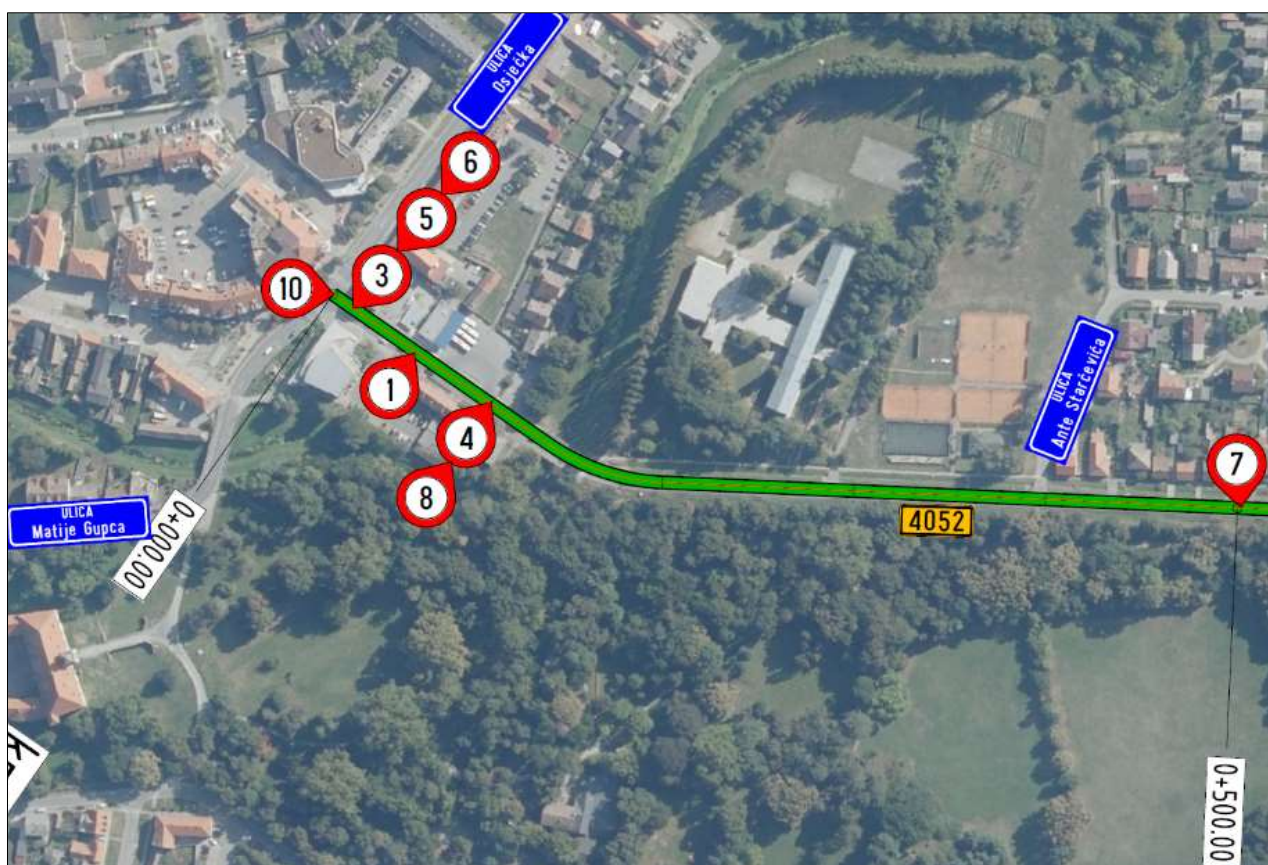
Slika 5. Prikaz ŽC4052

Prema dostavljenim statističkim podacima MUP-a o evidentiranim PN u periodu od 01.01.2017. godine do 30.09.2021. godine ŽC4052 je od svih ŽC i LC cesta u nadležnosti Uprave za ceste Osječko-baranjske županije je dionica ŽC ceste s naj većim ukupnim brojem PN po km.

Kod izračuna gustoće prometnih nesreća (broj prometnih nesreća / duljina dionice) za promatrano razdoblje ŽC 4052 je uvjerljivo na prvom mjestu s 47,16 PN/km.

Sukladno navedenim statističkim podacima, provedena je cjelovita analiza sigurnosti relevantnih projektno – oblikovnih, građevinsko – tehničkih i prometno – sigurnosnih parametara na temelju metodologije NSM. Na predmetnoj dionici županijske ceste ŽC4052 ustanovile su se postojeće razine rizika od nastanka prometnih nesreća, odnosno nedostaci i potencijalno opasna mjesta koja mogu doprinijeti vjerojatnosti njihovog nastanka.

U sklopu izrade cjelovite analize sigurnosti proveden je i detaljan izvid na terenu predmetne dionice ŽC4052 {Valpovo (Ž4051 – D34)} pri čemu su zabilježena sva potencijalno opasna mjesta na kojima postoji veća vjerojatnost od nastanka prometnih nesreća. Na temelju provedene analize na predmetnoj dionici županijske ceste utvrđena je naj opasnija dionica (označena po stacionažama od km 0+000,00 do 0+500,00).



Slika 6. Valpovo, ŽC4052 od km 0+000,00 do km 0+500,00, mikrolokacije s rednim brojem PN

Potencijalno opasna mjesta su pri tome klasificirana u slijedećih 5 kategorija:

- Kategorija 1 - Nedostaci na postojećoj vodoravnoj i okomitoj prometnoj signalizaciji,
- Kategorija 2 - Deformacije i oštećenja na kolničkoj površini te postojećoj pješačkoj infrastrukturi,
- Kategorija 3 - Nedostaci u preglednosti ceste, raskrižja, priključaka i prilaza na cestu te objekata u cestovnoj okolini,
- Kategorija 4 - Nedostaci na postojećoj pješačkoj infrastrukturi poglavito u preglednosti označenih pješačkih prijelaza,
- Kategorija 5 - Nedostaci, deformacije i oštećenja na postojećoj okomitoj prometnoj signalizaciji.

Rezultati analize postojećeg stanja cestovne sigurnosti na predmetnoj mreži županijskih cesta pokazuju neprihvatljivo visoke razine rizika na promatranim poddionicama (odsječcima) ceste.

Pregledom predmetne dionice utvrđeno je da na većini poddionica pregledane trase uzrok prometnih nesreća kombinacija nekih od navedenih kategorija (obično više njih) uz kombinacije više raznovrsnih pogrešaka vozača. Primjer; na velikom broju cestovnih dionica utvrđena je potencijalna opasnost od naleta vozila na druga vozila, budući da se na tim dionicama ne osigurava potrebna preglednost (raskrižja) zbog parkiranih vozila na kolnim ulazima i zelenim površinama. Na lokaciji s najvećim brojem prometnih nesreća uočen je nedostatak kvalitetnog vođenja pješaka po nogostupu i preko kolnika. Osim navedenog, na kraju predmetne dionice (prije obilaznice) utvrđen je i nedostatak biciklističke infrastrukture.

Brzina vožnje V_{85} je neprimjerena načinu korištenja županijske ceste koja je u naravi vezna cesta od obilaznice prema centru i preporuka je smanjiti maksimalnu brzinu vožnje u naselju od 50 km/h.

Županijsku cestu ŽC4052 {Valpovo (ŽC4051 – DC34)} kao cestu s najvećim brojem prometnih nesreća po km potrebno je u potpunosti rekonstruirati i postaviti novu prometnu signalizaciju i opremu što iziskuje znatna novčana sredstva. Optimalno bi bilo nužno sanirati opasna mjesta s najvećom stopom rizika koja su posebno obrađena revizijom kako bi se uz minimum ulaganja postigao maksimum poboljšanja stupnja sigurnosti na način da se sanacijom opasnih mjesta smanji broj prometnih nesreća. Predložena je varijanta investicijskog plana sa najpovoljnijim odnosom između iznosa ukupnih troškova, generiranih koristi i prognoziranoog broja spriječenih prometnih nesreća.

4. ZAKLJUČAK

Razvrstavanjem cestovne mreže s obzirom na sigurnost, na temelju količine i posljedica prometnih nesreća, te utvrđenog postojećeg stanja na analiziranoj cestovnoj mreži predlaže se investicijski plan kojim se postiže najpovoljniji odnos između troškova potrebnih za provođenje mjera sanacije i generiranih koristi. Koristi se prvenstveno očituju kroz poboljšanje razine prometne sigurnosti, smanjivanje posljedica prometnih nesreća, odnosno sprječavanje nastanka prometnih nesreća sa smrtno stradalim i teško ozlijeđenim osobama.

Na temelju utvrđenih razina rizika utvrđuju se i potencijalna smanjenja broja prometnih nesreća na pojedinim lokacijama ili dionicama analizirane mreže cesta uzevši u obzir ograničena novčana sredstva. Unatoč ograničenjima moguće je odrediti optimalni plan za provođenje mjera sanacije na temelju kojega će se poboljšati postojeća razina sigurnosti. Temeljem provedene revizije i analize razine sigurnosti, dobivaju se geografske koordinate lokacija i dionice na kojima je potrebno provesti određene mjere sanacije kako bi se povećala postojeća razina prometne sigurnosti.

Dosadašnja iskustva pokazuju da se u velikom broju situacija provođenjem relativno povoljnih i jednostavnih mjera sanacije poput; postavljanja dodatne okomite prometne signalizacije, dodatnim označavanjem vodoravne prometne signalizacije, postavljanjem prometne opreme (zaštitne odbojne ograde, ublaživača udara ispred zaštitnih ograda, smjerokaznih stupčića...), postavljanjem fizičkih barijera za zabranu parkiranja neposredno prije i poslije označenih pješačkih prijelaza (zbog osiguravanja potrebne preglednosti - obvezno u blizini škola) ili uklanjanjem određenih opasnih objekata (reklamnih panoa većih dimenzija, betonskih stupova i ostalih prepreka...) može značajno smanjiti postojeća razinu rizika, odnosno posljedice prometnih nesreća sa smrtnim ishodom i teškim tjelesnim ozljedama.

5. LITERATURA

- [1] Direktiva 2008/96/EC Europskog parlamenta i Vijeća od 19. studenog 2008. godine o sigurnosti upravljanja cestovne infrastrukture (SL. L. 319 od 29. studenoga 2008. godine),
- [2] Rezolucija Europskog parlamenta od 6. listopada 2021. o Okviru politike EU-a za sigurnost na cestama za razdoblje 2021. – 2030.: preporuke za sljedeće korake u ostvarenju „vizije nula” (2021/2014(INI)),
- [3] Fakultet prometnih znanosti, Hrvatske ceste d.o.o. Zagreb, 2016; Priručnik za rad revizora cestovne sigurnosti, Smjernice za razvrstavanje cestovne mreže s obzirom na sigurnost, Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži,
- [4] Baza statističkih podataka o prometnim nesrećama MUP, PU Osječko-baranjska i PPP Osijek, Osijek, 2021.,
- [5] Zakon o cestama (N.N. 84/2011, 22/2013, 54/2013, 148/2013, 92/2014, 110/2019, 144/2021),
- [6] Pravilnik o reviziji cestovne sigurnosti i osposobljavanju revizora cestovne sigurnosti (N.N. 16/2016),
- [7] Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030.,
- [8] Rencon d.o.o. Osijek, 1990-2022.; Glavni i izvedbeni projekti sanacije opasnih mjesta.

SANACIJA OPASNIH MJESTA NA DRŽAVNIM CESTAMA

Slaviša Babić, dipl.ing.prom.

Hrvatske ceste d.o.o., Vončinina 3, Zagreb; slavisa.babic@hrvatske-ceste.hr

Danijel Brkić, dipl.ing.prom.

Hrvatske ceste d.o.o., Vončinina 3, Zagreb; danijel.brkic@hrvatske-ceste.hr

doc. dr. sc. Željko Šarić, dipl.ing.prom.

Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, Zagreb; zeljko.saric@fpz.hr

Matija Mikac, dipl.oec.

Hrvatske ceste d.o.o., Vončinina 3, Zagreb; matija.mikac@hrvatske-ceste.hr

SAŽETAK

Prepoznavanje lokacija ili dionica na kojima se događaju prometne nesreće te rangiranje istih po prioritetima ulaganja u mjere poboljšanja stupnja sigurnosti prometa Hrvatske ceste provode sustavno i metodološki već gotovo dva desetljeća kroz sanaciju opasnih mjesta (eng. Black spot management). U Republici Hrvatskoj se od 2004. do 2016. godine koristila metodologija za identifikaciju opasnih mjesta koja se bazirala isključivo na numeričkoj definiciji, a od 2017. godine koristi se metodologija koja se bazira na statističkom ispitivanju svih lokacija prometnih nesreća nesrećama i njihovih posljedica, uzimajući pri tome u obzir i prometno opterećenje te je u potpunosti usklađena s međunarodnim iskustvima i preporukama.

Ovim člankom prikazati će se primjena metodologije u postupku identifikacije potencijalno opasnih mjesta na mreži državnih cesta, rezultati pregleda i analize identificiranih potencijalno opasnih mjesta, odnosno utvrđena opasna mjesta, primjeri sanacije opasnih mjesta te realizacija projekta sanacije opasnih mjesta sredstvima iz Europskih fondova.

SUMMARY

Recognition of locations or sections where traffic accidents occur and ranking them according to investment priorities in measures to improve the level of traffic safety Croatian Roads Ltd. have been implementing systematically and methodologically for almost two decades through the Black spot management. From 2004 to 2016, the Republic of Croatia used a methodology for the identification of black spots based solely on numerical definition, and since 2017 a methodology based on statistical examination of all locations of traffic accidents and their consequences has been used, taking into account the traffic load and is fully in line with international experiences and recommendations.

This article will present the application of the methodology in the process of identifying potentially black spots on the state road network, the results of inspections and analysis of identified potentially black spots, examples of black spots rehabilitation and realization of the project of black spots rehabilitation co-financed with EU funds.

1. UVOD

Državne ceste su dio osnovne cestovne mreže Republike Hrvatske i imaju funkciju, između ostalog, prometnog povezivanja regija Republike Hrvatske, povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav te ostvarivanja kontinuiteta E-cesta. Prethodno navedeno rezultira značajnim prometnim tokovima, ali i značajnim izazovima kada je u pitanju sigurnost cestovnog prometa. Identificiranje lokacija ili dionica na kojima se događaju prometne nesreće te rangiranje istih po prioritetima ulaganja u mjere poboljšanja stupnja sigurnosti prometa Hrvatske ceste provode sustavno i metodološki već gotovo dva desetljeća kroz sanaciju opasnih mjesta (eng. Black spot management). Rezultat toga je da se u razdoblju od 2001. do danas saniralo preko 280 opasnih mjesta, za što je investirano preko 270 milijuna kuna. Usporedbom podataka o prometnim nesrećama koje su evidentirane u trogodišnjem razdoblju prije sanacije te u istom razdoblju nakon sanacije opasnih mjesta, utvrđeno je ukupno smanjenje broja prometnih nesreća za 76,2%, broja poginulih osoba za 90,3%, teško ozlijeđenih za 75,3% i broja lakše povrijeđenih za 72,3%.

U sklopu sanacije opasnih mjesta najčešće do sada poduzimane mjere bile su:

- izmjene i dopune prometnih znakova, signalizacije i opreme ceste,
- izgradnja dodatnih prometnih traka za skretanje,
- uklanjanje prepreka koje smanjuju preglednost,
- izgradnja pješačkih i biciklističkih staza,
- izgradnja raskrižja s kružnim tokom prometa te
- poboljšanje karakteristika površine kolnika i geometrijskih karakteristika ceste.

2. METODOLOGIJA IDENTIFIKACIJE OPASNIH MJESTA NA CESTAMA REPUBLIKE HRVATSKE

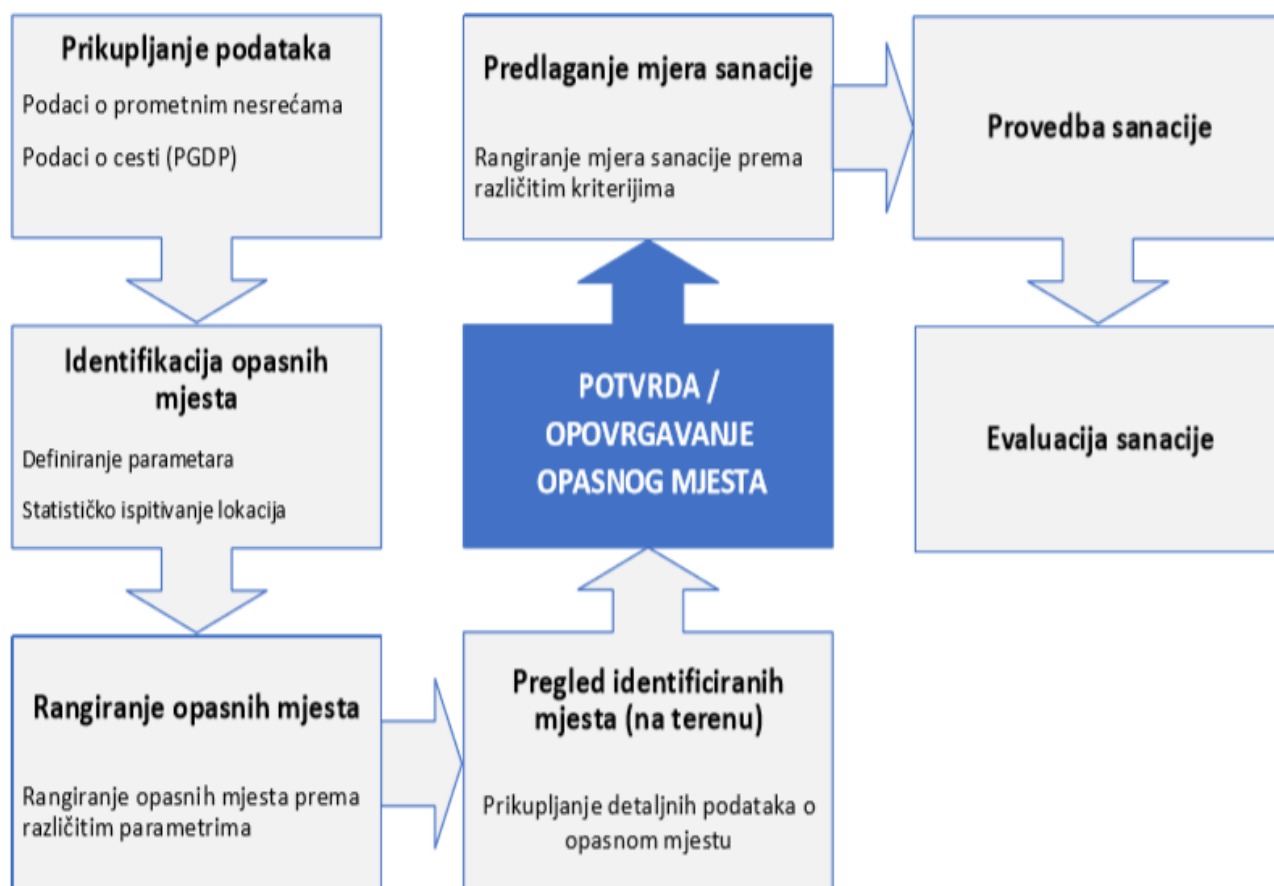
U Republici Hrvatskoj se od 2004. do 2017. godine za identifikaciju opasnih mjesta koristila „Metodologija pristupa sigurnosti prometa“ koju su 2004. godine izradile Hrvatske ceste u suradnji s Institutom građevinarstva Hrvatske d.d. Prema navedenoj metodologiji, opasnim mjestom smatralo se raskrižje ili odsječak ceste duljine do 300 m, odnosno opasna dionica duljine od 300 do 1000 m, uz uvjet da udovoljavaju sljedećim kriterijima:

- 12 ili više prometnih nesreća sa ozlijeđenim osobama u protekle tri godine, i/ili
- 3 ili više istovrsne prometne nesreće s ozlijeđenim osobama u tri godine (ista grupa sudionika, isti pravac kretanja, iste konfliktne površine i dr.), i/ili
- 15 ili više prometnih nesreća u tri godine.

Nastavno na „Metodologiju pristupa sigurnosti prometa“ iz 2004. godine, Hrvatske ceste su u suradnji s Fakultetom prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu pokrenule postupak izrade nove metodologije identifikacije opasnih koju je Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture 2017. godine prihvatilo kao službenu Metodologiju za identifikaciju opasnih mjesta na cestama Republike Hrvatske. Izradi nove metodologije pristupilo se radi njenog

usklađivanja s tada trenutnim europskim regulativama i praksama drugih razvijenijih zemalja, ali i zbog tadašnjeg stanja sigurnosti prometa u Republici Hrvatskoj.

U odnosu na prethodnu metodologiju koja je imala postavljene relativno visoke kriterije za vrednovanje i rangiranje mjesta za sanaciju i koja se odnosila samo na mrežu državnih cesta, nova metodologija temelji se na statističkom ispitivanju svake lokacije na kojima su se dogodile prometne nesreće te uzima u obzir i druge parametre kao što je primjerice prometno opterećenje cestovnih dionica i to na cijeloj mreži cesta Republike Hrvatske. Osnovna prednost ovog modela je što ima dinamički postavljene kriterije koji djeluju ovisno o stanju sigurnosti i opterećenosti promatrane ceste. Na takav način omogućeno je statističko ispitivanje svake lokacije na kojoj se dogodila bar jedna prometna nesreća u odnosu na duljinu ceste, kao i na ukupan broj prometnih nesreća te prometno opterećenje. Navedenim procesom, prvo se provodi identifikacija potencijalno opasnih mjesta koja se rangiraju s obzirom na kritičnu razinu nastanka prometnih nesreća te se nakon njihovog pregleda na terenu i provedene analize donosi konačna odluka koja su od tih mjesta stvarno opasna mjesta na kojima je potrebno poduzeti mjere sanacije. Ovakvim pristupom smanjuje se mogućnost identificiranja tzv. „lažnih opasnih mjesta“. Dakle, nova metodologija orijentirana je upravo na relevantnost identifikacije opasnih mjesta koja se postiže u nekoliko koraka prikazanih na slici 1:



Slika 1 Proces identifikacije opasnih mjesta u Republici Hrvatskoj

Prema novoj metodologiji, Hrvatske ceste provode identifikaciju potencijalno opasnih mjesta za proteklo trogodišnje razdoblje na temelju dostupnih podataka o prometnim nesrećama i prometnom opterećenju. Podatke o prometnim nesrećama prikupljaju se od Ministarstva unutarnjih poslova, dok se podaci o karakteristikama prometnog toka, u pravilu, uzimaju iz publikacije „Brojenje prometa na cestama Republike Hrvatske“. Količina podataka koje Ministarstvo unutarnjih poslova prikuplja putem UPN obrasca je zadovoljavajuća za proces identifikacije opasnih mjesta, ali su nužna poboljšanja pri pozicioniranju prometnih nesreća na mreži cesta, a kao prijedlozi rješenja ovog problema mogu se navesti:

- razvijanje sustava za pronalaženje, prikupljanje, analiziranje i obradu prometnih nesreća baziranih na GIS (engl. Geographic Information System) platformi,
- primjena geokodiranja i geoverifikacije značajnih opisnih atributa,
- primjena pokretnog podatkovnog terminala za točno geopozicioniranje nastalih prometnih nesreća.

Sva identificirana potencijalno opasna mjesta nakon njihovog pregleda na terenu te provedene analize razvrstavaju se na sljedeći način:

- opasna mjesta koja zahtijevaju mjere sanacije,
- lokacije na kojima je opravdano poduzeti dodatne mjere za povećanje sigurnosti prometa,
- lokacije koje trenutno ne zahtijevaju poduzimanje mjera sanacije ili dodatnog povećanja sigurnosti prometa.

3. OPASNA MJESTA NA MREŽI DRŽAVNIH CESTA

Od stupanja na snagu nove metodologije na mreži državnih cesta dodatno su utvrđena ukupno 42 opasna mjesta, od toga u 2019. godini njih 28, dok u 2021. njih 14, iz čega je razvidno da postupcima i aktivnostima sanacije i rekonstrukcije dionica državnih cesta dolazi do smanjenja novoutvrđenih opasnih mjesta. Popis navedenih 14 opasnih mjesta koja su utvrđena u sklopu posljednjeg obavljenog pregleda iz 2021. godine prikazana su u nastavku:

Tablica 1.: Identificirana opasna mjesta prema županijama

RB.	ŽUPANIJA	BROJ OPASNIH MJESTA
1.	Brodsko-posavska županija	1
2.	Istarska županija	1
3.	Ličko-senjska županija	4
4.	Osječko-baranjska županija	2
5.	Sisačko-moslavačka županija	1
6.	Splitsko-dalmatinska županija	1
7.	Šibensko-kninska županija	1
8.	Varaždinska županija	1
9.	Zadarska županija	2



Slika 2 Kartografski prikaz lokacija identificiranih opasnih mjesta na mreži državnih cesta u 2021. godini

Dakle, prema posljednjoj identifikaciji, najviše opasnih mjesta je identificirano u Ličko-senjskoj županiji, njih četiri.

Kako bi se mogao odrediti prioritet prilikom poduzimanja mjera za povećanje sigurnosti cestovnog prometa na identificiranim opasnim mjestima, lokacije su rangirane sukladno razini opasnosti svake od lokacija. Razina opasnosti određena je na temelju broja i posljedica prometnih nesreća, prometnog opterećenja i duljine same lokacije. Konačan popis rangiranih lokacija prema razini opasnosti prikazan je u Tablici 2:

Tablica 2.: Popis opasnih mjesta rangiran prema razini rizika

Rb	Naziv	Razina rizika
1	DC 25 (05_DC25) - 002 - Korenica (D1) - Karlobag (D8)	1,88
2	DC 8 (08_DC8) - 010 - Sibinj (g.ž.) - Magdalena (g.ž.)	1,78
3	DC 51 (09_DC51) - 002 - Baničevac (g.ž.) - čvor Nova Gradiška (A3)	1,73
4	DC 7 (29_DC7) - 003 - GP Duboševica - Vrpolje (g.ž.)	1,34
5	DC 8 (30_DC8) - 010 - Sibinj (g.ž.) - Magdalena (g.ž.)	1,34
6	DC 8 (31_DC8) - 010 - Sibinj (g.ž.) - Magdalena (g.ž.)	1,34
7	DC 8 (34_DC8) - 013 - Magdalena (g.ž.) - Drage (g.ž.)	1,30
8	DC 45 (39_DC45) - 002 - Rogoža (g.ž.) - čvor Kutina (A3)	1,19
9	DC 306 (47_DC306) - 001 - Vir - Zadar (D8)	1,14
10	DC 75 (52_DC75) - 005 - Plovanija (D200) - Pula (D66)	1,11
11	DC 33 (60_DC33) - 002 - GP Strmica - trajektna luka Šibenik	1,07
12	DC 8 (62_DC8) - 016 - Marina (g.ž.) - Gradac (g.ž.)	1,06
13	DC 24 (63_DC24) 004 - Pece (g.ž.) - Ludbreg (D2)	1,06
14	DC 34 (64_DC34) - 002 - Čadavički Lug (g.ž.) - Josipovac (D2)	1,06

Nastavno na razinu rizika, Hrvatske ceste su krajem 2021. godine provele sanaciju opasnog mjesta na državnoj cesti DC25. Radi se o zavoju na kojemu je dolazilo do izlijetanja motociklista, a na kojem su poduzete mjere povećanja sigurnosti koje su se odnosile na postavljanje odbojne ograde u punoj dužini zavoja s dodatnim plaštom za motocikliste, postavljanje dodatne prometne signalizacije kojom se naglašava zahtjevan zavoj, dodatno povećanje hvatljivosti kolnika neinvazivnom metodom te postavljanje senzora udara i njihovo povezivanje na Središnji centar za nadzor i upravljanje prometom kako bi se u slučaju izlijetanja vozila, posebice motociklista, reagiralo u najkraćem mogućem vremenu. Predmetna tehnologija je korištena po prvi puta u Republici Hrvatskoj. U nastavku je dat fotografski prikaz lokacije prije i poslije sanacije:



Slika 3 Opasno mjesto na DC25 prije sanacije

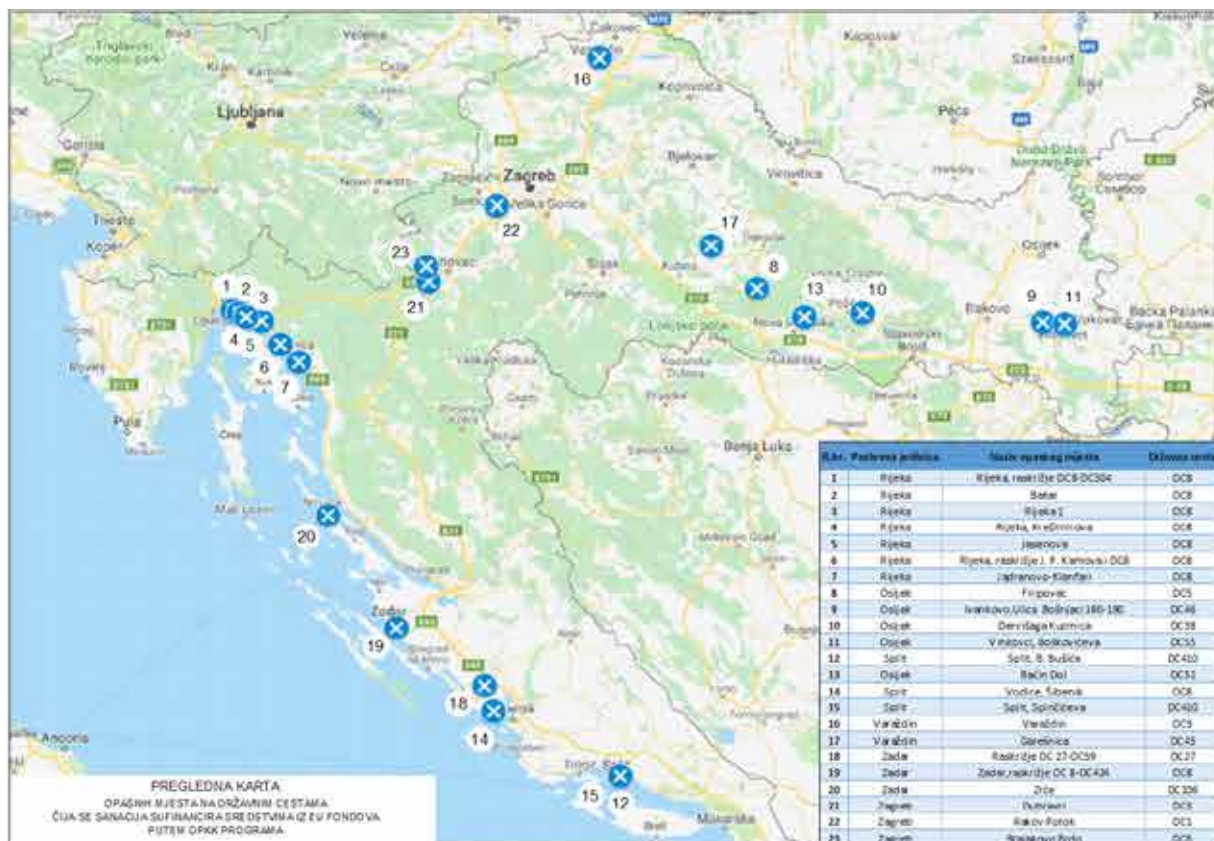


Slika 4 Sanirano opasno mjesto na DC25

Trenutno su Hrvatske ceste od ukupno 42 utvrđena opasna mjesta pokrenule aktivnosti na sanaciji njih 22, a što uključuje izradu projektne dokumentacije, ishodaenje akata nadležnih tijela odnosno radove na samoj sanaciji. Ukupna procijenjena vrijednost njihove sanacije iznosi cca 80 mil. kuna.

4. FINANCIRANJE SANACIJE OPASNIH MJESTA SREDSTVIMA IZ FONDOVA EUROPSKE UNIJE

Europska unija prepoznala je problem sigurnosti prometa kao jedan od krucijalnih problema modernog društva te je 2010. godine postavljen ambiciozan desetogodišnji cilj smanjenja broja poginulih u cestovnom prometu za 50% do 2020. godine, a koji je i Republika Hrvatska u svom Nacionalnom programu sigurnosti cestovnog prometa 2011.-2020. definirala kao glavni cilj. Nastavno na navedeno, Hrvatske ceste, osim vlastitim sredstvima, određeni dio opasnih mjesta saniraju i sredstvima EU za koja je u siječnju 2019. godine potpisan prvi ugovor o sufinanciranju sanacije opasnih mjesta na državnim cestama. U sklopu navedenog ugovora sanirati će se 23 opasna mjesta, a njegova ukupna vrijednost iznosi 68,596.132,80 kuna, od čega su prihvatljivi troškovi sufinanciranja 55,433.982,80 kuna. Projekt se planira u potpunosti provesti do lipnja 2023. godine, a u nastavku je dat kartografski prikaz navedenih opasnih mjesta.



Slika 5 Pregledna karta opasnih mjesta koja se sufinanciraju sredstvima iz EU fondova

U sklopu projekta je za svako opasno mjesto predviđena i provedba revizije cestovne sigurnosti te je i nabavljeno specijalno vozilo za inspekciju cesta, koje će se koristiti u svrhu provjere kvalitete prometnih tehničkih elemenata ceste.



Slika 6 Specijalno vozilo za inspekciju cesta

U sklopu provedbe projekta trenutno je izvršena sanacija na:

1. OM „Baćin Dol“ u sklopu izvanrednog održavanja kolnika državne ceste oznake DC 51, dionica 002, stacionaža od 12+500 do 18+000 km, ukupne duljine 5,500 km
2. OM „Vinkovci, Boškovićeve“, na državnoj cesti DC55 u sklopu rekonstrukcije državne ceste DC55, u dionici Ulice Ruđera Boškovića u Vinkovcima, u duljini od 1.145 km
3. OM „Rijeka, raskrižje J.P. Kamova i DC8“
4. OM „Zadar, raskrižje DC 8 – DC 422.“

Važno je napomenuti da pojedini postupci sanacije opasnih mjesta zahtijevaju izradu idejnih i glavnih projekata, a samim time i ishođenje različitih dozvola, mišljenja i suglasnosti te nerijetko otkup zemljišta prije početka same sanacije, pa se stoga do potpune sanacije pojedinog opasnog mjesta poduzimaju i dodatne aktivnosti kako bi se u najvećoj mogućoj mjeri umanjila mogućnost nastanka prometnih nesreća te smanjenje njihovih posljedica. Na slikama u nastavku prikazane su mjere koje su poduzete na opasnom mjestu „Raskrižje DC27 – DC59“ u Stankovcima u Zadarskoj županiji.



Slika 7 Prikaz poduzetih mjera do potpune sanacije opasnog mjesta „Raskrižje DC27 – DC59“ u Stankovcima

5. ZAKLJUČAK

Mjere povećanja stupnja sigurnosti prometa mogu biti proaktivne i retroaktivne, a sanacija opasnih mjesta je dokazana retroaktivna mjera koja se temelji na podacima o prometnim nesrećama i prometnim tokovima te se sustavno primjenjuje od 2001. godine na državnim cestama.

Preduvjet za uspješnu identifikaciju opasnih mjesta su relevantni podaci o karakteristikama prometnih nesreća, ali i jasno definirani kriteriji na temelju kojih se provodi proces identifikacije. Osnovna prednost „nove“ Metodologije je što ima dinamički postavljene

kriterije koji djeluju ovisno o stanju sigurnosti, ali i opterećenosti promatrane ceste. Na takav način omogućeno je statističko ispitivanje svake lokacije na kojoj se dogodila bar jedna prometna nesreća u odnosu na duljinu ceste, ukupan broj prometnih nesreća te prometno opterećenje. Navedenim procesom, opasna mjesta se rangiraju s obzirom na kritičnu razinu nastanka prometnih nesreća čime se omogućuje relevantniji uvid u stanje na terenu te se lakše donosi odluka o prioritetima pri pregledu opasnih mjesta.

Konačna potvrda identifikacije opasnog mjesta donosi se tek nakon pregleda identificiranog mjesta čime se smanjuje mogućnost identificiranja tzv. „lažnih opasnih mjesta“. Ujedno, ovakvim pristupom osigurava se odabir optimalnog rješenja sanacije odnosno povećanja sigurnosti prometa na tom dijelu ceste.

LITERATURA:

- [1] Interna dokumentacija Hrvatskih cesta d.o.o.
- [2] Šarić, Ž et al.: Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, 2016.

Analiza biciklističkog prometa u Republici Hrvatskoj

(Analysis of bicycle traffic in the Republic of Croatia)

Autori:

mr.sc. IVICA JUJNOVIĆ, dipl.ing.

E-mail: ivica.jujnovic@mmpi.hr

Republic of Croatia

Ministry of the Sea, Transport and Infrastructure

Prisavlje 14, 10000 Zagreb, Croatia

doc.dr.sc. MARIO ĆOSIĆ

E-mail: mario.cosic@fpz.unizg.hr

University of Zagreb,

Faculty of Transport and Traffic Sciences

Vukelićeva 4, 10000 Zagreb, Croatia

TIBOR LEHOTKAI, mag.ing.traff.

E-mail: tibor.lehotkai@mmpi.hr

Republic of Croatia

Ministry of the Sea, Transport and Infrastructure

Prisavlje 14, 10000 Zagreb, Croatia

MATIJA SIKIRIĆ, mag.ing.traff.

E-mail: msikiric@fpz.unizg.hr

University of Zagreb,

Faculty of Transport and Traffic Sciences

Vukelićeva 4, 10000 Zagreb, Croatia

Sažetak

Globalni trend urbanizacije rezultira naglim rastom broja stanovnika u urbanim područjima koja su ograničena prostornim kapacitetom. Navedena problematika bitno se odražava na prometni sustav, rezultirajući visokim direktnim i indirektnim troškovima. Kao odgovor na novonastalu situaciju poseže se za održivim rješenjima. Nemotorizirani promet, a samim time i biciklistički promet, predstavlja jedan od glavnih segmenata u postizanju održive mobilnosti. Iako nemotorizirani promet ima značajnu ulogu u zadovoljavanju prijevozne potražnje, često bude zapostavljen u prometnom planiranju.

Rad se temelji na istraživanju provedenom za potrebe izrade Nacionalnog plana razvoja biciklističkog prometa za razdoblje od 2022. do 2027. godine. Vizija Nacionalnog plana glasi: kvalitetniji i održiviji biciklistički promet, utemeljen na integriranom i uključivom planiranju te kvalitetnoj infrastrukturi, čini aktivnu mobilnost sigurnom i privlačnom, a Republika Hrvatska postaje pristupačnije, zdravije i poželjnije mjesto za život. U radu će biti prikazani rezultati provedene analize, kao i usporedba stanja biciklističkog prometa RH s ostalim državama članicama Europske unije. Analiza uključuje sve bitne segmente biciklističkog prometa, kao što su: načinska raspodjela putovanja i intermodalnost prometnog sustava, sigurnost, emisije onečišćenja, utjecaj na zdravlje te prometna infrastruktura.

Ključne riječi: *biciklistički promet, biciklistička infrastruktura, nemotorizirani promet, održiva mobilnost, održivo planiranje*

Abstract

The global trend of urbanization results in high population growth rates in urban areas of limited spatial capacity. This issue significantly affects the transport system, resulting in high direct and indirect costs. In response to the new situation, sustainable solutions are being sought. Non-motorized transport, and thus bicycle transport, is one of the main segments in achieving sustainable mobility. Although non-motorized traffic plays an important role in meeting transport demand, it is often neglected in traffic planning.

The paper is based on research conducted for the purposes of drafting the National Plan for the Development of Bicycle Traffic for the period from 2022 to 2027. The vision of the National Plan is: better and more sustainable cycling, based on integrated and inclusive planning and quality infrastructure, makes active mobility safe and attractive, and the Republic of Croatia becomes more accessible, healthier and more desirable place to live. The paper will present the results of the analysis, as well as a comparison of the state of bicycle traffic in the Republic of Croatia with other EU member states. The analysis includes all important segments of bicycle traffic, such as: modal split, intermodality of the transport system, safety, pollution emissions, health impact and transport infrastructure.

Key words: *bicycle traffic, bicycle infrastructure, non-motorized traffic, sustainable mobility, sustainable planning*

1. Uvod

Globalni trend urbanizacije rezultira naglim rastom broja stanovnika u urbanim područjima ograničenih prostornih kapaciteta. Navedena problematika bitno se odražava na funkciju prometnog sustava, rezultirajući nizom direktnih i indirektnih troškova sustavu. Kao odgovor novonastaloj situaciji poseže se za održivim rješenjima. Nemotorizirani promet, a samim time i biciklistički promet, predstavlja jedan od glavnih segmenata u postizanju održive mobilnosti. Iako nemotorizirani promet ima značajnu ulogu u zadovoljavanju prijevozne potražnje, često bude zapostavljen u prometnom planiranju.

Republika Hrvatska mora implementirati dodatne mjere kako bi postigla ciljeve iz područja klimatskih promjena do 2030. godine. Prometni sektor i dalje je glavni generator emisija štetnih plinova za okoliš (približno 30 % od ukupne količine). Dodatni zabrinjavajući podatak je da potrošnja energije u prometnom sektoru kontinuirano raste od 2015. godine. [1]

Istraživanje provedeno od strane Europske komisije iz 2019. godine procjenjuje da su ukupni eksterni troškovi prometnog sustava Republike Hrvatske približno 6,9 % BDP-a prema paritetu kupovne moći, dok je prosjek Europske unije bio 5,7 % BDP-a. Gotovo polovica eksternih troškova odnosi se na prometne nesreće, što je također iznad europskog prosjeka. Poboljšanje sigurnosti prometa na cestama kroz reduciranje broja poginulih i teško ozlijeđenih dovelo bi do reduciranja zdravstvenih i ekonomskih gubitaka društva, kao i poboljšanja produktivnosti radne snage. Takvo poboljšanje dovelo bi do kreiranja održivosti hrvatskih gradova, općina i općenito zajednica. Generalni zaključak istraživanja je da do danas nisu postignuta značajna poboljšanja sa aspekta održivosti gradskog prometa. [1]

Trenutnom razinom bicikliranja zemlje članice Europske unije ostvaruju dobit od 150 milijardi eura godišnje, od čega više od 90 milijardi eura otpada na eksterne troškove za okoliš, javno zdravstvo i prometni sustav. Za usporedbu, u nedavnoj studiji Europske komisije negativni eksterni troškovi motoriziranog cestovnog prijevoza, tj. troškovi po okoliš, zdravlje i promet, procijenjeni su na 800 milijardi eura godišnje. Ulaganja u biciklističke projekte imaju vrlo povoljan omjer dobiti i troškova te su izvrsno uloženi novac. S biciklističkom ekonomijom povezano je oko 650.000 radnih mjesta. [1]

Biciklistička mreža prometnica varira ovisno o veličini (opsegu) i rasponu (području obuhvata) promatranih ruta. Počevši od glavnih ruta, sljedeća je podjela [2]:

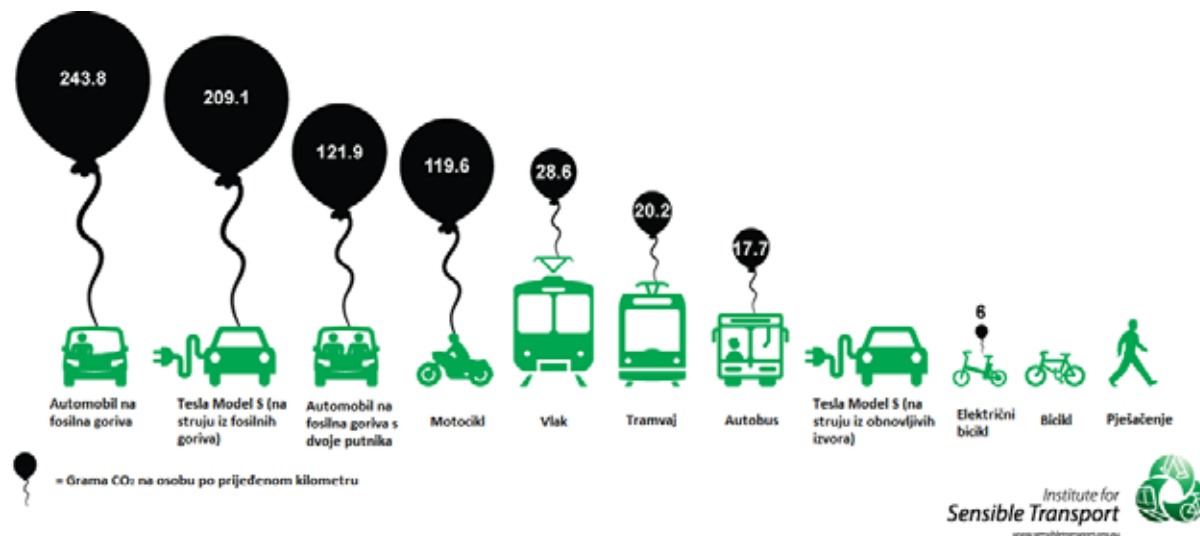
- EuroVelo mreže biciklističkih ruta/prometnica – u fokusu turistička putovanja;
- nacionalne mreže biciklističkih ruta/prometnica – u fokusu turistička putovanja;
- regionalne mreže biciklističkih ruta/prometnica – u fokusu rekreativna i radna putovanja;
- lokalne mreže biciklističkih ruta/prometnica – u fokusu radna putovanja.



Slika 1. Piramida važnosti biciklističkih ruta [2]

U svrhu istraživanja provedenog za grad Melbourne, napravljen je prikaz koji prikazuje odnos između održivih („čistih“) i neodrživih („prljavih“) načina prijevoza. Slika 2. koristi crne balone za ilustraciju emisija CO₂ po osobi, po kilometru. Istraživanjem se došlo do zaključka kako bi električna vozila punjena na struju proizvedenu u elektranama na klasična goriva mogla zagađivati više od primjerice novih automobila na benzinska goriva. Na grafičkom prikazu su prikazani električni automobili koji se pune na različite načine, kao i električni bicikl kao najčešće električno prijevozno sredstvo. [3]

Električni bicikl, čak i kada se puni na struju proizvedenu iz fosilnih goriva, i dalje zagađuje okoliš oko 40 puta manje od klasičnog benzinskog automobila, pri čemu vožnja biciklom uopće ne emitira emisije CO₂. Sve brojeke na prikazu su operativne, odnosno ne uključuju emisije povezane s proizvodnjom vozila. [3]



Slika 2. Omjer proizvedenih emisija CO₂ s obzirom na prijevozno sredstvo (po osobi, po prijeđenom kilometru) [3]

Poticanje bicikliranja i korištenje bicikla kao prijevoznog sredstva povećava psihofizičko zdravlje zaposlenika zbog tjelesne aktivnosti i smanjenje utjecaja na okoliš, što posljedično dovodi do manje bolovanja i povećanja efikasnosti na radnom mjestu. Ipak, postoje granice u pogledu udaljenosti i fizičkog napora. Prema brojnim međunarodnim istraživanjima putovanje biciklom je pogodno za udaljenosti do oko 7 km (u slučaju električnih bicikala čak i više). Prema anketi Državnog zavoda za statistiku, provedenoj u travnju 2018. godine, u kojoj je vožnja bicikla istaknuta kao jedan od najzdravijih načina kretanja, istaknuto je da biciklisti u Hrvatskoj prosječno prelaze 3,5 kilometara po putovanju. [4]

Rad se temelji na istraživanju provedenom za potrebe izrade Nacionalnog plana razvoja biciklističkog prometa za razdoblje od 2022. do 2027. godine. Vizija Nacionalnog plana glasi: kvalitetniji i održiviji biciklistički promet, utemeljen na integriranom i uključivom planiranju te kvalitetnoj infrastrukturi, čini aktivnu mobilnost sigurnom i privlačnom, a Republika Hrvatska postaje pristupačnije, zdravije i poželjnije mjesto za život. U radu će biti prikazani rezultati provedene analize, kao i usporedba stanja biciklističkog prometa RH s ostalim državama članicama Europske unije. Analiza uključuje sve bitne segmente biciklističkog prometa, kao što su: načinska raspodjela putovanja i intermodalnost prometnog sustava, sigurnost, emisije onečišćenja, utjecaj na zdravlje te prometna infrastruktura.

2. Prikupljanje podatka i metodologija istraživanja

Za potrebe izrade analize stanja biciklističkog prometa korištene su slijedeće metode:

- pregled međunarodne i nacionalne literature u području biciklističkog prometa;

- prikupljanje i analiza podataka o sustavima javnih bicikala;
- analiza i mapiranje podataka o nesrećama u kojima su sudjelovali biciklisti;
- prikupljanje, analiza i mapiranje podataka o izgrađenoj biciklističkoj infrastrukturi na državnoj, županijskoj i lokalnoj razini.

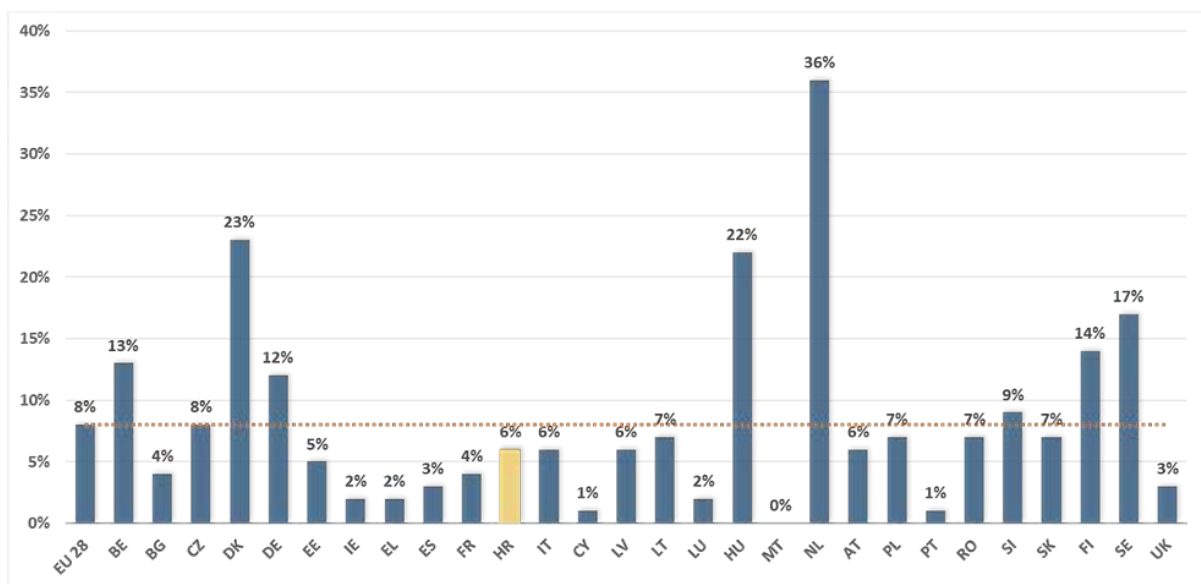
Prilikom izrada statističkih analiza korišten je programski alat Excel, dok je za mapiranje korišten programski alat QGIS. Analiza je uključivala podatke dobivene od strane Ministarstva mora, prometa i infrastrukture, Ministarstva unutarnjih poslova, svih županija RH, gradova RH (županijskih središta i ostalih gradova sa 20 i više tisuća stanovnika), nacionalne udruge Hrvatski autoklub, udruge Sindikat biciklista i ostalih izvora.

Prilikom analize postojeće biciklističke infrastrukture korištena je kategorizacija sukladno Pravilniku o funkcionalnim kategorijama za određivanje mreže biciklističkih ruta. Pravilnikom su utvrđena polazišta za razvrstavanje pojedinih biciklističkih ruta te državne glavne biciklističke rute kao osnova mreže kategoriziranih biciklističkih ruta na teritoriju Republike Hrvatske. Rute državnog značaja uključuju državne glavne rute i državne vezne rute, dok rute županijskog značaja uključuju županijske rute i lokalne rute.

3. Rezultati analize biciklističkog prometa

3.1. Načinska raspodjela putovanja

Slika 3. prikazuje načinsku raspodjelu korištenja bicikla u svakodnevnim putovanjima u državama članicama Europske unije.



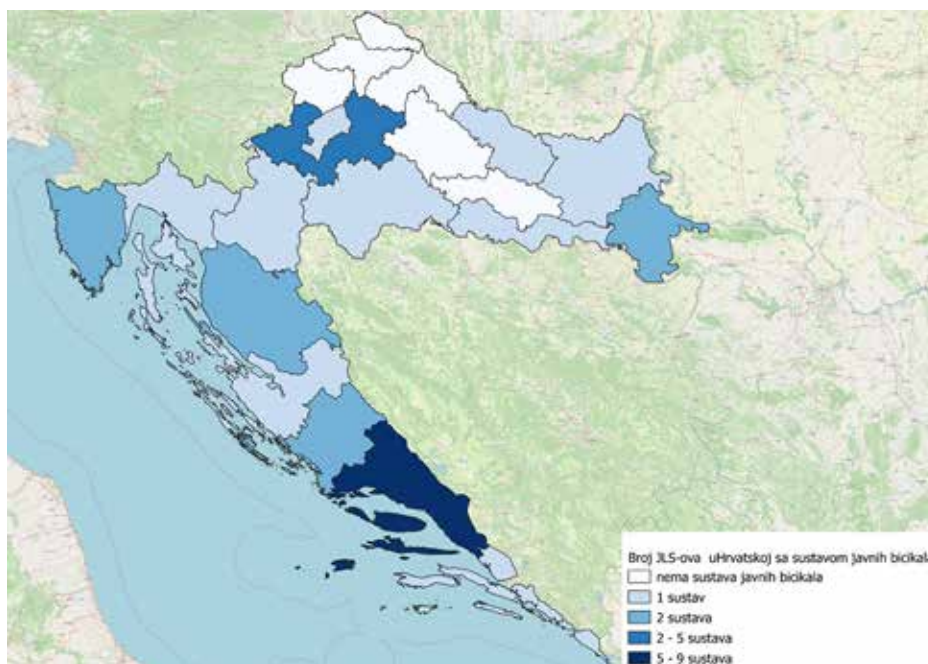
Slika 3. Načinska raspodjela korištenja bicikla u svakodnevnim putovanjima u državama članicama Europske unije (istraživanje provedeno 2014. godine) [5]

Udio korištenja bicikla u državama članicama Europske unije za svakodnevna putovanja prikazan je slikom 3. Udio vožnje biciklom u modalnoj razdiobi putovanja za EU 28 iznosi oko 8 % (Hrvatska 6 %), pri čemu najveći udjel imaju zemlje poput Nizozemske i Danske.

3.2. Intermodalnost prometnog sustava

Nemogućnost prijevoza bicikala autobusima stvara poteškoće i u putovanjima vlakom jer, iako isti na određenim linijama pruža mogućnost prijevoza bicikala, na onim relacijama na kojima se prijevoz umjesto vlakom odvija autobusima onemogućeno je cijelo putovanje biciklom. Prijevoz bicikala unutar ili na vozilima javnog gradskog prijevoza u gradovima (autobusi i

tramvaji) u samim je začecima (uveden u Zagrebu i Poreču), iako se ovakva usluga u drugim državama pokazuje kao uspješna.



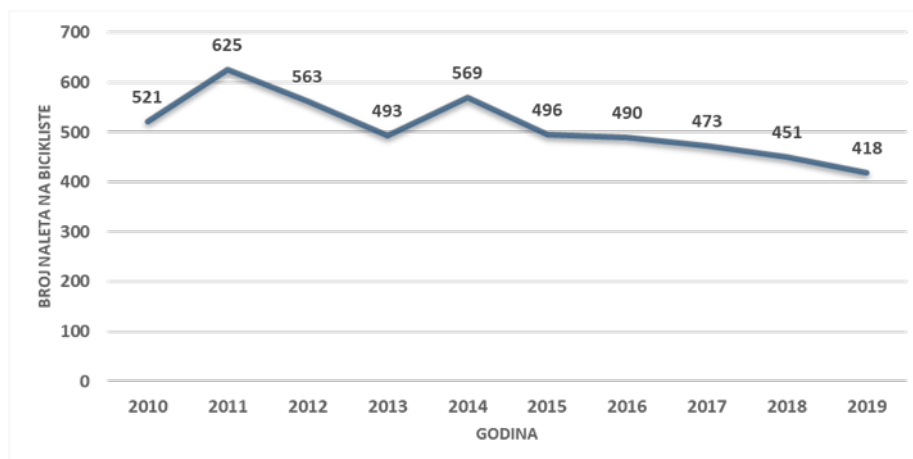
Slika 4. Grafički prikaz gustoće sustava javnih bicikala po županijama u Hrvatskoj

Sustavi javnih bicikala su odlična dopuna autobusnim, tramvajskim, željezničkim i ostalim sustavima javnog prijevoza, a uloga im je i činjenje tih sustava dostupnijima korisnicima. Nextbike sustav javnih bicikala u Hrvatskoj prednjači po broju gradova u kojima se nalazi (28 gradova sa 197 stanica te preko 1200 javnih bicikala u 2021. godini), što je bitan preduvjet za integrirana putovanja.

3.3. Sigurnost biciklističkog prometa

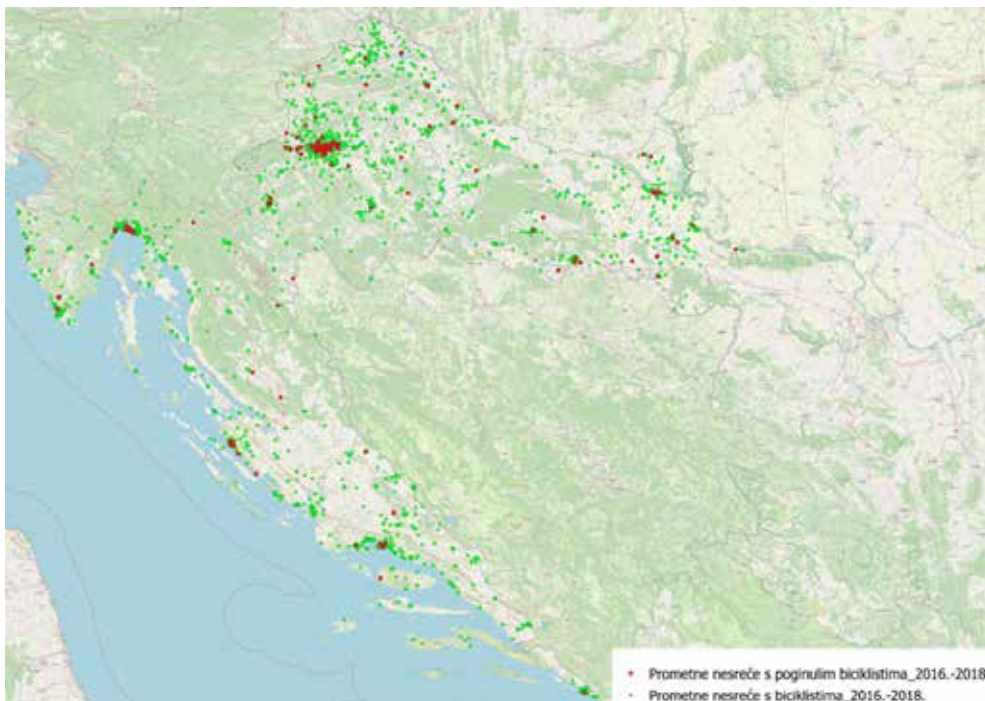
Prema podacima, biciklisti sudjeluju u 13 % teških prometnih nesreća te u 5 % nesreća s poginulim osobama. Biciklisti su uzrok u 62 % teških prometnih nesreća s biciklistima (8 % od svih teških prometnih nesreća). U teškim prometnim nesrećama 16 % biciklista bilo je maloljetno, dok su u 21 % slučajeva biciklisti bili stariji od 64 godine.

Prema važećem Nacionalnom planu sigurnosti prometa na cestama 2021. – 2030. do 2030. godine u području djelovanja PD7 cilj provedbe mjera je reducirati broj teških prometnih nesreća u kojima stradavaju biciklisti (Slika 5.).



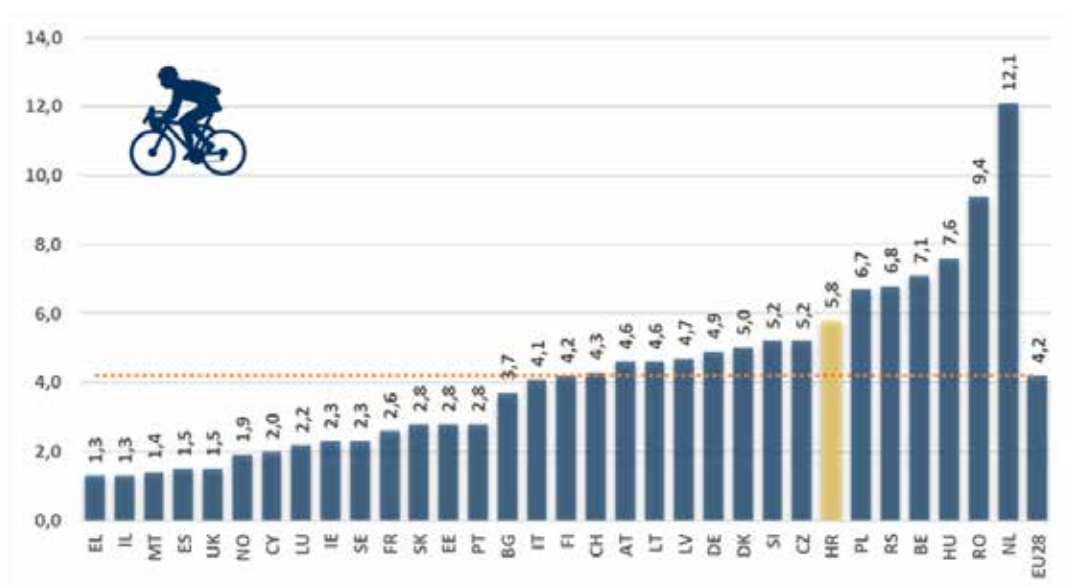
Slika 5. Broj prometnih nesreća u kojima su sudjelovali biciklisti u proteklom desetogodišnjem razdoblju [6]

Temeljem službenih podataka dobivenim od strane Ministarstva unutarnjih poslova Republike Hrvatske u razdoblju od 2016. do 2018. godine dogodilo se 1414 prometnih nesreća u kojima su stradali biciklisti, od kojih je 52 bilo sa smrtnim ishodom za bicikliste.



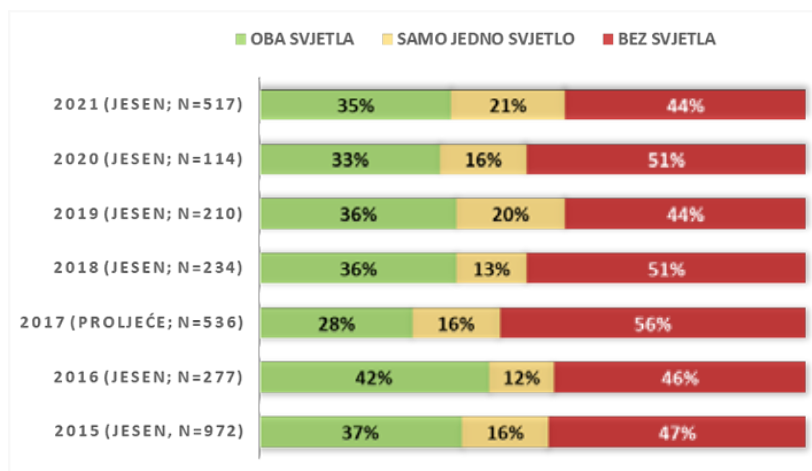
Slika 6. Lokacije prometnih nesreća s biciklistima na području Republike Hrvatske u periodu od 2016. do 2018. godine [7]

Pregledom relevantnih podataka na području Europske unije te usporedbom prema zemljama članicama, može se utvrditi velika mogućnost poboljšanja biciklističkog prometa u Republici Hrvatskoj. Podaci za razdoblje od 2016. do 2018. godine pokazuju kako je prosječan broj poginulih biciklista u Republici Hrvatskoj na 1.000.000 stanovnika veći za 38 % od prosjeka Europske unije (Slika 7.).



Slika 7. Broj poginulih biciklista na 1.000.000 stanovnika od 2016. do 2018. [8]

Udruga “Sindikata biciklista” iz Zagreba kontinuirano provodi mjerenje biciklističke osvjetljenosti u Zagrebu i bilježi vrlo niske postotke korištenja svjetala među zagrebačkim vozačima bicikala. Uz male varijacije ovisno o godišnjem dobu, rezultati pokazuju da svega oko trećine koristi oba uredna i vidljiva svjetla, petina ima samo jedno svjetlo, a čak polovica ih noću nema nikakvo osvjetljenje.



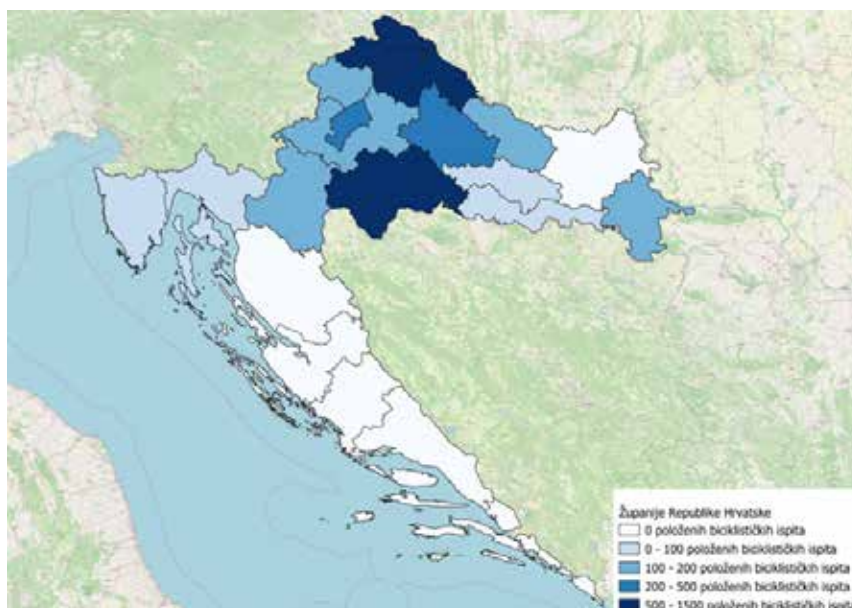
Slika 8. Postotni omjer osvjetljenosti biciklista u Zagrebu s obzirom na korištenje svjetala na biciklu [9]

Iako ove rezultate treba razmatrati s oprezom, jer se ne odnose na nacionalnu razinu, pokazatelj su postojanja problema koji značajno doprinosi manjoj sigurnosti biciklista u prometu tijekom noći i u uvjetima slabe vidljivosti te povećanju vjerojatnosti za nastanak teških prometnih nesreća u kojima sudjeluju biciklisti.

3.4. Edukativni program

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u školskoj godini 2019./2020. V. razrede osnovnih škola pohađalo je 40.187 učenika [10]. Kada iste podatke usporedimo s podacima HAK-a [11] o broju položenih ispita putem „Programa osposobljavanja za upravljanje biciklom“, njih 2.240, može se zaključiti kako je svega 6% učenika osposobljeno za sigurno upravljanje biciklom u prometnom okruženju.

U razdoblju od 2017. do 2019. godine u „Programu osposobljavanja za upravljanje biciklom“ sudjelovalo je više od 11.000 učenika, od kojih je uspješno položio 5.500 učenika što u prosjeku predstavlja 50 % sudionika. [11]



Slika 9. Broj položenih ispita za upravljanje biciklom po županijama za razdoblje 2017.–2019. [11]

3.5. Biciklistička infrastruktura

Izračunom stvarnih duljina državnih biciklističkih ruta na državnim, županijskim, lokalnim i nerazvrstanim cestama (bez pomorskog dijela ruta), obzirom na ukupnu duljinu mreže državnih biciklističkih ruta, sukladno Pravilniku o funkcionalnim kategorijama za određivanje mreže biciklističkih ruta Republike Hrvatske, dobiva se sljedeće: 62% trasirano je u koridoru županijskih i lokalnih cesta (2.680 kilometara); 24% trasirano je u koridoru državnih cesta (1.032 kilometara); te ostatak od 14% kategorizirano je kao nerazvrstane prometnice (594 kilometara).



Slika 10. Prikaz zajedničke mreže državnih biciklističkih ruta i međunarodnih EuroVelo ruta na teritoriju Republike Hrvatske [12]

Tablica 1. prikazuje duljine i međusobni postotni udio definiranih državnih biciklističkih ruta po županijama u Republici Hrvatskoj prema kategorizaciji javnih cesta (državne, županijske, lokalne i nerazvrstane ceste).

Tablica 1. Duljina državnih biciklističkih ruta (u km) po županijama prema kategorizaciji javnih cesta [13] [14]

Županija	Duljina biciklističkih ruta u koridoru državnih cesta (km)	Duljina biciklističkih ruta u koridoru županijskih i lokalnih cesta (km)	Duljina biciklističkih ruta u koridoru nerazvrstanih cesta (km)	Ukupna duljina biciklističkih ruta (km)	Postotni udio (ukupna duljina)
Međimurska	15	43	19	77	2%
Varaždinska	11	44	14	69	2%
Koprivničko-križevačka	13	105	9	127	3%
Krapinsko-zagorska	11	21	10	42	1%
Bjelovarsko-bilogorska	36	140	18	194	5%

Zagrebačka	21	95	12	128	3%
Virovitičko-podravska	25	176	9	210	5%
Grad Zagreb	0	2	62	64	1%
Osječko-baranjska	92	187	36	315	7%
Karlovačka	20	139	46	205	5%
Primorsko-goranska	79	184	26	289	7%
Sisačko-moslavačka	126	44	49	219	5%
Istarska	42	192	12	246	6%
Požeško-slavonska	26	13	17	56	1%
Vukovarsko-srijemska	59	13	21	93	2%
Brodsko-posavska	16	224	2	242	6%
Ličko-senjska	150	191	85	426	10%
Zadarska	98	187	45	330	8%
Šibensko-kninska	26	93	59	178	4%
Splitsko-dalmatinska	47	354	35	436	10%
Dubrovačko-neretvanska	119	233	8	360	8%
Ukupno	4306 km				

Tablica 2. Duljina izgrađene biciklističke infrastrukture prema podacima županijskih uprava za ceste, Grada Zagreba i Hrvatskih cesta d.o.o. [15]

Upravitelj javne ceste	Stanje 2021. godine		Upravitelj javne ceste	Stanje 2021. godine	
	Trake (km)	Staze (km)		Trake (km)	Staze (km)
ŽUC Bjelovarsko-bilogorske županije	0,0	0,0	ŽUC Primorsko-goranske županije	0,0	1,2
ŽUC Brodsko-posavske županije	1,4	3,5	ŽUC Sisačko-moslavačke županije	5,6	0,0
ŽUC Dubrovačko-neretvanske županije	0,0	2,0	ŽUC Splitsko-dalmatinske županije	0,0	0,0
ŽUC Istarske županije	5,0	0,0	ŽUC Šibensko-kninske županije	0,0	0,0
ŽUC Karlovačke županije	1,9	0,0	ŽUC Varaždinske županije	15,3	0,0
ŽUC Koprivničko-križevačke županije	3,3	22,5	ŽUC Virovitičko-podravske županije	0,0	0,0
ŽUC Krapinsko-zagorske županije	0,0	130,7	ŽUC Vukovarsko-srijemske županije	0,0	4,3
ŽUC Ličko-senjske županije	0,0	0,0	ŽUC Zadarske županije	0,0	0,0
ŽUC Međimurske županije	45,2	117,6	ŽUC Zagrebačke županije	15,8	0,0
ŽUC Osječko-baranjske županije	1,8	31,5	Grad Zagreb	149,0	237,7
ŽUC Požeško-slavonske županije	0,0	0,0	Hrvatske ceste d.o.o.	198,7	237,6
Ukupno biciklističkih traka (km):		442,89	Ukupno biciklističkih staza(km):		788,53

Tablica 3. Stanje izgrađenosti biciklističke infrastrukture na cestama pod ingerencijom gradova Republike Hrvatske (županijska središta te gradovi sa više od 20.000 stanovnika) [16]

Grad	Biciklistička mreža - stanje do 2022.		Grad	Biciklistička mreža - stanje do 2022.	
	Trake (km)	Staze (km)		Trake (km)	Staze (km)
Zagreb	14,9	237,7	Vinkovci	2,2	5,6
Rijeka	0,0	0,0	Koprivnica	68,6	6,4
Osijek	0,0	54,7	Čakovec	35,0	110,0
Zadar	0,0	15,0	Solin	0,0	0,0
Pula - Pola	0,28	6,5	Đakovo	6,3	16,6
Slavonski Brod	10,0	52,0	Vukovar	1,4	14,6
Karlovac	1,5	36,0	Požega	0,0	9,0
Varaždin	21,0	24,0	Kutina	0,0	9,3
Bjelovar	0,2	28,8			
Ukupno biciklističkih traka (km):		161,4	Ukupno biciklističkih staza(km):		626,2

4. Diskusija

Načinska raspodjela putovanja predstavlja temeljni indikator stanja mobilnosti nekog područja te prikazuje odnose korištenja određenog načina putovanja kao glavnog načina putovanja. Standardna podjela načina putovanja je na osobna (privatna) motorna vozila, javni prijevoz putnika (autobusni, željeznički, zračni itd.), bicikl i pješaćenje.

Strmine i velike udaljenosti diktiraju potrebu za uporabom automobila, čak i ako je riječ o prisilnom izboru. Međutim, električni bicikl (tzv. pedelec) može putovati konstantnom brzinom od 25 km/h ili čak većom na nekim biciklima, neovisno o vremenskim uvjetima, terenu ili zdravstvenom stanju, što je dodatni poticaj za početak, odnosno nastavak uporabe pedala. Zbog nepovoljne morfologije razvoj tradicionalnog biciklističkog prijevoza u nekim gradovima na jadranskoj obali nije djelomično moguć. Prema istraživanju mobilnosti, u Jadranskoj regiji se tek približno 2% posto svih putovanja odvija na biciklima. Za takva mjesta rješenje je električni bicikl (e-bicikl) čija uporaba nalaže tek prilagodbu regulative za uporabu električnih bicikala.

Intermodalna putovanja, koja se sastoje od upotrebe više načina prijevoza na jednom putovanju, također mogu uključivati i bicikl, čime to prijevozno sredstvo postaje bitan čimbenik i na putovanjima na kojima se prelaze veće udaljenost. Osim što se na takvim putovanjima određeni put prelazi biciklom (vožnjom bicikla), ovakav oblik putovanja uključuje i transport bicikla u ili na drugim vozilima kojima se obavlja prijevoz putnika (vlakovi, autobusi, trajekti i dr.).

Pilot projekti koje provode jedinice lokalne samouprave, poput Zagreba, pokazuju određene iskorake, ali i ideju i prednosti ovakvog načina prijevoza bicikala. Potrebno je značajnije promovirati na nacionalnoj razini ovakvu vrstu usluge s obzirom da postoje mnoge prepreke i izazovi zbog kojih je vrlo teško uvesti ovaj način prijevoza bicikala, a što je rezultiralo i stvaranjem određenog otpora kod provoditelja usluge javnog prijevoza putnika. Pomorski prijevoz putnika zahtijeva sličnu uslugu, ako se želi poticati korištenje bicikla i intermodalnost.

Kombinacija namjene cestovnih prometnica za promet vozilima i biciklima negativno utječe na sigurnost i privlačnost bicikla kao prijevoznog sredstva, što je vidljivo iz broja prometnih nesreća na hrvatskim cestama u proteklih deset godina u kojima su sudjelovali biciklisti. Da bi

uporaba bicikala bila sigurnija i privlačnija potrebno je izraditi plan izgradnje biciklističke infrastrukture, odnosno izgraditi kvalitetnu biciklističku infrastrukturu.

Prosječna godišnja promjena u stradanju biciklista za period od 2010. do 2018. pokazuje minimalan napredak u poboljšanju na području Republike Hrvatske od 1,5 %. Usporedbom sa državama koje imaju značajnije razvijen biciklistički promet može se primijetiti da te zemlje imaju pogoršanje godišnje promjene (npr. Danska i Nizozemska). Međutim, isto se može opravdati sa znatno većim brojem biciklista u prometu na cestama te dužim prosječnim udaljenostima na kojima se biciklira.

Fakultet prometnih znanosti zajedno s udrugama "Odraž" i "Sindikat biciklista" iz Zagreba te švicarskim partnerom proveo je tijekom 2018. i 2019. godine projekt „Održiva sigurnost nemotoriziranog prometa u urbanim sredinama“ gdje se dodatno analizirala situacija sigurnosti biciklista u svim županijskim središtima Republike Hrvatske. Prikupljeni podaci, obrađeni i analizirani kroz projekt, pokazali su potencijalne opasne lokacije za bicikliste u urbanim sredinama:

- lijevi i desni skretači kod semaforiziranih raskrižja;
- kružna raskrižja bez optimalnog vođenja biciklističkog prometa (nepregledno vođenje biciklističkih staza ili trakova kroz kružno raskrižje za bicikliste i vozače motornih vozila);
- prometnice s dva ili više trakova u jednom smjeru;
- raskrižja sabirnih i gradskih ulica na glavne gradske ulice i avenije.

Kao dio edukativnog programa Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta, u suradnji s Ministarstvom unutarnjih poslova, Hrvatskim autoklubom (HAK) i agencijama nadležnim za odgoj i obrazovanje, od 2016. godine provodi "Program osposobljavanja za upravljanje biciklom". Program je ponajprije namijenjen za osposobljavanje učenika V. razreda osnovne škole, a iznimno se mogu uključiti učenici od VI. do VIII. razreda koji se nisu mogli priključiti istome u V. razredu. Korist ovakvog programa nije samo za učenike koji u prometu sudjeluju kao biciklisti, već i one koji u prometu sudjeluju kao pješaci, iz razloga što prolaskom kroz program upoznaju značenje i važnost prometne signalizacije, kao i pravilno i sigurno ponašanje u prometnom okruženju.

Prema dostavljenim podacima od strane Hrvatskih cesta d.o.o., a zaključno s 2021. godinom, ukupna duljina izgrađenih biciklističkih prometnica (staza i traka) iznosi oko 436 km. Planirane aktivnosti izgradnje novih biciklističkih prometnica do 2027. godine iznose sveukupno oko 359 km, što je povećanje za oko 82% u odnosu na 2021. godinu.

Prema dostavljenim podacima od strane jedinica lokalne samouprave RH (61% gradova dostavilo je tražene podatke, odnosno 17 od 28 gradova), a zaključno sa 2021. godinom, ukupna duljina izgrađenih biciklističkih prometnica (staza i traka) iznosi oko 788 km. Prema trenutno dostupnim podacima, planirane aktivnosti izgradnje novih biciklističkih prometnica do 2027. godine iznose sveukupno oko 253 km, što je povećanje za oko 32% u odnosu na 2021. godinu.

5. Zaključak

Analizom stanja utvrđena je potreba za značajnim poboljšanjem kvalitete biciklističkog prometa koje uključuje različite skupine biciklista (djeca, mladi, starije stanovništvo itd.) te u kojem sudjeluju razna tijela državne uprave, tijela javne vlasti, jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave, kao i važni dionici i partneri poput saveza i udruga, akademskih zajednica i drugih.

Sve veći broj europskih zemalja donosi i provodi nacionalne biciklističke strategije. U njima, kao i u akcijskim planovima, jasno su utvrđene aktivnosti i precizno zacrtani ciljevi razvoja biciklizma na nacionalnoj razini. Republika Hrvatska još nije donijela nacionalnu biciklističku strategiju.

Postojeće stanje biciklističkog sustava ima direktan utjecaj na stupanj korištenja bicikla kao primarnog prijevoznog sredstva te stanje sigurnosti biciklista na cestama. Prikupljeni podaci pokazuju potencijal povećanja korištenja bicikla kao primarnog načina putovanja te povećanje kvalitete biciklističke infrastrukture.

6. Literatura

- [1] European Cyclists' Federation. Korištenje EU fondova za ulaganja u biciklističku infrastrukturu: Vodič za programsku dokumentaciju za Hrvatsku 2021.-2027. European Cyclists' Federation. Brussels. 2020.
- [2] European Cyclists' Federation. EU Cycle Interreg Europe: Integrated cycling planning guide. European Union: European Regional Development Fund. 2021.
- [3] Institute for Sensible Transport. Transport Strategy Refresh: Transport, Greenhouse Gas Emissions and Air Quality. City of Melbourne. Melbourne. 2018.
- [4] Državni zavod za statistiku. Otkrivamo kakve su prometne navike stanovnika Hrvatske. Državni zavod za statistiku. Zagreb. 2018.
- [5] European Commission. Special Eurobarometer 422a: Quality of Transport. European Union. 2014.
- [6] Vlada Republike Hrvatske. Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030. godine. Narodne novine 86/2021. 2021.
- [7] ODRAZ, Fakultet prometnih znanosti, ProVelo Schweiz Suisse, Sindikat biciklista. Održiva sigurnost nemotoriziranog prometa u urbanim sredinama. Švicarsko-hrvatski program suradnje. Zagreb. 2020.
- [8] European Transport Safety Council. How safe is walking and cycling in Europe?: PIN Flash Report 38. European Transport Safety Council. Brussels. 2020.
- [9] Sindikat biciklista. Interni podaci udruge Sindikat biciklista. 2021.
- [10] Državni zavod za statistiku. Prirodno kretanje stanovništva Republike Hrvatske u 2020. Državni zavod za statistiku. Zagreb. 2021.
- [11] Hrvatski autoklub. Interni podaci nacionalne udruge vozača i vlasnika vozila Hrvatski autoklub. 2021.
- [12] Cikloturizam.hr. Biciklističke rute u Hrvatskoj. Dostupno na: <https://cikloturizam.hr/vijesti/biciklisticke-rute-u-hrvatskoj/> [Pristupljeno: 12. prosinca 2021.]
- [13] Cikloturizam.hr. Mreža biciklističkih ruta u Hrvatskoj. Dostupno na: <https://cikloturizam.hr/rute/> [Pristupljeno: 12. prosinca 2021.]
- [14] Hrvatske ceste. Geoportal javnih cesta RH (Odluka o razvrstavanju javnih cesta NN 100/2021). Dostupno na: <https://geoportal.hrvatske-cestes.hr/gis?c=585099%2C4917628&so=&z=3.5> [Pristupljeno: 12. prosinca 2021.]
- [15] Županije Republike Hrvatske. Interni podaci županija u Republici Hrvatskoj. 2022.
- [16] Gradovi Republike Hrvatske. Interni podaci gradova u Republici Hrvatskoj. 2022.

Povećanje (ne)sigurnosti u prometu “sharrow” oznakama

How “sharrow” (do not) contribute to traffic safety

Autori:

Julijan Jurak ¹, Ivan Nemet ², Matija Sikirić ¹, Matija Vuger ³

Fakultet prometnih znanosti u Zagrebu¹, Udruga Sindikat biciklista ², Grad Zagreb ³

Ključne riječi: sharrow, biciklisti, mobilnost, prometne nesreće

Keywords: sharrow, cyclists, mobility, traffic accidents

Sažetak:

“Share the road”, skraćeno “sharrow” izraz je za oznaku koja je u RH uvedena 2016. godine Pravilnikom o biciklističkoj infrastrukturi pod nazivom “oznaka za zajedničko prometovanje biciklista s motornim vozilima na kolniku.” Ove se oznake sve češće implementiraju kao rješenje za vođenje biciklističkog prometa i predstavljaju kao suvremena mjera kojom se povećava sigurnost u prometu poticanjem biciklista da koriste kolnik te ukazivanjem vozačima motornih vozila na prisutnost biciklista. Međutim, nedostatak smjernica za njihovu implementaciju, ali i negativni pokazatelji na koje upozoravaju studije iz drugih zemalja, od početka primjene izazivaju podijeljena mišljenja o kvaliteti ovakvog rješenja. Opasnost od otvaranja vrata parkiranih vozila, lažni osjećaj sigurnosti, ali i razumijevanje oznaka kod vozača predstavljaju samo neke od čimbenika zbog kojih je potrebno utvrditi učinkovitost i utjecaj “sharrow” oznaka na sigurnost u prometu. U ovom radu će se napraviti analiza implementacije “sharrow” oznaka, utjecaja na broj prometnih nesreća i težinu ozljeda, ali i drugih pozitivnih i negativnih pokazatelja te ukazati na potrebu za analizom načina na koji se ona provodi u Hrvatskoj.

Summary:

“Share the road”, abbreviated “sharrow” is an international term for a sign that was introduced to Croatia in 2016 named “sign for mixed traffic between cyclists and motor vehicles on the road.” These signs are increasingly being implemented as a solution for managing cycling traffic. They are presented as a modern measure that increases the safety of vulnerable traffic groups by encouraging cyclists to use the road and by indicating the presence of cyclists to users of motor vehicles. However, the lack of guidelines for their implementation and the negative indicators pointed out by studies from other countries, cause divided opinions about the quality of this measure from the beginning of implementation. The danger of dooring, a false sense of safety, but also the understanding of signage by users are just some of the factors that require determining the effectiveness and impact of “sharrow” signs on traffic safety. This paper will analyze the implementation of “sharrow” signs, the impact on the number of accidents and the severity of injuries, but also other positive and negative indicators and point to the need to analyze the way it is implemented in Croatia.

1. Uvod

Share the road ili skraćeno i međunarodno prihvaćen naziv, sharrow, ime je za oznaku koja je osmišljena s ciljem poboljšanja uvjeta za razvoj biciklističkog prometa. U svijetu popularna mjera, koja se implementira često kao zamjena za biciklističku infrastrukturu kojom bi se bicikliste vodilo odvojeno od motornog prometa, već se godinama primjenjuje i u Hrvatskoj, označavajući i dodatno podsjećajući sudionike u prometu da je i biciklistima mjesto na kolniku, ukoliko ne postoji izdvojena biciklistička infrastruktura. Iako bez hrvatskog naziva koji bi bio kratak i jednostavan te prihvaćen od građana i od struke, za ove oznake, veći problem predstavlja njihova upitna učinkovitost o čemu se već godinama odvija rasprava na svjetskoj razini, a što dovodi u pitanje i spremnost hrvatskih građana i institucija na prisutnost i postojanje ovakvih oznaka na cestovnoj infrastrukturi.

Ovim radom je napravljen kratak pregled primjene sharrow oznaka u svijetu i u Hrvatskoj, navodi se u kojim se gradovima oznaka prvo pojavljuje, kako je definirana u regulativi, odnosno koji podzakonski akti ju definiraju. Rad predstavlja i analizu načina na koji se oznaka primjenjuje i utjecaja koji ima na sigurnost, ali i ostale pokazatelje promjena ponašanja sudionika u prometu. Sažeto je nekoliko istraživanja koja su provedena u svjetskim i europskim gradovima kako bi se ukazalo na probleme i promjene koje se pojavljuju nakon implementacije ovih oznaka u pojedinim gradovima.

Obrađen je i način primjene sharrow oznaka u Hrvatskoj, s kritičkim osvrtom na način implementacije te su prikazani rezultati istraživanja provedenog za potrebe ovog rada o utjecaju oznaka. Istraživanje je provedeno prikupljanjem i analizom podataka o prometnim nesrećama u kojima su sudjelovali biciklisti u ulicama u kojima su implementirane sharrow oznake te anketnim upitnikom kojim su se pokušala dobiti subjektivna razmišljanja građana o ovim oznakama.

Zaključno su dani prijedlozi za unaprjeđenje načina korištenja sharrow oznaka temeljem dobrih praksi iz drugih zemalja, ali i specifičnosti koje ima cestovni promet u Hrvatskoj. Prijedlozi su dani na temelju istraživačkog rada, analize strane literature i ranije provedenih istraživanja te stručnog i kritičkog promišljanja, odnosno korisničkog iskustva koje imaju autori ovog rada.

2. Primjena sharrow oznaka

Sharrows oznake su svoju prvu primjenu našle u gradovima prije svega u Sjedinjenim Američkim Državama, a zatim i u Kanadi, Australiji, da bi početkom 2000-ih njihova masovna primjena krenula i u europskim zemljama poput Norveške, Nizozemske te drugim. Prve oznake pojavile su se u gradu Denveru početkom devedesetih godina, Slika 1, dok je sama izvedenica riječi sharrow nastala nešto kasnije. Nakon Denvera uslijedila je implementacija oznaka i u drugim gradovima diljem SAD-a, u gradovima Los Angeles, Ithaca, San Francisco, Washington DC, Chicago, Las Vegas, Berkeley, Tucson, Athens, Portland te ostali.

U 2011. godini sharrow oznake bilježe svoje prvu pojavu i u Europskim zemljama, primjerice Norveška, Nizozemska, Češka i dr.



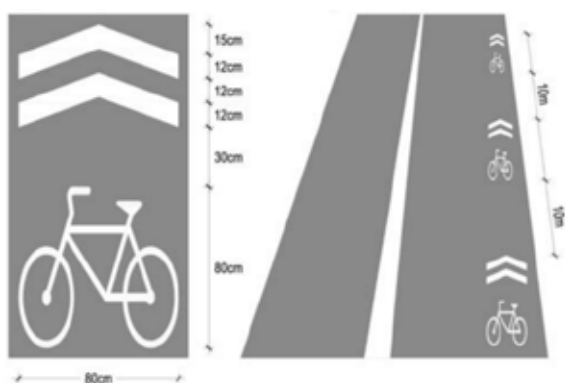
Slika 1. Prva sharrow oznaka u Denveru [1]

Primjena sharrow oznaka u Hrvatskoj počelo je tijekom zadnjih nekoliko godina. Prema Pravilniku o biciklističkoj infrastrukturi, koji je na snazi od 2016. godine, uvedena je odredba o oznakama za zajedničko prometovanje biciklista s motornim vozilima na kolniku, Slika 2. Sukladno tom pravilniku, potreba za označavanjem i učestalošću utvrđuje se prometnim elaboratom ovisno o prometu i značajkama cestovne mreže i duljinama dionica bez uključivanja novih sudionika prometa.

Dodatno, navedene oznake na kolniku reguliraju se Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama kroz oznaku na kolniku H79 koja definira sljedeće:

- Prometna traka namijenjena mješovitom prometu;
- Samostojeća oznaka na kolniku;
- Na dijelu ceste gdje zbog parkiranih vozila postoji opasnost od sudara vozača bicikala s otvorenim vratima vozila (kod uzdužnog parkiranja) ili s vozilima koja imaju otežanu preglednost (kod kosog parkiranja) oznaka se izvodi na sredini prometne trake.

Takvim definiranjem omogućena je implementacija takvih oznaka na prometnicama u Republici Hrvatskoj, a prve oznake na kolniku počele su se označavati na području centra Grada Zagreba, Slika 3.



Slika 2. Oznaka za zajedničko prometovanje bicikala s motornim vozilima na kolniku (tzv. sharrow oznaka) [2]



Slika 3. Sharrow oznake u Preradovićevoj ulici u Zagrebu

2.1. Razlozi i ishodi primjene

Razlozi za implementaciju ovih oznaka, proizašli su iz potrebe za podizanjem svijesti vozača motornih vozila o biciklistima, ali i prevencijom vožnje biciklista kolnikom u suprotnom smjeru. S vremenom su oznake pokazale da pridonose i smanjenju broja biciklista koji se kreću nogostupom, odnosno da se biciklisti lakše odlučuju na vožnju kolnikom u odnosu na kolnike bez sharrow oznaka. Dodatni doprinos oznake postižu i kod smanjenja broja nesreća nastlih zbog otvaranja vrata bočno parkiranih vozila, tzv. dooring, zbog čega je bitno istaknuti potrebu za njihovim ispravnim postavljanjem na kolničkim trakama, Slika 4. Ovi zaključci se odnose na druge države, u kojima su provedena određena ispitivanja, dok u Republici Hrvatskoj trenutno ne postoji dostupno istraživanje koje obrađuje ovu temu, a i trenutni način primjene, uz desni rub kolnika, nije u skladu s vizijom i ciljevima koji se ovakvim oznakama žele postići, Slika 5.



Slika 4. Dobro pozicionirane oznake (Ljubljana)
[4]



Slika 5. Loše pozicionirane oznake koje izlažu bicikliste opasnosti od otvaranja vrata (Zagreb)
[3]

2.2. Analiza utjecaja “sharrows” oznaka na sigurnost

Kako su i prve oznake nastale u Američkim gradovima, tako su i prve evaluacije implementiranih oznaka i istraživanja bile u gradovima u SAD-u. Nakon prvih implementacija ubrzo se uvidjelo da postoje nedostaci takvog pristupa i nastale su dileme “bolje išta nego ništa” i vice versa. Nakon analiza prvih mjera ubrzo su predložene unaprijeđene sharrow oznake.

Naprednije verzije oznaka, tzv. “super sharrow” uslijedile su kao rezultat analiza učinkovitosti implementacije klasičnih sharrow oznaka, a glavna razlika je u dodatnom isticanju sharrow oznaka zelenom bojom na prometnom traku te vizualnom naglašavanju prisutnosti biciklista, Slika 6. Novije verzije rezultirale vožnjom biciklista bliže centru prometnog traka te time dalje od zone otvaranja vrata od parkiranih vozila (door zone). Implementacija takve verzije pokazuje značajnu promjenu načina vožnje biciklista, prema sredini prometnog traka, što ujedno smanjuje mogućnost pretjecanja vozila, te odluku o trenutku u kojem se pretjecanje treba obaviti ostavlja biciklistima i njihovoj procjeni kada je za njih sigurno pomicanje bliže desnom rubu.



Slika 6. Grad Oakland, "super sharrow" oznaka [5]

Prema istraživanjima iz Oaklanda, gdje je 40 ulica označeno sa "super sharrow" oznakama, iste pokazuju pozitivne rezultate u smislu povećanja broja biciklista te percepcije sigurnosti, a bitno je naglasiti da nemaju negativan utjecaj na tokove motornih vozila, bilo s aspekta brzine kretanja osobnih automobila, teretnih vozila ili vozila sustava javnog prijevoza. [5]

Mnoga istraživanja vezana za sharrow oznake, neovisno o tome rade li se na klasičan način ili u nekim drugačijim izvedbama, proučavala su promjene u ponašanju sudionika u prometu koje se odnose na način kretanja, bočni razmak između motornih vozila i biciklista, uključujući i izbjegavanje naleta prilikom otvaranja vrata parkiranih vozila te često sugeriraju, teoretski, pozitivne učinke sharrow oznaka.

Ostali članci i radovi pokazuju nužnost daljnjih istraživanja kako bi se pronašla dikretna ili značajnija korelacija između postavljanja takvih oznaka na kolniku i potencijalnog većeg ili manjeg rizika od nastanka prometne nesreće biciklista. Analizom prometnih nesreća povezanih s ovim oznakama, ukupni broj prometnih nesreća i težina ozljeda, ukazuju na to da implementacija sharrow oznaka ima i moguće negativne učinke, što je potrebno dodatno potvrditi budućim istraživanjima.

2.2.1. Istraživanje u Austinu (SAD)

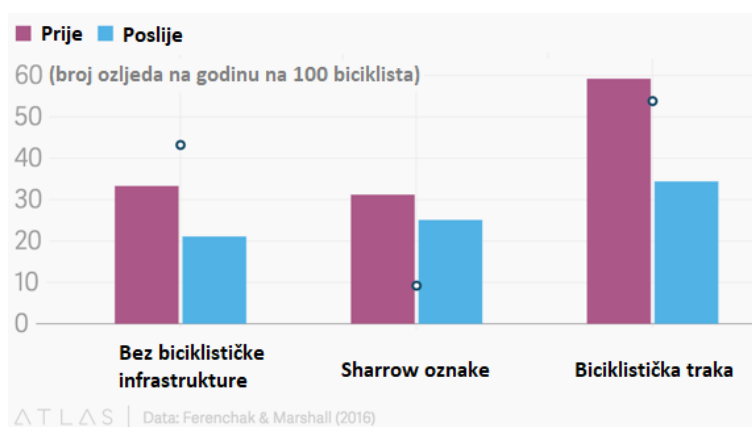
Grad Austin proveo je istraživanje utjecaja oznaka na ponašanje biciklista i motociklista na prometnicama s više trakova u jednom smjeru prije i nakon implementacije oznaka. Temeljem provedenog istraživanja na nekoliko reprezentativnih prometnica, dobiveni su sljedeći zaključci:

- Biciklisti su se počeli voziti bicikl na sredini prometne trake u većem broju te je preporuka je da se isto implementira gdje ne postoji dovoljno površine za označavanje biciklističke trake ili staze;
- Na prometnicama gdje ograničenje brzine kretanja od 50 km/h i protok vozila između 400 i 1650 vozila, pokazuju poboljšanje prometovanja biciklista i motociklista;
- Može biti efektivno u postizanju odmicanja biciklista od područja "dooringa";
- Generalni zaključak istraživanja je da oznake na kolniku budu postavljene u sredini prometnog traka. [6]

2.2.2. Istraživanje u Chicagu (SAD)

Istraživanje o utjecaju sharrow oznaka i potencijalnog broja prometnih nesreća uzrokovanih otvaranjem vrata vozila koja su uzdužno parkirana (dooring) pokazuju da ne postoji dovoljno istraživanja predmetne problematike, nego isključivo određeni dijelovi segmenta koji pokazuju određeni broj prometnih nesreća takve vrste. [7]

U Chicagu je 2016. godine pokrenut program prikupljanja podataka o nesrećama biciklista. Istraživanje je pokazalo da se najveći porast broja građana koji voze bicikle dogodio ondje gdje su uvedene sharrow oznake, a najmanji ondje gdje nije implementirana nikakva biciklistička infrastruktura, niti oznake. Istovremeno, ondje gdje su postavljene sharrow oznake, sigurnosni pokazatelji su bili lošiji od očekivanih, odnosno smanjenje broja nesreća je bilo manje u odnosu na ona mjesta gdje nije postavljena nikakva infrastruktura, odnosno oznake za bicikliste, Grafikon 1. [7]



Grafikon 1 Podaci o kretanju broja ozljeda biciklista temeljem istraživanja u Chicagu [7]

Iako se u više navrata navodi kako se rezultati odnose na to istraživanje i da ih je potrebno dodatno potkrijepiti budućim istraživanjima, dovodi se u pitanje povećanje sigurnosti postavljanjem sharrow oznaka. Jedno od mogućih zaključaka ovakvih rezultata odnosi se na tzv. lažni osjećaj sigurnosti koji ove oznake pružaju biciklistima. Naime, oni bi se na kolniku trebali kretati sukladno razini rizika i opasnosti koji su uzrokovani brzinom, brojem motornih vozila i drugim specifičnostima, ali kada su postavljene sharrow oznake, biciklisti mogu smatrati da postoji manji rizik i promijeniti svoje ponašanje, što može privući i manje iskusne bicikliste da voze kolnikom. [7]

2.2.3. Istraživanje u New Yorku (SAD)

Istraživanje u New Yorku, kojim se istražio utjecaj sharrow oznaka, ali i ostale biciklističke infrastrukture (biciklističkih staza i traka), na težinu ozljeda biciklista, također pokazuje negativne strane implementacije ovakvih oznaka. Pokazatelji su temeljeni na podacima bolnice Bellevue, u New Yorku, o ozlijeđenim biciklistima koji su sudjelovali u prometnim nesrećama s motornim vozilima. Iako je primjena sharrow oznaka, u ovom slučaju, povezana sa smanjenjem ukupnog broja nesreća, u onim nesrećama koje su se dogodile, posljedice su bile teže, a kao razlog tome se navodi nastojanje biciklista da nepropisno voze obilazeći motorna vozila. Iako se također navodi da je potrebno više podataka, iz drugih traumatoloških centara, i

izrada budućih studija kojima bi se precizno odredio utjecaj ovakve infrastrukture na težinu ozljeda, podaci o tome da se u urbanim sredinama sharrow oznake povezuju s nastankom težih tjelesnih ozljeda, negativno utječe na mnoge pokazatelje, ali i na Vision zero te postizanje vizije od nula poginulih osoba u prometu. [8]

2.2.4. Istraživanje u Levangeru (Norveška)

Znanstveni članak iz Norveške temeljem vrednovanja sharrow oznaka na kolniku u Norveškoj pokazao je da većina biciklista pokazuje pozitivan stav prema istima s aspekta sigurnosti (približno 70 %), iako je istraživanje rezonsko te se ne može u potpunosti prihvatiti kao generalni stav populacije. Literatura obrađena u istom članku pokazuje da implementacija ne povećava razinu sigurnosti i stopu mobilnosti, ali može poslužiti u određenim situacijama. (npr. informacija vozačima motocikala o mogućem većem broju biciklista na prometnici). [9]

3. Primjena i utjecaj “sharrow” oznaka u Hrvatskoj

Nakon početne implementacije sharrow oznaka u Hrvatskoj, počeli su se utvrđivati određeni problemi, na koje je Udruga Sindikat biciklista ukazivala od početka primjene ovih oznaka u Zagrebu, a koje su označene uz desni rub kolnika, u zoni u kojoj prijeti opasnost od otvaranja vrata. Time se otvorilo i pitanje opravdanosti implementacije sharrow oznaka na ovaj način, kojim se idejno nastoji zaštititi bicikliste od opasnosti koje im prijete prilikom vožnje preblizu ruba kolnika.

Ukazivanje na ovu problematiku rezultiralo je izmjenom Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama 2019. godine u koji je uvršten dodatni zahtjev za izvođenje koji propisuje izvođenje oznaka na sredini prometne trake na dijelovima ceste gdje zbog parkiranih vozila postoji opasnost od sudara biciklista s otvorenim vratima vozila (kod uzdužnog parkiranja), ili s vozilima koja imaju otežanu preglednost (kod kosog parkiranja). Međutim, pojava ovih problema nije dokazana brojkama, jer do sada nije provedeno detaljno istraživanje koje bi pokazalo uspješnost i opravdanost takvih oznakama na pojedinim prometnicama.

Razlog tome su načini na koje se oznake implementiraju, što se radi temeljem prometnih elaborata, bez prethodne analize učinka ovakvih mjera, npr. brojanja prometa motornih vozila, brzina kojima se ona kreću ili bilo kakve studije koja pokazuje utjecaj oznaka na sigurnost biciklista u ulicama u kojima su oznake postavljene ili se to tek planira.

3.1. Metodologija istraživanja

Prometne nesreće u Republici Hrvatskoj prikuplja i statistički obrađuje Ministarstvo unutarnjih poslova, tj. nadležne službe za sigurnost cestovnog prometa. Prikupljanje podataka izvršava se putem UPN obrasca (Upisnika prometnih nesreća) gdje policijski službenik prilikom svakog očevida prometne nesreće bilježi određene oznake (brojčane oznake od 1 na više ovisno o kategoriji, tj. parametru) sukladno uputama na UPN obrascu i tehničkom znanju.

Analiza prometnih nesreća izvršava se za svaku pojedinačnu godinu (od 1.1. do 31.12.) prema županijama te drugim parametrima (lokacija, vrsta, vrsta ceste, posljedica, postojanje ograničenja, itd.) koji se unose prilikom očevida prijavljenih prometnih nesreća.

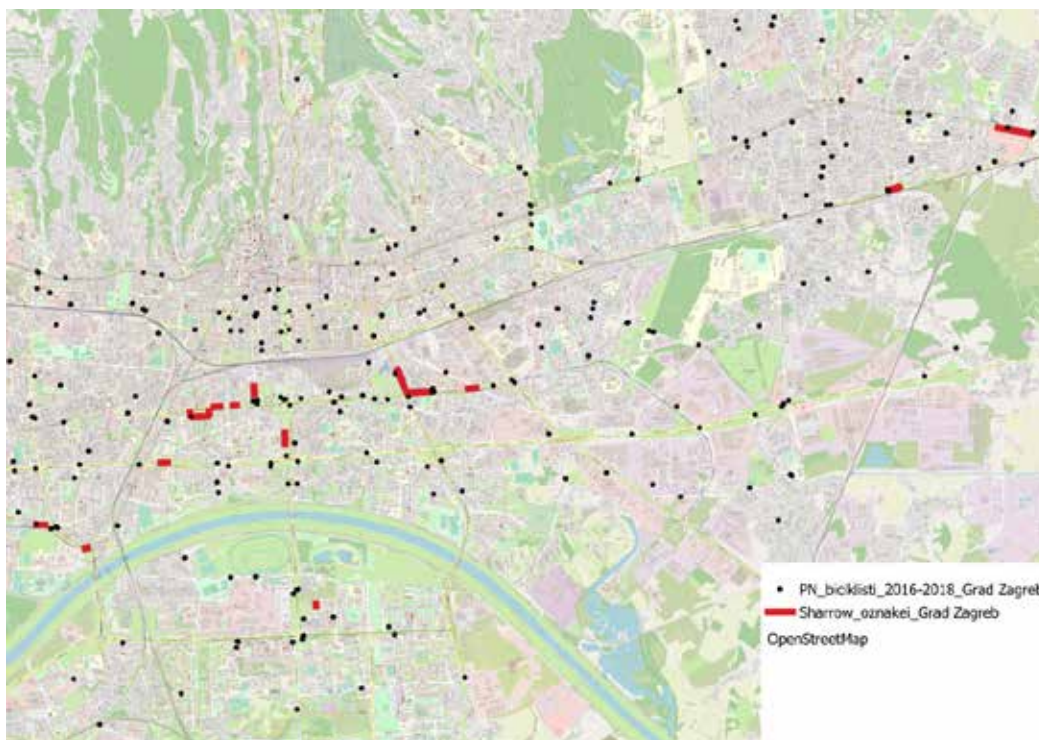
Prometne nesreće s biciklistima na području grada Zagreba (period od 2016. do 2018. godine) preklopljene su u programskom alatu otvorenog koda QGIS (verzija 63.14) s prometnicama u kojima su implementirane sharrow oznake do 2016 godine kako bi se ispitala opravdanost uvođenja istih sa aspekta sigurnosti biciklista u prometu na cestama.

Osim utjecaja na sigurnost, sharrow oznake, u teoriji, pozitivno djeluju na veći broj građana koji se odlučuju na korištenje bicikla kao prijevoznog sredstva.

Za potrebe ovog rada provedeno je i anketno ispitivanje građana Zagreba online upitnikom koji je bio dostupan od 29.12.2021. do 11.01.2022. godine putem Google obrasca, a u ispitivanju je sudjelovalo 50 ispitanika. Uzorak je prikupljen putem društvenih mreža i kanala Udruge Sindikat biciklista koja okuplja oko 35.000 pratitelja, uglavnom urbanih biciklista iz Zagreba. Na ovaj se način nastojalo obuhvatiti stanovnike Zagreba koji putuju na posao ili obrazovanje biciklom, odnosno svakodnevno sudjeluju u prometu u ulicama u kojima su uvedene sharrow oznake. Anketa je koncipirana na jednostavan i svima razumljiv način kroz koji se nastojalo dobiti prikaz subjektivne sigurnosti koju građani doživljavaju vozeći se biciklom, a pitanje je glasilo: *“Koliko se sigurno osjećate vozeći bicikl, odnosno na koji način se krećete biciklom u navedenim ulicama od kada su u njima uvedene sharrow oznake?”*. Način odgovaranja je uključivao mogućnost višestrukih odgovora, uzimajući u obzir potrebu za različitim načinom kretanja pojedinaca s obzirom na vremenske uvjete, vidljivost i dr.

3.2. Rezultati provedenog istraživanja

Prema službenim podacima službe za sigurnost cestovnog prometa nadležnog Ministarstva unutarnjih poslova na administrativnom području Grada Zagreba u periodu od 2016. do 2018 godine dogodilo se 310 prometnih nesreća u kojima su sudjelovali biciklisti. [10]



Slika 7. Prikaz lokacija prometnih nesreća s biciklistima (2016.-2018.) i prometnica u kojima su implementirane sharrow oznake na kolniku do 2016

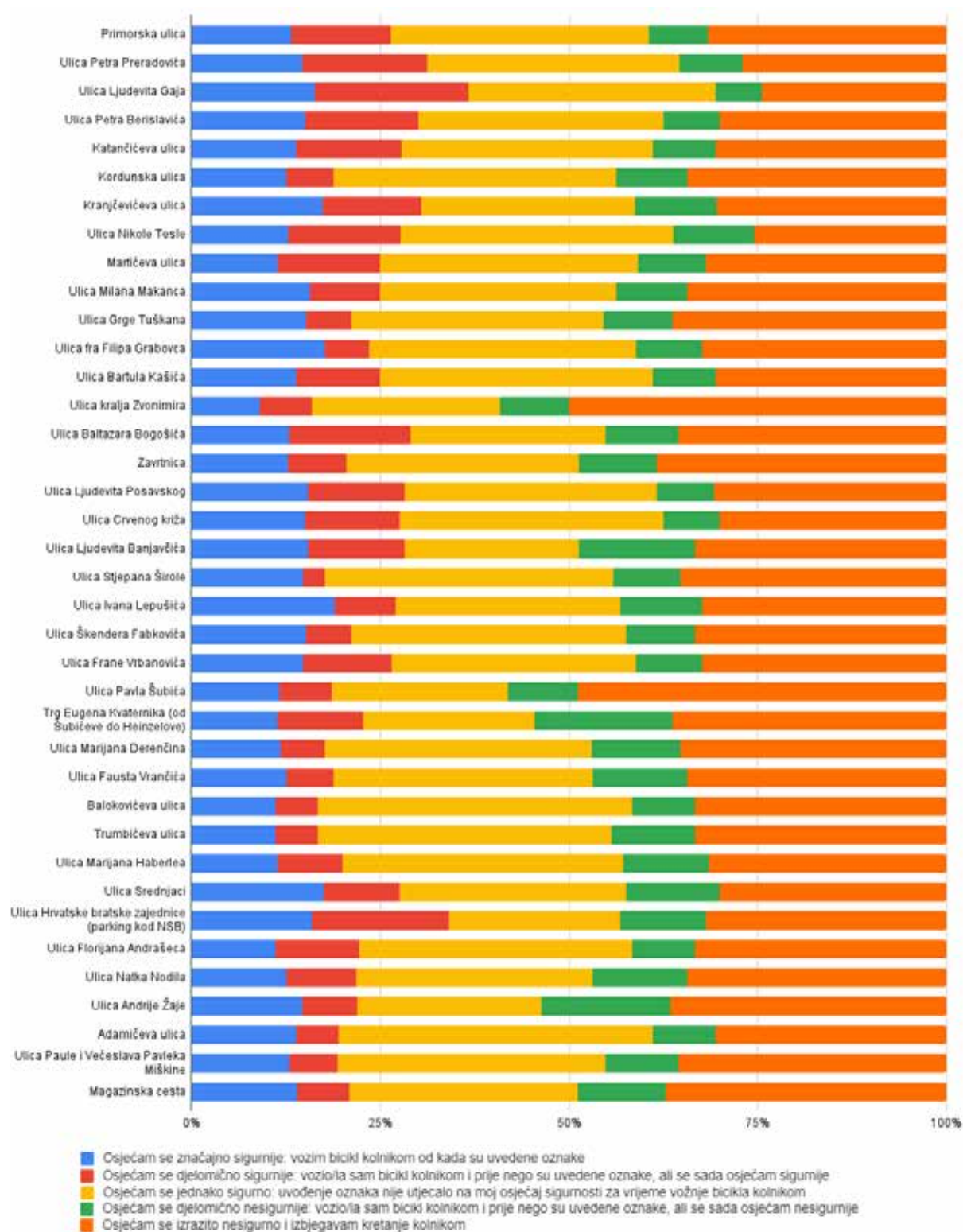
Većina prometnih nesreća s biciklistima se dogodilo na užem području grada Zagreba, točnije u njegovom centralnom dijelu. Preklapanjem lokacija prometnih nesreća s biciklistima i prvih trinaest prometnica na kojima su implementirane sharrow oznake (početak 2017.) dobiva se podatak da su se u trogodišnjem periodu dogodile dvije prometne nesreće s biciklistima odnosno 0,65% nesreća od ukupnog broja.

Analizirani podaci na području grada Zagreb pokazuju da implementacija sharrow oznaka na kolniku ne donosi reduciranje broja nesreća ili poboljšanje stanja sigurnosti jer na tim prometnicama nije bilo ili se dogodio zanemariv broj prometnih nesreća. Većina prometnih nesreća dogodilo se na određenim vrstama raskrižja te sama implementacija oznaka, koje se uglavnom označavaju na ravnim cestovnim dionicama, odnosno prije i nakon raskrižja, s aspekta sigurnosti vrlo vjerojatno neće imati nikakav ili minoran utjecaj na stanje sigurnosti.

Pošto se većina oznaka implementirala nakon navedenog perioda, može se preliminarno zaključiti da sharrow oznake nisu označene temeljem stanja sigurnosti biciklista na tim prometnicama, nego radi drugih razloga ili okolnosti.

Anketno istraživanje provedeno s naglaskom na subjektivni osjećaj vožnje biciklom na prometnicama u kojima se nalaze sharrow oznake na kolniku pokazuje da biciklistima navedene oznake nisu povećale osjećaj sigurnosti te da se i dalje oko trećine biciklista ne osjeća dovoljno sigurno prilikom vožnje kolnikom, Grafikon 2. Ovi rezultati otvaraju pitanje smisla implementacije i ulaganja sredstava u oznake koje ne djeluju, ni pozitivno ni negativno, na osjećaj sigurnosti i odabir načina kretanja kod većine ispitanika, odnosno ne ohrabruju bicikliste na vožnju kolnikom,

što je vidljivo iz Grafikona 2 u kojem prevladavaju odgovori označeni žutom i narančastom bojom.



Grafikon 2. Pregled rezultata anketnog istraživanja o subjektivnom osjećaju sigurnosti biciklista nakon implementacije sharrow oznaka

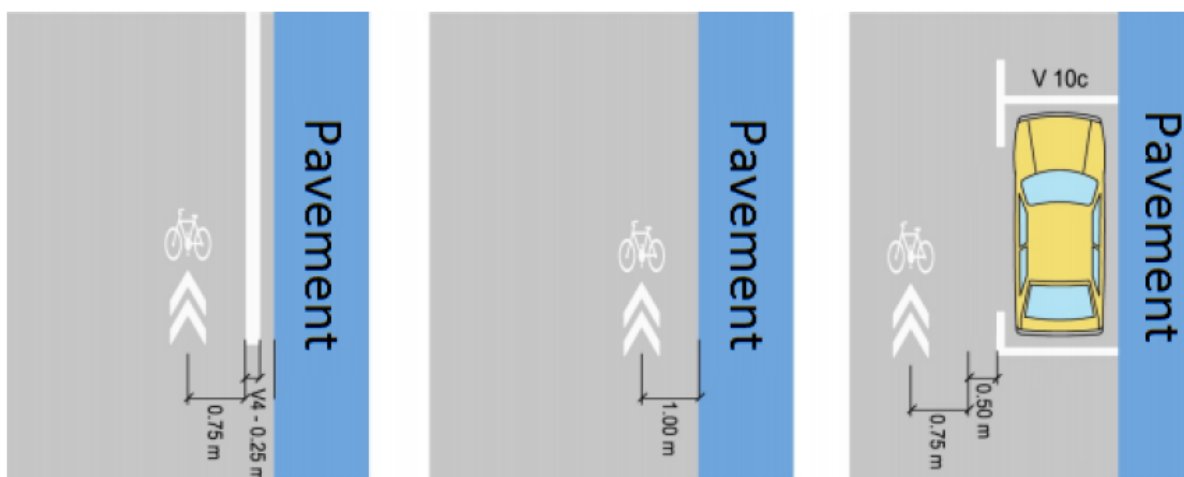
4. Budućnost sharrow oznaka u Prostor za napredak

U sklopu EU projekta Presto izrađen je set preporuka u kojim uvjetima je preporučljivo implementirati sharrow oznake. U urbanim sredinama, preporuka je da se implementiraju gdje je (se uvede) ograničenje prometa 30 km/h i gdje dnevno u prosjeku prometuje od 2000 - 5000 automobila. Na ulicama gdje je broj biciklista preko 2000, a broj vozila ne prelazi 500 vozila/dan, preporuča se i tzv “biciklistička ulica” gdje prednost u potpunosti imaju biciklisti u odnosu na automobilski promet. [11]



Slika 8. Biciklistička ulica gdje biciklisti imaju prednost pred automobilima [12]

U Slovenskim gradovima, a prema uputama Slovenske agencije za sigurnost prometa, oznake se označavaju na samom središtu kolnika, dok su u Slovačkoj propisane udaljenosti od nogostupa, odnosno parkiranih vozila, što je prikazano na Slici 9.



Slika 9. Minimalna propisana udaljenost od desnog ruba za postavljanje sharrow oznaka u Slovačkoj [13]

Slijedeći navedene takve primjere implementacije sharrow oznaka, uputno je isto slijediti i na području Republike Hrvatske, što je i propisano Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama.

Implementacija oznaka na kolniku uz pozicioniranje istih u sredini prometnog traka te odabirom prometnica koja imaju ograničenje brzine od 30 km/h, ne samo preporuku, protok biciklista veći od 2000 tijekom prosječnog dana (u ljetnim mjesecima) te

relativno nizak tok osobnih automobila, PGDP manji od 5000 vozila, omogućilo bi daleko veću atraktivnost biciklističkog prometa u urbanim sredinama i veću funkcionalnost sharrow oznaka.

Dodatno, sharrow oznake nisu rezervirane samo za urbane sredine, one se također mogu implementirati i izvan urbanih sredina, ali na prometnice do brzine ograničenja od 60 km/h, te sa jako malim prometnim tokovima (*Izvor EU projekt presto*).

Prijedlozi za poboljšanje prilikom implementacije oznaka u Republici Hrvatskoj mogli bi u potpunosti opravdati upotrebu takvih oznaka, koje imaju dvostruku ulogu: povećanje sigurnosti biciklista i pružanje informacija vozačima motornih vozila o mogućnosti većeg broja biciklista na kolniku. Navedene prometnice, uglavnom prije implementacije navedene oznake, imaju značajni broj biciklista koji prometuju.

5. Zaključak

Primjena sharrows oznaka je prihvaćena u Hrvatskoj i započeta je njihova implementacija bez prethodne analize učinka ili drugih popratnih mjera kojima bi se osigurala učinkovitost oznaka za postizanje većeg stupnja sigurnosti ili poticaja građana na kretanje i vožnju bicikla kolnikom. Tzv. "lažni osjećaj" sigurnosti koji postoji i predstavlja problem u drugim državama koje koriste ove oznake, u Hrvatskoj je, temeljem anketnog istraživanja, izostao što ukazuje na izuzetno netolerantno okruženje i uvjete za bicikliste na kolnicima, ali i neadekvatan način implementacije oznaka u ulicama s velikim prometnim opterećenjima.

Trenutno implementirane oznake ne mogu dati konkretne zaključke o utjecaju na sigurnost, odnosno broj i težinu prometnih nesreća u kojima sudjeluju biciklisti zbog čega su potrebna daljnja istraživanja i analize učinkovitosti sharrow oznaka u Republici Hrvatskoj.

Generalni zaključak je da se sharrow oznake ne mogu primjenjivati u svakoj ulici i na svakom području temeljem, isključivo, prometnog elaborata već je potrebno napraviti prethodna istraživanja, uzimajući u obzir širinu i važnost same ulice, broj vozila, brzine kretanja vozila i sl., ali i spremnost građana koji koriste bicikl na kretanje kolnikom.

Drugi način za kvalitetniju implementaciju sharrow oznaka bi mogao biti u izradi smjernica za njihovu primjenu, koje bi se odnosile na cijelo područje Republike Hrvatske, a koje bi bile izrađene temeljem analize stanja i specifičnosti biciklističkog prometa, odnosno prometa općenito. Ovakve smjernice bi predstavljale temelj za jasnim definiranjem načina implementacije sharrow oznaka u zakonskim i podzakonskim aktima Republike Hrvatske te njihovu kvalitetnu primjenu

Literatura:

- [1] The bicycle story; Preuzeto: <https://usa.streetsblog.org/2016/03/10/american-sharrow-inventor-i-was-always-under-pressure-to-do-less/>
- [2] Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi („Narodne novine“, broj 28/16)
- [3] Udruga Sindikat biciklista; Preuzeto: <https://sindikاتبiciklista.hr/zajednicko-odvijanje-biciklistickog-i-motornog-prometa-na-podrucju-gradske-cetvrti-donji-grad/>
- [4] Slovenian Traffic Safety Agency. Best practice of safe cycling in Europe. travanj 2014.
- [5] Evaluacija implementacije sharrow oznaka sa iscrtavanjem zelenih linija u Oaklandu, Preuzeto: <http://www2.oaklandnet.com/oakca1/groups/pwa/documents/report/oak063472.pdf>
- [6] John Brady, Jeff Loskorn, Alison Mills, Jen Duthie, Randy Machemehl. Effects of Shared Lane Markings on Bicyclist and Motorist Behavior along Multi-Lane Facilities. *The City of Austin, Department of Public Works*. 2010.
- [7] Nicholas N. Ferencak, Wesley E. Marshall. Advancing healthy cities through safer cycling: An examination of shared lane markings. *International Journal of Transportation Science and Technology*. 2019; (8) 136-145. Preuzeto s: https://www.researchgate.net/publication/330266807_Advancing_Healthy_Cities_Through_Safer_Cycling_An_Examination_of_Shared_Lane_Markings [Pristupljeno 28.12.2021.]
- [8] Stephen P. Wall, David C. Lee, Spiros G. Frangos, Monica Sethi, Jessica H. Heyer, Patricia Ayoung-Chee and Charles J. DiMaggio. The Effect of Sharrows, Painted Bicycle Lanes and Physically Protected Paths on the Severity of Bicycle Injuries Caused by Motor Vehicles. *Safety*. 2016; (2) 26. Preuzeto s: https://www.researchgate.net/publication/311635394_The_Effect_of_Sharrows_Painted_Bicycle_Lanes_and_Physically_Protected_Paths_on_the_Severity_of_Bicycle_Injuries_Caused_by_Motor_Vehicles [Pristupljeno: 28.12.2021.]
- [9] Miroslav Vasilev, Kelly Pitera, Thomas Jonsson. Evaluation of bicycle sharrows within the Norwegian context. *Transportation Research Procedia*. 2017; (27) 1097-1104. Preuzeto s: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146517309122>
- [10] Službeni podaci o prometnim nesrećama biciklista u periodu od 2016. do 2018 godine - služba za sigurnost cestovnog prometa Ministarstva unutarnjih poslova
- [11] <https://www.rupprecht-consult.eu/project/presto.html>
- [12] <http://www.fahrradland-bw.de/>
- [13] TP 085 TECHNICAL CONDITIONS, DESIGN OF CYCLING INFRASTRUCTURE, Ministry of Transport and Construction of the Slovak Republic, Section of Road Transport and Roads, 2019
https://www.ssc.sk/files/documents/technicke-predpisy/tp/tp_085.pdf

Adaptivne tehnologije reguliranja prometa u funkciji poboljšanja sigurnosnih i ekoloških pokazatelja_Case Study_Grad Tuzla

Adaptive technologies of traffic regulation in the function of improving safety and environmental indicators_Case Study_City of Tuzla

Filip Antić

Magistar saobraćaja i komunikacija
filip.antic@hotmail.com

Adnan Omerhodžić

Magistar saobraćaja i komunikacija
adnan.omerhodzic@gmail.com

Osman Lindov, dipl.inž.saobr.
redovni profesor

olindov@gmail.com

Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu

SAŽETAK

Adaptivne tehnologije su tehnologije koje svjetlosnu signalizaciju na raskrižjima prilagođavaju trenutnoj situaciji u prometu, te na taj način smanjuju gužve na privozima i vrijeme čekanja na prolazak kroz raskrižje. Problem u gradu Tuzli s protokom vozila postaje sve veći. Rješenja koja su do sada urađena nisu dala zadovoljavajući nivo napretka ili nisu uopće postigli poboljšanje. U radu će biti napravljena procjena poboljšanja sigurnosnih i ekoloških pokazatelja uz upotrebu adaptivnih tehnologija. Raskrižja koja se nalaze na dionici magistralnog puta M-4 kroz grad predstavljaju uska grla i stvaraju zagušenja u prometu. Prilikom zagušenja narušava se sigurnost u prometu, a i zagađenje postaje sve veće. Adaptivna tehnologija bi poboljšala protok vozila kroz grad, posebno na glavnom putnom pravcu, te na taj način bi se smanjilo zagađenje nastalo od prometa i poboljšala bi se sigurnost prometa. U radu će se prikazati koliko bi grad Tuzlu koštalo uvođenje adaptivnih tehnologija na raskrižja i kroz koje faze bi to trebalo napraviti. Pored adaptivnih tehnologija, uvođenje centra za upravljanje prometom daje veliki doprinos za poboljšanje sigurnosnih pokazatelja u gradu. Kroz rad će biti navedeno kakve prekršaje se evidentiraju na raskrižjima, te procjena smanjenja činjenja tih prekršaja uz postojanje centra za upravljanje prometom koji bi bio uvezan sa žurnim službama.

ABSTRACT

Adaptive technologies are technologies that adapt traffic lights at intersections to the current traffic situation, thus reducing traffic jams and waiting times for passing through intersections. The problem of the flow of vehicles in the city of Tuzla is growing bigger. The solutions that have been made so far have not yielded a satisfactory level of progress or have not improved the situation at all. The paper will assess the improvement of safety and environmental indicators due to the use of adaptive technologies. Intersections located on the section of the main road M-4 through the city represent bottlenecks and create traffic jams. Traffic jams disrupt traffic safety and increase pollution. Adaptive technology would improve the flow of

vehicles through the city, especially on the main road, and in this way the pollution caused by traffic would be reduced and traffic safety would be improved. The paper will show how much it would cost the city of Tuzla to introduce adaptive technologies at intersections and the stages through which it should be done. In addition to adaptive technologies, the introduction of a traffic management center makes a major contribution to improving safety performance in the city. The paper will state what violations we encounter at intersections, and assess the reduction of these violations due to the existence of a traffic management center that would be linked to emergency services.

1. UVOD

Posljedica zagušenja prometnica je povećanje vremena potrebnog za putovanje od početne točke do završne točke, čime se znatno utječe na smanjenje kvalitete života ljudi. To se odnosi na narušavanje zdravlja ljudi (povećanje stresa, povećanje buke, i sl.), utjecaja na okolinu (zagađenje ispušnim plinovima, potrošnja naftnih resursa, i sl.), te na samo gubljenje vremena u prometu koje se moglo iskoristiti na neki kvalitetniji način. Problem s povećanom potražnjom se može riješiti građevinskim zahvatima i proširenjem postojećih kapaciteta, ali to zbog prostornih ograničenja često nije moguće, a i tamo gdje je moguće ne treba širiti kapacitete do nekog velikog broja prometnih traka. Građevinski zahvati mogu biti jako skupi, a na kraju novim povećanjem broja vozila dolazi se do toga da i ta nova dodatna traka ne zadovoljava nove povećane zahtjeve. U doba kada novac vodi glavnu riječ i kapitalizam postaje vodeći sustav u državama potrebno je pronaći neka novija i jeftinija rješenja. Zbog toga postoji potreba za nekim novim pristupima rješavanja problema. Prvi način može se nazvati tvrdim pristupom (skupi građevinski zahvati) rješavanju problema, a drugi način mekim ili inteligentnijim (korištenje novih tehnologija) pristupom rješavanju problema. Trenutno semafori rade na principu fiksno zadanog programa rada, što može biti efikasno za raskrižja s manjim brojem vozila, odnosno za raskrižja koja imaju veći propusni kapacitet od onog koji je zahtjevan. Međutim, na raskrižjima gdje zahtjevi premašuju propusnu moć, a dodavanje traka kako je već navedeno nije moguće ili poželjno ili se jednostavno radi o gradskoj zoni s velikim brojem raskrižja, dolazi do upotrebe novih tehnologija.

Nove tehnologije omogućavaju nam da se napravi adaptivno upravljanje prometom, te tako daje se prednost određenoj skupini vozila, kao što su vozila javnog gradskog prijevoza, za prolazak kroz raskrižje ili uključuju se različite signalne programe (produljenje određene faze na određenom pravcu, različito trajanje i izmjena faza, i sl.). Korištenje adaptivnih tehnologija za upravljanje prometom na raskrižjima donosi određene prednosti u vidu povećanja nivoa usluge raskrižja, smanjenja vremena čekanja za prolazak kroz raskrižje i smanjenja duljine reda čekanja na prilazima, i sl.

2. ADAPTIVNE TEHNOLOGIJE

Područje obuhvata za ovaj rad je grad Tuzla. U gradu svi semafori na raskrižjima rade po fiksno zadanom programu, te na južnoj longitudinali grada postoje velika zagušenja u periodima vršnog opterećenja. Adaptivne tehnologije bi omogućile da se programi rada semafora na raskrižjima prilagođavaju trenutnoj situaciji i da daju prioritet glavnom putnom pravcu. Pored toga uz pomoć adaptivnih tehnologija bi se mogla dati prednost vozilima javnog gradskog prijevoza, posebno vozila koja kasne u

redu vožnje. U daljnjem radu će biti prikazani podaci brojanja vozila na raskrižju za dan petak 11.09.2020. godine, te na osnovu toga pokazati na probleme koji se pojavljuju u konkretnom slučaju u gradu koji ne koristi adaptivne tehnologije.

Upravljanje prometom donosi velike prednosti, posebno upravljanje prometom u gradovima. Tri su osnovna tipa upravljanja prometom na raskrižjima, a to su:

1. Izolirana kontrola raskrižja
2. Arterijska kontrola
3. Kontrola mreže.

Ako je raskrižje izolirano onda se upravlja samo na tom području i ono radi u neovisnosti od drugih raskrižja. Arterijska kontrola i kontrola mreže su sustavi koji su koordinirani i postoji ovisnost među raskrižjima. Semafori su u ovakvom upravljanju prometom povezani žičanim ili bežičnim putem i djeluju jedan na drugi. Arterijska kontrola ili arterijsko upravljanje prometom je upravljanje prometom na glavnom putnom pravcu. Vozila koja putuju koridorom s nizom povezanih raskrižja, određenom brzinom, ne prekidaju vožnju jer dobivaju zeleno svjetlo na svakom raskrižju. Takav način koordinacije signalnih planova semafora pogodan je za višetrakne jednosmjerne, ali i dvosmjerne ulice, s brzinama kretanja vozila 40 do 60 km/h. Sva raskrižja mogu imati istu dužinu ciklusa pomaknuta za vrijeme vožnje između raskrižja, a mogu uzimati u obzir skretače, promet na sporednoj ulici, te produljivati ili skraćivati faze. Kontrola mreže je način da se kontrolira i upravlja prometom i na glavnim i na sporednim putnim pravcima, te da se upravlja svim raskrižjima u gradu pomoću korištenja adaptivnih tehnologija. Ovakav tip upravljanja prometom zahtijeva nadzorni centar za upravljanje prometom. Nadzorni centar za upravljanje prometom doprinosi udobnijem, kvalitetnijem, sigurnijem i ekološki prihvatljivijem prometu i uz pomoć adaptivnih tehnologija djeluje u tom smjeru. Sustav doprinosi boljem odvijanju prometa, te time smanjuje vremenske i financijske troškove u prometnom sustavu. Postoje razni sustavi djelovanja adaptivnih tehnologija kao što su: SCOOT, SCATS, UTOPIA, itd. Svi ovi sustavi mogu funkcionirati bez nadzornog centra, ali nadzorni centar doprinosi boljem djelovanju i nadgledanju sustava adaptivnog upravljanja prometom.

Postoje dva načina upravljanja prometom :

1. Centralizirani način upravljanja prometom
2. Individualni način upravljanja prometom

Individualno vođenje prometa podrazumijeva:

- zajedničko korištenje raspoloživih kapaciteta prema utvrđenim pravilima,
- razmaci između vozila ovise o individualnoj procjeni vozača,
- prometni podaci se individualno prikupljaju i obrađuju u realnom vremenu,
- odluke su trenutačne i nisu programibilne.

Centralizirano ili automatsko vođenje prometa podrazumijeva:

- osiguranje ekskluzivnoga korištenja kapaciteta prometnice gdje nema ometanja drugih sudionika,
- razmaci među vozilima su predeterminirani za sigurno odvijanje prometa,
- podaci se prikupljaju i obrađuju u realnom vremenu,
- odluke su programirane i korektivno djelovanje je instantno[7].

Iz navedenog se vidi kako adaptivne tehnologije i centar za upravljanje prometom pridonose poboljšanju sigurnosnih i ekoloških pokazatelja, ali i ostalih pokazatelja bitnih za promet.

3. PODACI BROJANJA PROMETA NA RASKRIŽJU

Raskrižje koje je posmatrano nalazi se u Tuzli na dionici magistralnog puta M-4 koji prolazi kroz Tuzlu. Ta dionica je ujedno i tranzitna dionica tako da vozila koja tranzitiraju preko Tuzle prema granici sa Srbijom ili Hrvatskom prolaze upravo ovom dionicom. Na slici 1. jasno je naznačen glavni putni pravac označen žutom bojom i sporedni pravci označeni bijelom bojom. Kroz brojanje prometa primjećena je drastična razlika u broju vozila na glavnom pravcu i sporednim pravcima. Vrijeme za prolazak kroz raskrižje za sporedne pravce je 25% a broj vozila na sporednim pravcima je 10% od ukupnog broja vozila koja prolaze raskrižjem. Iz ovog razloga se na glavnom putnom pravcu, odnosno na privozima u ulici Bosne Srebrene, stvaraju velika zagušenja.



Slika 1: Prikaz raskrižja u Tuzli¹

Brojanje je napravljeno u vremenskom periodu od 7:30 do 8:30. Vozila su razvrstana po kategorijama (motocikli, putnička motorna vozila, putnička motorna vozila s prikolicom, kombi, manja teretna vozila, srednja teretna vozila, teška teretna vozila, teška teretna vozila s prikolicom i tegljači, autobusi).

Tablica 1: Podaci o brojanju prometa na zapadnom privozu (jutarnji sat)

Privoz zapad	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
7:30-7:45	0	268	0	14	1	0	1	2	6
7:45-8:00	0	280	0	23	4	3	4	3	7
8:00-8:15	1	271	0	19	4	5	2	2	5
8:15-8:30	0	274	0	21	6	7	1	4	6
Ukupno	1	1093	0	77	15	15	8	11	24
Suma svih kategorija	1244								

Izvor: Obrada autora

¹ Izvor: Google maps

Tablica 2: Podaci o brojanju prometa na južnom privozu (jutarnji sat)

Privoz jug	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
7:30-7:45	0	44	0	0	0	0	0	0	0
7:45-8:00	1	55	0	1	0	0	0	0	0
8:00-8:15	0	48	0	1	0	0	0	0	0
8:15-8:30	1	39	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno	2	186	0	2	0	0	0	0	0
Suma svih kategorija	190								

Izvor: Obrada autora

Tablica 3: Podaci o brojanju prometa na istočnom privozu (jutarnji sat)

Privoz istok	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
7:30-7:45	1	275	0	11	3	0	0	2	6
7:45-8:00	0	334	1	14	5	4	4	3	6
8:00-8:15	1	304	0	12	5	5	2	1	5
8:15-8:30	1	282	0	16	4	5	3	2	5
Ukupno	3	1295	1	53	17	14	9	8	22
Suma svih kategorija	1322								

Izvor: Obrada autora

Tablica 4: Podaci o brojanju prometa na sjevernom privozu (jutarnji sat)

Privoz sjever	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
7:30-7:45	0	30	0	2	1	0	0	0	0
7:45-8:00	0	35	0	1	0	0	0	0	0
8:00-8:15	0	23	0	2	0	1	0	0	0
8:15-8:30	0	21	0	0	2	0	0	0	0
Ukupno	0	109	0	5	3	1	0	0	0
Suma svih kategorija	118								

Izvor: Obrada autora

Iz tablica je vidljivo da je vršni period bio u razmaku od 7:45 – 8:00 sati. Vršni period je iz razloga što u to vrijeme ljudi idu na poslove. Očekivano, najveći udio otpada na osobne automobile, ali i veliki broj kombi vozila od kojih su velika većina dostavna kombi vozila. Na privozima jug i sjever je vidljivo da se radi osobnim automobilima i ponekim kombi vozilom. Autobusa nema na ovim privozima i teretnih vozila s prikolicom, jer su to mali privozi koji prikupljaju osobna vozila iz naselja. Ukupan broj vozila koji su prometovali u jutarnjem vršnom satu je 2874 vozila.

2.1. Brojanje prometa u popodnevnom periodu

Brojanje je napravljeno isti dan u periodu od 15:30 do 16:30. To je ujedno i vršni sat za taj dan. Vozila su razvrstana ponovno u kategorije kao i u jutarnjem brojanju. Ovo je ujedno i vršni sat u danu brojanja, ali i općenito. U ovom periodu su promjene smjena na poslovima, ali i veliki broj vozila koja tranzitiraju prema Bijeljini i Sarajevu kroz Tuzlu. Pored toga u ovom periodu su prisutni i vozači koji dolaze u grad zbog nekih drugih razloga. Tako se u ovom periodu nađe veliki broj vozila, ali brojevi će pokazati da kroz raskrižje prođe približno jednak broj vozila, što je problem fiksnog raskrižja. Zbog ovog se dešava da u ovom periodu nastaju velike kolone vozila na privozima na glavnom putnom pravcu, dok na privozima s južne i sjeverne strane postoji zahtjev manjeg broja vozila ili uopće nema zahtijeva za prolazak kroz raskrižje. Na sjevernom privozu se u vrijeme gužvi pojavljuje veći broj vozila nego

obično, a razlog tome je što ljudi pokušavaju izbjeći kolonu koja se formirala na privozu zapad. Zbog tog vozila prođu kroz naselje i na sjevernom privozu dođe do povećanog broja vozila. Kako izgleda postojeće stanje u 16 sati na privozu zapad vidi se na slici 2.



Slika 2: Postojeće stanje na privozu zapad²

Tablica 5: Podaci o brojanju prometa na zapadnom privozu (poslijepodnevni sat)

Privoz zapad	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
15:30-15:45	1	294	0	16	3	3	2	3	6
15:45-16:00	1	316	0	11	4	3	4	3	4
16:00-16:15	3	339	0	13	2	2	1	1	4
16:15-16:30	0	345	0	8	2	1	2	2	5
Ukupno	5	1294	0	48	11	9	9	9	19
Suma svih kategorija	1404								

Izvor: Obrada autora

Tablica 6: Podaci o brojanju prometa na južnom privozu (poslijepodnevni sat)

Privoz jug	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
15:30-15:45	0	40	0	0	0	0	0	0	0
15:45-16:00	1	37	0	1	0	0	0	0	0
16:00-16:15	0	49	0	3	0	0	0	0	0
16:15-16:30	0	42	0	1	0	0	0	0	0
Ukupno	1	168	0	5	0	0	0	0	0
Suma svih kategorija	174								

Izvor: Obrada autora

Tablica 7: Podaci o brojanju prometa na istočnom privozu (poslijepodnevni sat)

Privoz istok	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
15:30-15:45	1	275	0	11	2	3	0	1	6
15:45-16:00	0	334	0	17	5	4	4	3	4
16:00-16:15	4	339	0	20	5	3	1	1	3
16:15-16:30	1	282	0	13	4	2	3	2	5
Ukupno	6	1230	0	61	16	12	8	7	18
Suma svih kategorija	1358								

Izvor: Obrada autora

Tablica 8: Podaci o brojanju prometa na sjevernom privozu (poslijepodnevni sat)

² Izvor: Autor

Privoz sjever	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
15:30-15:45	0	34	0	1	1	0	0	0	0
15:45-16:00	0	43	0	3	0	0	0	0	0
16:00-16:15	0	62	0	0	0	0	1	0	0
16:15-16:30	0	36	0	1	0	0	0	0	0
Ukupno	0	175	0	5	1	0	1	0	0
Suma svih kategorija	182								

Izvor: Obrada autora

2.2. Brojanje prometa u večernjem periodu

Za brojanje prometa u večernjim satima uzet je period od 18:30 do 19:30. Princip brojanja vozila i svrstavanje u kategorije je isti kao i u prethodna dva slučaja. U ovom periodu dolazi do smanjenja broja vozila koja prolaze raskrižjem. Broj je ponovno približan onom broju koji smo imali u popodnevnom periodu, a razlog su fiksna vremena koja uvijek propuštaju vozila određeno vrijeme. Sada su gužve na privozima manje, odnosno manje se čeka na prolazak kroz raskrižje. U sljedećim tablicama prikazani su podaci s večernjeg brojanja prometa. U tablici 9. su prikazani brojevi vozila koja su u raskrižje došla sa zapadnog privoza, u tablici 10. su brojevi vozila pristiglih s južnog privoza, dok je u tablicama 11. i 12. prikazan broj vozila koja su pristigla s istočnog i sjevernog privoza.

Tablica 9: Podaci o brojanju prometa na zapadnom privozu (večernji sat)

Privoz zapad	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
18:30-18:45	0	318	0	2	1	1	1	2	4
18:45-19:00	1	338	0	3	1	1	1	2	2
19:00-19:15	0	292	0	1	2	2	0	2	5
19:15-19:30	0	284	0	2	1	0	0	4	6
Ukupno	1	1232	0	8	5	4	2	10	17
Suma svih kategorija	1279								

Izvor: Obrada autora

Tablica 10: Podaci o brojanju prometa na južnom privozu (večernji sat)

Privoz jug	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
18:30-18:45	2	28	0	0	0	0	0	0	0
18:45-19:00	2	35	0	0	0	0	0	0	0
19:00-19:15	0	32	0	1	0	0	0	0	0
19:15-19:30	0	21	0	0	0	0	0	0	0
Ukupno	4	116	0	1	0	0	0	0	0
Suma svih kategorija	121								

Izvor: Obrada autora

Tablica 11: Podaci o brojanju prometa na istočnom privozu (večernji sat)

Privoz istok	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikli	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
18:30-18:45	1	263	0	2	3	2	1	2	4
18:45-19:00	1	258	0	1	1	1	0	0	3
19:00-19:15	0	241	0	2	3	1	1	1	5
19:15-19:30	0	237	0	0	4	0	0	0	5
Ukupno	2	999	0	5	11	4	2	3	17
Suma svih kategorija	1043								

Izvor: Obrada autora

Tablica 12: Podaci o brojanju prometa na sjevernom privozu (večernji sat)

Privoz sjever	Skupina vozila								
Vremenski interval	Motocikl	PA	PA s prikolicom	Kombi	Manja teretna vozila	Srednja teretna vozila	Teška teretna vozila	Teška teretna vozila s prikolicom	Autobusi
18:30-18:45	0	32	0	0	0	0	0	0	0
18:45-19:00	1	25	0	1	0	0	0	0	0
19:00-19:15	0	27	0	2	0	0	0	0	0
19:15-19:30	0	21	0	1	0	0	0	0	0
Ukupno	1	105	0	4	0	0	0	0	0
Suma svih kategorija	110								

Izvor: Obrada autora

U tablici 13. su prikazani ulazni podaci za raskrižje koje je analizirano. Od ulaznih podataka korišteni su širina prilaza, uzdužni nagib, postotak lijevih i desnih skretanja, postotak komercijalnih vozila i odnos efektivnog zelenog svjetla i duljine ciklusa. Ciklus traje 90 sekundi. Uzdužni nagibi nisu veći od 2% što ne utječe na izlazne podatke, dok na privozu jug nagib iznosi 11%, te kao takav utječe na izlazne podatke.

Tablica 13: Ulazni podaci raskrižja na M-4

Prilaz	Širina prilaza W(m)	Uzdužni nagib i (%)	Lijeva skretanja PLS	Desna skretanja	procent komercijalnih vozila	odnos α (g/C)
Zapad	6	0	0	0,006	0,06	0,51
	3	0	1	0	-	0,11
Jug	3	11	0,06	0,22	0	0,24
Istok	6	0	0	0,03	0,05	0,51
	3	0	1	0	-	0,11
Sjever	3	0	0,2	0,2	0	0,24

Izvor: Obrada autora

Iz tablice je vidljivo kakvi odnosi fiksnog vremena su dati glavnim privozima i sporednim privozima. Glavni privoz ima više od 50% vremena za prolazak kroz raskrižje. Međutim, problem je u tome što to nije dovoljno za prolazak svih vozila koja pristižu u vršnom satu. Uvođenjem nekog od sustava adaptivnog upravljanja prometom situacija bi diktirala koliko vremena bi bilo potrebno dati glavnim privozima, a koliko sporednim, što bi uvelike smanjilo zagušenja u prometu i negativne utjecaje koje proizlaze iz zagađenja. U sljedećoj tablici prikazani su kapaciteti privoza i cjelokupnog raskrižja. Za izračunavanje kapaciteta semaforiziranog raskrižja korištena je metoda TRRL. Formula po kojoj se radi ova metoda je: $C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6$.

Kapacitet grupe traka se računa po sljedećoj formuli: $C_{pi} = 520 \times W_i \times f_{1i} \times f_{2i} \times f_{3i} \times f_{4i} \times \alpha_i$

W_i - Širina prilaza; f_{1i} - faktor utjecaja desnih skretanja; f_{2i} - faktor utjecaja lijevih skretanja; f_{3i} - faktor utjecaja strukture prometnog toka; f_{4i} - faktor utjecaja uzdužnog nagiba; α_i - odnos efektivnog zelenog i ciklusa $(g/C)_i$.

Faktor utjecaja desnih skretanja se računa: $f_{1i} = \frac{1}{1 + \frac{0,25}{100} \times P_{di}}$

P_{di} - procent desnih skretanja.

Faktor utjecaja lijevih skretanja se računa: $f_{2i} = \frac{1}{1 + \frac{0,75}{100} \times P_{li}}$

P_{li} - procent lijevih skretanja.

Faktor utjecaja strukture prometnog toka se računa: $f_{2i} = \frac{1}{P_{PA} + 2 \times P_{KV}}$;

P_{PA} – procent osobnih vozila; P_{KV} – procent komercijalnih vozila.

Faktor utjecaja uzdužnog nagiba računa se: $f_{4i} = 1 - \frac{3i}{100}$.

Ova formula vrijedi ako je $i \geq 3\%$, a ako je $i < 3\%$ onda je $f_{4i} = 1$.

Tablica 14: Kapacitet raskrižja po TRRL metodi

Prilaz	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	n	C (voz/h)
Zapad	0,999985	1	0,943396	1		6	0,51
	1	0,992556	1	1		3	0,11
Jug	0,999450	0,999550	1	0,67		3	0,24
	0,999925	1	0,952381	1		6	0,51
Istok	1	0,992556	1	1		3	0,11
	0,999500	0,998502	1	1		3	0,24
Sever							
4003							

Izvor: Obrada autora

Iz tablice je vidljivo da kapacitet na glavnim privozima je 4 puta veći od kapaciteta na sporednim privozima. Problem na glavnim privozima pravi i neusklađenost semafora koji se nalazi na oko 200 metara poslije ovog semafora gledajući iz pravca zapada prema istoku. Na tom semaforu se radi o trokrakom raskrižju, gdje sporedni privoz prikuplja vozila iz jednog trgovačkog centra i jedne stambene zgrade. Sporedni privoz također nije opterećen ni blizu koliko je to glavni putni pravac. U kombinaciji ova dva raskrižja prave veliko zagušenje na toj dionici puta.

3. Isplativost uvođenja adaptivnih tehnologija

Početak uspostavljanja adaptivnih tehnologija donosi velika ulaganja za grad, ali s obzirom na to da se radi o tehnologijama koje smanjuju negativan utjecaj po okoliš, novce za implementaciju adaptivnih tehnologija bi se mogao aplicirati na fondove Europske unije. S obzirom na to da Tuzla ima velikih problema sa zagađenjem okoliša potrebno je što prije djelovati da bi se ono smanjilo. Promet je sigurno jedna od grana na koje se može djelovati kako bi se negativan utjecaj smanjio i kako bi Tuzla postala ugodnije mjesto življenja nego što je sada. Iako su početna ulaganja za adaptivne tehnologije visoka, dugoročno gledano ona donose puno više koristi. U sljedećoj tablici prikazat ću koliko bi otprilike grad Tuzlu koštalo uvođenje adaptivnih tehnologija na sva raskrižja u gradu, a u idućem poglavlju evaluacije pokazat ću koje su prednosti i koliko se dobiva uvođenjem ovih sustava.

Tablica 15: Suma troškova za 3 osnovne komponente za adaptivne tehnologije i nadzorni centar

Komponenta adaptivnih tehnologija	Cijena koštanja komponente	Potrebna broj komada	Ukupna cijena
Kamere na raskrižjima	9000-19000 \$ 14 874-31 402 KM	80	Oko 1,5 mil. KM
Software i hardware za nadzor prometa	150 000 \$ 247 911,10 KM	1	247 911,10 KM
Instalacija kablova	20 000-50 000 \$ (po milji)	10 milja	

	33 054-82 637 KM (po milji)	16,1 km	324 274-810 686 KM
	Suma troškova		2 558 597,10 KM

Izvor: Obrada autora

Jedna prometna nezgoda sa smrtnim ishodom državu košta oko 1 mil. KM, a tri osnovne komponente koje bi pridonijele većoj sigurnosti u prometu i smanjenju zagađenja okoliša oko 2,3 mil. KM. Stoga ulaganje u adaptivne tehnologije i centar za upravljanje prometom ne bi trebalo smatrati kao neisplativu investiciju. Ako se pri tome doda podatak koliko ljudi umire od bolesti respiratornog sustava koje su povezane sa zagađenjem u gradu, onda dolazi se do zaključka da grad treba početi pridavati puno više važnosti ovim problemima. U ovome se može pokazati isplativost uvođenja jednog ovakvog projekta. Podaci iz grada Rijeke pokazuju uštede koje je ostavio grad uvođenjem automatskog upravljanja prometom. Sustav AUP-RI u potpunosti (u realnom vremenu) iskorištava propusnu moć gradske cestovne mreže. Zbog tog svojstva i kontinuiranog rasta prometa može se izvesti zaključak i o linearnom rastu ušteta – sukladno rastu prometne potražnje. Zato se u odnosu na početnu 1998. godinu rast ušteta ocjenjuje po prosječnoj stopi od 4 % godišnje[6]. Prema analizi koju su izradili stručnjaci Fakulteta prometnih znanosti 2006. godine, ukupne koristi zbog izgradnje sustava AUP-RI od 2003. godine procjenjuju se na razini 51.595.462,96 kn (13.305.326,28 KM). Drugim riječima, da nije pokrenut i realiziran projekt sustava AUP-RI koncem 2002. godine, promet u centru Grada na početku 2006. godine pretrpio bi gubitke od oko 51,5 milijuna kuna (13,28 milijuna KM), a na početku 2008. godine gubitak bi iznosio 55,7 milijuna kuna (14,36 milijuna KM).

4. Sigurnosni pokazatelji poboljšanja prometa korištenjem adaptivnih tehnologija

Počevši od sigurnosti prometa, vidljivo je stanje koje je bilo prije semaforiziranja raskrižja, dešavao se veliki broj prometnih nezgoda do kojih je dolazilo zbog oduzimanja prvenstva prolaza kroz raskrižje. Nakon postavljanja semafora na raskrižju nije zabilježena nijedna prometna nezgoda kojoj bi uzrok bio oduzimanje prvenstva prolaza kroz raskrižje. Međutim, po pitanju sigurnosti prometa pojavljuju se novi problemi. Prilikom zagušenja na privozima primijećen je veliki broj prometnih nezgoda kojima je uzrok nepoštivanje razmaka između vozila i nepažnje vozača koji se kreću u kolonama. Kada postoje zagušenja poput ovih koje sam prikazao ranije u poglavljima o postojećem stanju, dolazi do velikog broja sitnih prometnih nezgoda koje uglavnom završavaju s materijalnom štetom i to često s manjom materijalnom štetom. Problem koji nastaje nakon ovih prometnih nezgoda je nastajanje još većeg zagušenja i opasnost od nastanka nove prometne nezgode. Još jedan od problema jesu nervozni vozači koji nemaju strpljenja čekati na privozima i onda rade velike prekršaje koji narušavaju sigurnost u prometu.



Slika 3: Prometni prekršaj - prolazak zaustavne linije i gaženje na pješački prijelaz³

Na slici 3. prikazan je prekršaj prelaska preko zaustavne linije, što se ujedno smatra i prolaskom u raskrižje dok traje zabrana prolaska za taj privoz. Pored toga prilikom brojanja prometa primijećen je i veći broj prolazaka vozila dok traje zabrana za taj privoz. Prije semaforiziranja raskrižja sigurnosni pokazatelji su bili još lošiji nego što je to danas. Raskrižje je označeno kao jedno od crnih raskrižja u gradu, a kao glavni uzrok prometnih nezgoda je označeno oduzimanje prava prvenstva prolaza kroz raskrižje. Prikaz prometnih nezgoda prije semaforiziranja raskrižja prikazano na slici 4.



Slika 4: Prometne nezgode prije semaforiziranja raskrižja⁴

Međutim, semafori s fiksnim vremenima za prolazak koji su postavljeni početkom 2020. godine stvaraju velika zagušenja i nervozni vozači prave prometne prekršaje koji narušavaju sigurnost prometa kako je to prikazano na prethodnoj slici 3. Pored toga što prolaze zaustavnu liniju i ulaze u dio namjenjen za prelazak pješaka, neki

³ Izvor: Autor

⁴ Izvor: Više internet portala

prođu i skroz kroz raskrižje dok traje zabrana prolaska iz tog smjera. Prilikom snimanja trenunte situacije desila se i manja prometna nezgoda zbog zagušenja i čekanja na privozima. Postavljanjem adaptivnih tehnologija broj načinjenih prekršaja koji narušavaju sigurnost prometa smanjio bi se i do 90%. Uzimajući u obzir da bi nadzorni centar pratio sve prekršaje i kažnjavao prekršitelje, procjena je da bi veliki broj vozača koji nisu poštivali signale nakon nekog vremena počeo voziti po svim pravilima raskrižja. Pored toga što bi se djelovalo na ovaj način, adaptivne tehnologije bi smanjile vremena čekanja na privozima i nervoza od čekanja pred semaforom bi se svela na minimum. Još jedan podatak vezan za sigurnost u prometu jeste da bi se smanjio broj zaustavljanja na privozima. Primjenom adaptivnih tehnologija bi se smanjio broj zaustavljanja pred semaforima. Poboljšanje ovog aspekta prikazano je na primjeru 5 gradova koja koriste adaptivne tehnologije. U ovih 5 gradova broj zaustavljanja se smanjio za 10-41%. Korištenje adaptivnih tehnologija na područjima manjih gradova može pokazati velika poboljšanja. Manji gradovi uglavnom imaju ispod 50 semaforiziranih raskrižja, te tako adaptivne tehnologije pokazuju veliki napredak.

Tablica 16: Sigurnosni pokazatelji poboljšanja primjenom adaptivnih tehnologija

Smanjenje broja zaustavljanja	10-41%
Smanjenje broja prekršaja u prometu	do 90%
Smanjenje čekanja na privozima	20%
Smanjenje vremena putovanja	20%

Izvor: Obrada autora

5. Ekološki pokazatelji poboljšanja prometa korištenjem adaptivnih tehnologija

Dok vozila koja ne emituju zagađujuće plinove postanu praktična za opću upotrebu, treba težiti da pooštreni izvodljivi sustavi kontrole budu protuteža sve većem broju vozila i njihovoj pređenoj kilometraži. Neophodno je i bitno donijeti odgovarajuće mjere koje bi se primjenjivale naročito u urbanim sredinama, zbog sve većeg rasta gustoće prometa. Kao jedna od mogućih mjera, mogla bi biti mjera kontrole prometa putem koje bi se favoriziralo korištenje javnog gradskog prometa u urbanim sredinama[9].

Adaptivne tehnologije u pogledu zagađenja mogu djelovati na više načina. Prvi način jeste smanjenje čekanja vozila na privozima i samim tim smanjenje zagađenja nastala ispušnim plinovima od vozila koja čekaju i kreću se u kolonama. Već ranije objašnjeno je da vozila najviše zagađuju i bukom i ispušnim plinovima kada iz stanja mirovanja počinju ubrzavati. Tako stanovnicima zgrada koji žive u blizi raskrižja zagađenje pravi velike probleme. U razgovoru sa stanovnicima jedne zgrade uz raskrižje iskazano je veliko nezadovoljstvo trenutnom situacijom i smatraju da su potrebna poboljšanja na raskrižju. S obzirom na to da prije postavljanja semafora na raskrižje nisu imali ove probleme koje imaju danas, znači da na raskrižju treba poboljšati protok vozila. Adaptivne tehnologije doprinijele bi poboljšanju protočnosti

raskrižja i smanjenju zagađenja, a zadržali bi sigurnost koja se dobila postavljanjem semafora na raskrižje. Primjer smanjenja negativnog utjecaja na zagađenje okoliša jeste ušteda goriva koju donosi adaptivna regulacija prometa. Prema procjeni da adaptivne tehnologije smanjuju broj zaustavljanja i vrijeme kašnjenja može se izračunati da vozilo troši za 0,02 litra manje po danu na duljini putovanja od 5 km. Ako se uzme u obzir da PGDP naše dionice, prema podacima BIHAMK-a, iznosi u jednom smjeru oko 12 000 vozila i u drugom smjeru oko 11 500 vozila podatak o uštedi goriva u gradu je veliki. U oba smjera brojač zabilježi 23 500 vozila/dan, a vozilo troši manje 0,02 litra/danu, izračun je da za grad ušteda goriva iznosi oko 172 000 litara godišnje. To je gorivo koje se neće potrošiti i neće napraviti zagađenje od nepotpunog sagorijevanja. Na ovaj način pokazuje se da adaptivne tehnologije smanjuju zagađenje od ispušnih plinova.

Tablica 17: Emisija izduvnih plinova dizel i benzin motora⁵

Koncentracija kg/100l	CO	CH	NO _x	Čvrste materije
OTO	27,4	0,5	13,5	1,4
DIZEL	7,1	1,2	26,4	13,2

Prema podacima BIHAMK-a iz 2019. godine u BiH je registrirano 21,41% vozila s motorima na benzinski pogon, dok je vozila na dizel pogon registrirano 74,66%. Ako na uštedu goriva od 172 000 litara se uzme u obzir postotke registriranih vozila dobit će se smanjenje zagađenja kao u tablici 18.

Tablica 18: Smanjenje zagađenja upotrebom adaptivnih tehnologija

Koncentracija kg/100 l	CO	CH	NO _x	Čvrste materije
Benzin	10 132,5	184,9	4 992,3	517,7
Dizel	9 110, 2	1 538,7	33 874,4	16 937,2

Izvor: Obrada autora

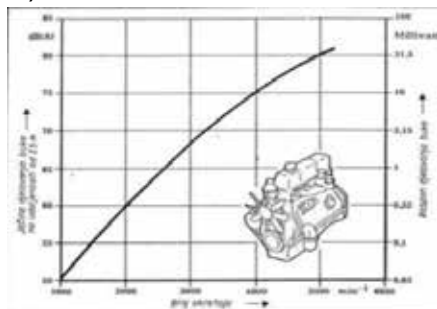
Pored zagađenja od ispusnih plinova, vozila proizvode i zagađenje bukom. Buku na automobilu možemo podijeliti po mjestu nastanka buke. Četiri izvora buke na automobilima su:

- Buka nastala od rada motora
- Buka nastala od prolaska vozila kroz zrak
- Buka nastala od dodira između pneumatika i podloge
- Buka koju proizvode nervozni vozači sirenama i naglim kočenjima i kretanjima.

Prilikom brojanja prometa primijećen je veliki broj nervoznih vozača koji su trubili i kretali s velikim ubrzanjima što je prouzročilo zagađenje bukom. Buka nastala radom motora je najveća pri najvećim obrtajima, a najniža prilikom malih broja obrtaja. Na dijagramu 1 su prikazane vrijednosti buke, nastale od rada motora pri određenim brojevima obrtaja, koje su mjerene na udaljenosti od oko 7,5 metara od izvora. Važno je napomenuti da ova jačina buke nije u unutrašnjosti zgrade, jer prolazi kroz

⁵ Lindov, O., Omerhodžić, A.: Transport i okoliš, Skripta predavanja, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2013.

razne izolacije koje se nalaze na zidovima, te u unutrašnjost dopije manji dio buke. Gornje granice jačine buke se mijenjaju u zavisnosti od namjene zgrade (stambena, edukativna, zdravstvena, itd.).



Dijagram 1: Dijagram jačina buke u zavisnosti od broja obrtaja motora⁶

U podnaslovu koji se odnosi na poboljšanja sigurnosnih pokazatelja prometa vidimo da je smanjeno zaustavljanje vozila i do 41%. Taj podatak u segmentu zagađenja pokazuje poboljšanje u smanjenju zagađenja bukom. Prema tome, buka nastala od rada motora veće pri većim brojem obrtaja, a vozila iz stanja mirovanja ubrzavaju s povećanim brojem obrtaja. Stoga smanjenjem zaustavljanja smanjujemo zagađenje bukom koje nastaje od rada motora. Smanjenje broja zaustavljanja smanjuje i nervozu vozača, te će se smanjiti broj vozača koji trube i koji „turiraju“ dok čekaju na prolazak kroz raskrižje.

6. Zaključak

Iz svega navedenog kroz rad naznačene su prednosti koje donosi adaptivno upravljanje prometom u gradu. Uz primjenu adaptivnih tehnologija i centra za nadzor i upravljanje prometom postižu se znatna poboljšanja na polju sigurnosti i ekoloških pokazatelja. Korištenjem adaptivnih sistema broj zaustavljanja i vrijeme putovanja u gradu bi uveliko smanjilo, te bi smanjio broj napravljenih prekršaja u prometu jer bi sve bilo uvezano sa žurnim službama, pa tako i s dežurnom službom policije. Prekršitelji ne bi prolazili nekažnjeno za svoje prekršaje, te bi broj onih koji krše prometna pravila bio drastično smanjen. Nadzorni centar bi također doprinio samnjenju nastajanja sekundarnih incidentnih situacija ili smanjenju prometnih nezgoda zbog incidentnih situacija koje se pojavljuju svakodnevno na prometnicama. Adaptivne tehnologije bi sigurno donijele poboljšanja prometa u gradu i smanjenja negativnih utjecaja koje dolaze uz promet. Spašavanje jednog života na prometnicama u gradu dovodi do uspješnosti implementacije adaptivnih tehnologija.

⁶ Martinušić, S.: Utjecaj suvremenih prometnica na okoliš i mjere zaštite, Završni rad, Zagreb 2017.

Literatura:

- [1] Bošnjak, I.: Inteligentni transportni sustavi 1, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.
- [2] Dadić, I., Kos, G., Ševrović, M.: Teorija prometnog toka, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2014.
- [3] Ezgeta, D.: Nadzor i reguliranje cestovnog prometa (Predavanja), Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo, 2015.
- [4] Filip, A.: Adaptivne tehnologije regulacije saobraćaja u funkciji poboljšanja ekoloških i sigurnosnih pokazatelja, Master rad, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 2020.
- [5] Martinušić, S.: Utjecaj suvremenih prometnica na okoliš i mjere zaštite, Završni rad, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta Zagreb, Zagreb 2017.
- [6] https://www.rijekapromet.hr/hr/automatsko_upravljanje_prometom/5/16
- [7] Plivelić, Z.: Mogućnost poboljšanja prometnog sustava grada Zagreb, Zagreb 2017.
- [8] Lindov, O.: Sigurnost cestovnog saobraćaja, Univerzitetski udžbenik, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 2010.
- [9] Lindov, O.: Transport i okoliš, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 2012.

SPONSORS & EXHIBITORS

General



Gold



Silver



Bronze



PARTNERS

