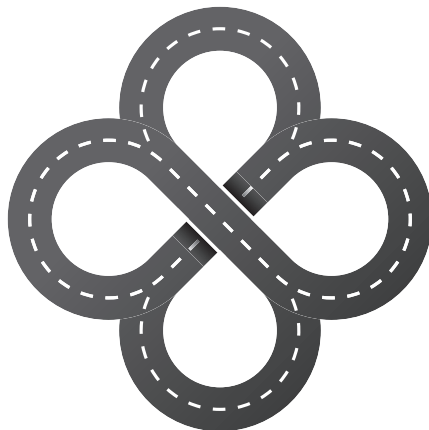


CESTE
2023

ZBORNİK RADOVA
BOOK OF PROCEEDINGS

47. MEĐUNARODNI STRUČNI SEMINAR O PROMETNOJ INFRASTRUKTURI I SIGURNOSTI U PROMETU



CESTE 2023

ROVINJ, HRVATSKA, 21.-24.03.2023.

Organized by

Andreja Feistritz
for
PIENORIA
www.plenoria.hr

Powered by


TOM SIGNAL
TECHNOLOGY OF MARKING
www.tom-signal.hr

ZBORNİK RADOVA BOOK OF PROCEEDINGS

ORGANIZACIJSKI ODBOR

Predsjednica: Andreja Feistritz dipl.oec.

Članovi: doc.dr.sc. Marko Ševrović, John Leko dipl.ing., Saša Tomašić dipl.ing., Slaviša Babić dipl.ing., Slavko Inić dipl.ing., prof. dr. Tomaž Tollazzi, Veronika Feistritz oec.

ZNANSTVENO PROGRAMSKI ODBOR

Predsjednik: prof.dr.sc. Hrvoje Baričević

Članovi: doc.dr.sc. Marko Ševrović, prof.dr. Osman Lindov, Željko Remenar 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., Slavko Inić dipl.ing., prof.dr. Goran Mijoski, Silvijo Čamber dipl.ing., Mladen Hranilović dipl.ing., John Leko dipl.ing., doc.dr.sc. Robert Maršanić

SADRŽAJ

CONTENT

REKLAMNI DIO
ADVERTISING PART

'PRISTUP SIGURNOG SUSTAVA' ZA POBOLJŠANJE SIGURNOSTI NA CESTAMA
THE 'SAFE SYSTEM APPROACH' TO IMPROVE ROAD SAFETY

KONCEPT OTOKA MOBILNOSTI U URBANIM SREDINAMA
THE CONCEPT OF THE ISLAND OF MOBILITY IN URBAN AREAS

PREFABRICIRANI BETONSKI ELEMENTI ZA TEŠKO PROMETNO OPTEREĆENJE
CONCRETE BLOCK PAVEMENT FOR HEAVY TRAFFIC LOADS

UPRAVLJANJA PROMETOM NA DIONICI AUTOCESTE ZASNOVANO NA MULTIKRITERIJALNOJ OPTIMIZACIJI
TRAFFIC MANAGEMENT ON THE MOTORWAY SECTION BASED ON MULTICRITERIA OPTIMIZATION

PLAN UPRAVLJANJA MEĐUNARODNIM PROMETOM (TMP)
INTERNATIONAL TRAFFIC MANAGEMENT PLAN (TMP)

OZNAKE NA KOLNIKU U FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI PROMETA
MARKINGS ON THE ROAD IN THE FUNCTION OF INCREASING TRAFFIC SAFETY

UTJECAJ VREMENA NA ODVIJANJE PROMETA
THE INFLUENCE OF WEATHER ON TRAFFIC

UTJECAJ NAČINA REGULACIJE PROMETA NA PJEŠAČKOM PRIJELAZU NA PONAŠANJE PJEŠAKA
THE INFLUENCE OF THE WAY OF TRAFFIC REGULATION AT THE PEDESTIAN CROSSING ON THE BEHAVIOR OF PEDESTRIANS

PROBLEM UPORABE ELEKTRIČNIH ROMOBILA U CESTOVNOM PROMETU I AKTIVNOSTI NA OSVEŠTAVANJU KORISNIKA
THE PROBLEM OF USING ELECTRIC SCOOTERS IN ROAD TRAFFIC AND ACTIVITIES TO RAISE AWARENESS AMONG USERS

REVIZIJA CESTOVNE SIGURNOSTI NA AUTOCESTI NA KORIDORU VC U F BiH
ROAD SAFETY AUDIT ON THE MOTORWAY ON CORRIDOR VC IN F BiH

KONTROLA SIGURNOSTI CESTA (RSI) NA MAGISTRALNIM CESTAMA U FBiH
ROAD SAFETY INSPECTION (RSI) ON MAIN NETWORK IN FBiH

MOGUĆNOST PRIMENE POLIMERA SUPERPLAST I UTICAJ NA OTPORNOST PRI NISKIM TEMPERATURAMA ASFALTNIH MEŠAVINA
SUPERPLAST POLYMER APPLICATION POSSIBILITY AND IMPACT ON THE LOW-TEMPERATURE RESISTANCE OF ASPHALT MIXTURES

NAPREDNI NADZORNI SUSTAV CESTOVNE OPHODARSKE SLUŽBE
ADVANCED ROAD PATROL SERVICE MONITORING SYSTEM

REAL TIME ROAD CONDITION MONITORING

REKONSTRUKCIJA CESTOVNIH ČVORIŠTA U GRADU ŠIBENIKU
RECONSTRUCTION OF ROAD INTERSECTIONS IN THE CITY OF ŠIBENIKU

EKSPANZIJA U RAZVOJU INOVATIVNIH IDEJA U CESTOGRADNJI
EXPANSION IN THE DEVELOPMENT OF INNOVATIVE IDEAS IN ROAD CONSTRUCTION

ŠTIĆENJE OPASNOSTI U NASELJIMA KROZ KOJA PROLAZE DRŽAVNI ILI ŽUPANIJSKI PUTEVI
SHIELDING OF DANGERS IN SETTLEMENTS THROUGH WHICH NATIONAL OR COUNTY ROADS PASS

ŠTETE UZROKOVANE NALETOM VOZILA NA DIVLJAČ NA JAVNOJ CESTI - PRIKAZ NORMATIVNIH RJEŠENJA
DAMAGES CAUSED BY WILDLIFE - VEHICLE COLLISIONS ON PUBLIC ROADS - A REVIEW OF RELEVANT REGULATIONS

ANALIZA MODELA FINANCIRANJA MREŽE ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ
ANALYSIS OF FINANCING MODEL FOR COUNTY AND LOCAL ROAD NETWORK IN REPUBLIC OF CROATIA

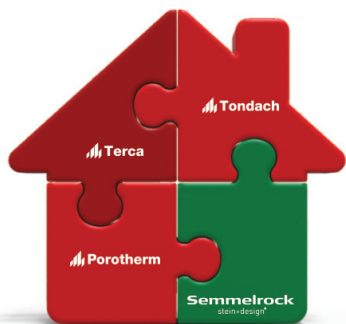
USPOREDBA BROJA SATI ZATVARANJA KRČKOG MOSTA ZBOG OLUJNOG VJETRA I BROJA
IZDANIH UPOZORENJA ZA OLUJNI VJETAR PUTEM SUSTAVA METEOALARM
COMPARISON OF NUMBER OF HOURS WHEN KRK BRIDGE WAS CLOSED DUE TO GALE-FORCE
WIND AND NUMBER OF WARNINGS OF GALE-FORCE WIND ISSUED BY METEOALARM SYSTEM

SUPERBLOKOVI, ODGOVORI NA EUROPSKE STRATEŠKE CILJEVE
SUPERBLOCS, RESPONSES TO EUROPEAN STRATEGIC GOALS

OSVRT NA ISKUSTVA I SAZNANJA PRIKUPLJENA PRI PROVEDBI POSTUPAKA REVIZIJA CESTOVNE SIGURNOSTI
REVIEW OF EXPERIENCES GATHERED DURING THE IMPLEMENTATION OF ROAD SAFETY AUDIT PROCEDURES

PRIMJENA PROTUKLIZNIH PODLOGA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U REPUBLICI HRVATSKOJ

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.

GlasGrid[®] Rapid

SUSTAV OJAČANJA KOLNIKA ZA BRZE
SANACIJE BEZ KORIŠTENJA EMULZIJE



eu.adfors.com

aleksandar.glisic@saint-gobain.com

#HOMEOFROADSAFETY

Whether you are driving home, on holiday or to work – the goal is always the same: to arrive safe. And to ensure this, you can rely on the original. DELTABLOC® is making roads safer worldwide for over 20 years with innovative concrete and steel vehicle restraint systems as well as modern noise protection systems. We are the Home of Road Safety.

deltabloc.com

THE
ORIGINAL

DELTABLOC®



**KVALITETA
I POUZDANOST.**

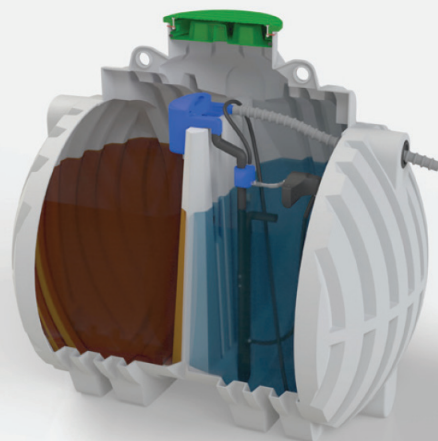
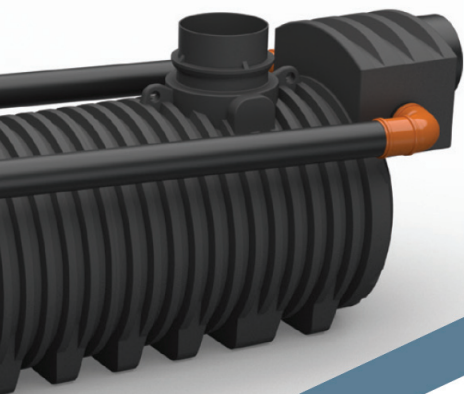
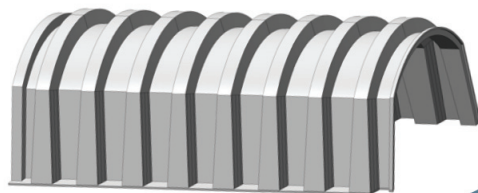


SINCE 1954

Livar d.d. | Ljubljanska cesta 43 | 1295 Ivančna Gorica | Slovenija

info@livar.si | www.livar.si | +386 (0)1 786 99 60

- ▶ **VODOVOD**
- ▶ **AKUMULACIJSKI TUNELI**
AQUAway
- ▶ **SEPARATORI, SEPTIČKE JAME,**
BIOPROČISTAČI
- ▶ **KANALIZACIJA – okna,**
kabelska okna,
slivnici,
cijevi



VODOPLAST PROMET d.o.o.
info@vodoplast-promet.hr
+385 1 2045 791



VAŠA CESTA

U DOBRIM RUKAMA

- › **Površinska obrada**
- › **Armiranje asfalta**
(ugradnja armaturne mreže)
- › **Povezivanje slojeva**
- › **Brtvljenje rubova**
- › **Sanacija:**
 - udarnih rupa
 - pukotina
 - spojeva



stmcroatia.hr

kompozitni poklopci composite covers



the most powerfull covers

za više detalja posjetite nas na štandu,
pogledajte prezentaciju ili posjetite
web www.hidroex.hr



download kataloga

HEP
HŽ
HAC
ARZ
A1
HT
MUP
Janaf

Vodovodi
Odvodnje

Komunalne tvrtke
Gradovi, JLS
Aglomeracije...

vrhunski CESTOVNI poklopci.
tvornicka garancija **30 godina!**

A15kN / B125kN / C250kN / D400kN



službeni zastupnik i distributor.

 **HIDROEX**



VIŠE OD 60 GODINA USMJERENI SMO NA ZADOVOLJSTVO KUPCA

Zahvaljujući stečenom znanju i iskustvu, kupcima pružamo proizvode s kojima će biti zadovoljni i zbog kojih će se iznova vraćati. Predani smo razvoju naprednih rješenja u proizvodnji, te sanaciji i zaštiti građevina i konstrukcija. Kontinuirani rad doveo nas je do toga da se danas ubrajamo u vodeće svjetske proizvođače građevinskih proizvoda i novih tehnologija u građevinarstvu. Proizvodi za sustavno, pouzdano i održivo rješenje protežu se od injektiranja, stabilizacije tla, podnih obloga i hidroizolacije pa sve do sanacije kulturne baštine. S kakvim god se građevinskim izazovima suočavali, možete biti sigurni da će s MC-om Vaš projekt biti uspješan u svakom pogledu. Pouzdanim tehničkim savjetima i certificiranim proizvodnim rješenjima ulažemo napore, brigu i pažnju osiguravajući da svaki projekt koji izvedu naši kupci bude sigurno izveden. Dio bivanja MC-om doista znači prihvaćanje odgovornosti za živote i reputaciju. Gradnju shvaćamo ozbiljno.



THE SAFEST CRASH CUSHION IN THE WORLD

SMA ublaživač udara je jedini proizvod koji je dizajniran tako, da garantira maksimalnu sigurnost za putnike u vozilu

SMA sigurnost na cesti znači:

- Maksimalnu sigurnost kod 130 km/h.
- Absorpciju udara vozila i do 2000 kg.
- Sigurnost putnika garantirana u skladu sa EuroNCAP kriterijima.

Sve ove karakteristike u jednom proizvodu.

Tko drugi može ponuditi jednake performanse?



Solutions designed to save lives
www.smaroadsafety.com



Kontakt: demeter.prislan@siol.net

MOB: +386 41 647 814

Kontakt: info@trafex.hr

MOB: +385 98 980 6776



- ✓ passive safe and strong
 - ✓ in all soil conditions
 - ✓ in all impact directions
- ✓ absorbs the energy of the impact while yielding
- ✓ slows down the car in a controlled way to minimise the risk for injuries and for secondary impacts



Kontakt: demeter.prislan@siol.net

MOB: +386 41 647 814

Kontakt: info@trafex.hr

MOB: +385 98 980 6776



Sniženje temperature proizvodnje i ugradnje bitumenskih mješavina

Linija proizvoda **iterlow** omogućava sniženje temperature proizvodnje i ugradnje bitumenskih mješavina. Primjenom se garantira odgovarajuća obradivost čak i u najhladnijim periodima, kao i pri transportima na velikim udaljenostima od baze. Zahvaljujući **iterlow** štedi se energija i smanjuje emisija CO₂ u atmosferu.

> iterlow



● ITERCHIMICA

roads towards sustainability

www.iterchimica.it

HSH CHEMIE d.o.o., Gradišćanska 34, Zagreb

Jerko Bogavčić

tel.: +385 91 6226 842

e-mail: jerko.bogavcic@hsh-chemie.com



Chemie

RADIO KOMUNIKACIJSKI SUSTAVI

ITS - INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI



Via Tel d.o.o.
Sjedište: Vončinina 3
Ured: Kaptol 25
10000 Zagreb
Tel/Fax +385 (0)1 4617 818
viatel@viatel.hr
www.viatel.hr



TRAJNA I EKOLOŠKI PRIHVATLJIVA RJEŠENJA ZA OZNAČAVANJE CESTA.

Helios Hrvatska d.o.o.

Radnička cesta 173d, 10000 Zagreb, Hrvatska

E: info@helios-hrvatska.hr

T: +385 (0)1 2410 666

www.helios-hrvatska.hr



Member of KANSAI HELIOS. Part of KANSAI PAINT.

general representative 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!

MODERN CONCEPTS FOR SAFER ROADS



PROJEKTIRANJE CESTNA OPREMA ZA GIS

WWW.TRAFEX.HR

'PRISTUP SIGURNOG SUSTAVA' ZA POBOLJŠANJE SIGURNOSTI NA CESTAMA

THE 'SAFE SYSTEM APPROACH' TO IMPROVE ROAD SAFETY

Zoran Kenjić , mag.inž.građ .

**Ministry of Infrastructure and Water Management, The Netherlands,
Rijkswaterstaat**

e-mail: zoran.kenjic@rws.nl

Sažetak:

Europska komisija i vlade država članica rade zajedno na poboljšanju sigurnosti na cestama zbog velikog broja smrtnih slučajeva na cestama na razini EU-a, uglavnom uzrokovanih ljudskom pogreškom. Jedna od mjera koju propisuje EK u Direktivi 2019/1936 je implementacija 'Safe System approach'. Riječ je o pristupu koji za cilj ima stvaranje sigurnog prometnog sustava prilagodbom infrastrukture, vozila i ponašanja sudionika u prometu ograničenjima ljudskih fizičkih i psihičkih sposobnosti. Cilj je smanjiti broj smrtno stradalih na cestama na 0 do 2050. Principi projektiranja cesta poznati kao 'Self-explaining roads' i 'Forgiving Roads' smatraju se polaznim točkama za pristup sigurnog sustava .

Abstract:

The European Commission and Member State governments are working together to improve road safety due to the high number of road deaths at EU level, mainly caused by human error. One of the measures prescribed by the EC in Directive 2019/1936 is the implementation of the 'Safe System approach'. This is an approach aimed at creating a safe traffic system by adapting the infrastructure, vehicles and the behavior of road users to the limitations of human physical and mental capacity. The goal is to reduce the number of road fatalities to 0 by 2050. The design principles of 'Self-explaining Roads' and 'Forgiving Roads' are seen as starting points for the Safe System approach.

Fatal accidents on European roads

Road accidents claim many victims worldwide each year, often caused by human error such as speeding, distraction behind the wheel and unsafe driving habits. To reduce the number of road accidents, governments and organizations worldwide are working together on campaigns for road safety, improved infrastructure and stricter legislation.

In June 2022, a joint working group of the International Transport Forum (ITF, OECD¹) and the World Bank published the report 'The Safe System approach in action'². It states that a safety-oriented system approach is necessary to reduce the number of road casualties worldwide, something that the EC also points out in its Directive 2019/1936³. This directive prescribes the implementation of the 'Safe System approach' as a solution to road safety problems on European roads.

The 'Safe System approach' is aimed at designing the traffic infrastructure and traffic system with people in mind, in order to create a safe traffic environment. It is not new, Sweden and the Netherlands were already pioneers in this field in the 1990s and introduced road safety visions such as 'Vision Zero' and 'Sustainable Road Safety'. Both views⁴ are based on the principle that road fatalities and injuries are unacceptable and can be eliminated. A multidisciplinary approach is needed, integrating technical solutions, policy, legislation, supervision and behavioral changes of road users to improve road safety. The 'Safe System approach' strives to prevent human errors and mistakes from leading to serious injuries or fatalities in traffic.

The idea behind this concept is that it is inevitable that people will make mistakes and therefore it is necessary to create a system that can reduce the severity of traffic accidents and increase road safety.

This approach includes several measures, such as reducing speed limits, improving infrastructure, strengthening legislation and supervision, encouraging road user responsibility and developing technologies that can reduce the impact of accidents.

Road design and road safety

A safe road design is of great importance for road safety. It not only offers a safe infrastructure that supports the desired behavior of road users, but also an environment that is forgiving when something goes wrong. A poorly designed road can actually lead to dangerous behavior by road users. As road users will continue to make mistakes, the Safe System approach takes this into account. Road design must therefore be aimed at reducing the risk of accidents and preventing serious consequences if an accident does occur.

The design principles of 'Self-explaining roads (SER)' and 'Forgiving Roads (FR)' take human characteristics into account and can contribute to a safer traffic system. In 1995, Dutch experts Theeuwes and Godthelp published a paper entitled 'self-explaining roads'⁵, in which they argued for a new concept of safe road design. Since then, SER and FR have become the most commonly used principles in road design.

¹ Organization for Economic Co-operation and Development (<https://www.oecd.org>)

² <https://www.itf-oecd.org/safe-system-in-action>

³ RISM: Directive 2008/96/EC on Road Infrastructure Safety Management (<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/1936/oj>)

⁴ <https://youtu.be/Fj2TQZOasn4>

⁵ SUBJECTIVE ROAD CATEGORIZATION AND SPEED CHOICE ([Theeuwes & Diks](#))

In 2010, the World Health Organization (WHO) and the United Nations (UN) emphasized the need for the 'Safe System approach' and the importance of self-explanatory and forgiving road infrastructure. This led to the proclamation of the Decade of Road Safety Action. Unfortunately, these design principles have not yet been applied everywhere, as a result of which the intended improvement of road safety on European roads has not been achieved.

The implementation of the 'Safe System approach' and the application of safe design principles, such as SER and FR, should be repeated and explicitly advocated to improve road safety.

How to help self-explaining roads to make traffic safer?

The concept of 'Self explaining roads' (SER-concept) means that roads are designed and arranged in such a way that road users immediately understand how to behave on this road and what to expect. This ensures that road users behave appropriately and safely, because the design of the road and the environment provides information about the type of road ⁶ they are on. This encourages road users to comply with the traffic rules and to display the desired behaviour.

In order for the SER-concept to function properly, it is important that roads are designed in an unambiguous manner and divided into categories based on the road safety principles of 'Sustainable Road Safety'.

This creates a uniform and recognizable environment for road users, so that they are better able to respond adequately to the conditions on the road.

Categorization of roads

In the Netherlands, the concept of self-explanatory roads has been applied by redefining three different road types: *through roads*, *distributor roads* and *access roads*. Roads with a flow function are motorways and freeways without intersections with other traffic. Roads that have an area distributor function connect residential areas, recreational areas, industrial areas and rural residential areas, and contain level intersections and/or roundabouts. The third category is roads with an access function, which allows access to buildings along the road through at-grade intersections for traffic interchange and direction changes.

Within these three categories, seven types of road layouts can be distinguished.

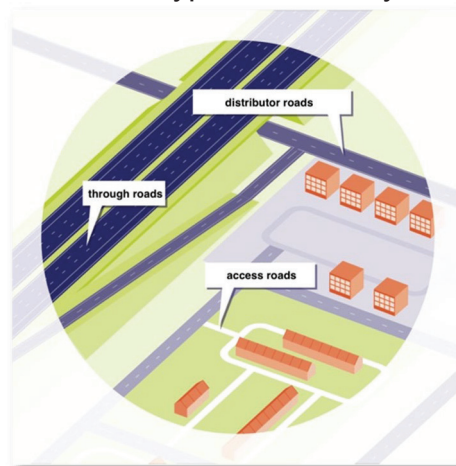


Figure: scheme categorization of roads in the Netherlands⁷

⁶Designing Safe Road Systems: A Human Factors Perspective ([Theeuwes et al 2012](#))

⁷SWOV (2017). Fact Sheet - *Principles for Safe Road Design* .

Road safety principles of 'Sustainable Road Safety'

The Dutch road safety vision prescribes that roads must be designed according to the basic principles of road safety.

This means that roads must **be easily recognizable** and have a similar appearance to roads with the same function, speed profile and user type. In addition, roads must **be easily distinguishable** and show a clear difference in appearance and layout between different road categories. Finally, roads must **be easy to interpret**, where the design must make clear what behavior is desired and the road characteristics must elicit the correct behaviour.

By applying these principles, roads are made functional and homogeneous, so that road users can easily recognize them (self-explaining). As a result, road users know what behavior is expected of them and what they can expect from other road users, which reduces the mental burden on the road user.

The logical categorization of roads also ensures that road users can easily adjust the driving speed to the desired speed. In the Netherlands, this is considered a credible speed limit⁸, because it matches the expectations evoked by the road image (road layout). As a result, road users are more inclined to adhere to the limit, as it is perceived logically.

Forgiving roads

A road designed to prevent and limit damage to people (and property) in the event of an accident is called a forgiving road. This is achieved by adjusting the design of the road and its immediate surroundings in such a way that the consequences of human error are limited. This means, for example, that the verges must be laid out safely and that the (driving) speed is safe.

To create safe verges, these can be made semi-paved and obstacle-free zones or crash-safe obstacles or barriers for obstacles can be installed.

Conclusion

The 'safe system approach', according to the OECD/ITF⁹, is an integrated approach to the various elements of the traffic system that takes into account human vulnerability and fallibility, because risks are inherent in traffic. It requires the involvement of all relevant actors, such as road authorities, the police, the judiciary and companies. The traffic system must be corrective and forgiving, while public awareness of road safety must increase. Sustainably Safe Road Traffic and Vision Zero are seen as examples of a 'safe system' approach by the OECD and the UN. The design principles of 'Self-explaining roads and Forgiving Roads' can be seen as starting points for the 'Safe System approach'.

⁸ <https://swov.nl/nl/fact/speed-what-are-credible-speed-limits>

⁹ OECD/ITF (2016). *Zero road deaths and serious injuries: leading a paradigm shift to a safe system*.

Organization for Economic Co-operation and Development OECD / International Transport Forum ITF, Paris.

Koncept Otoka mobilnosti u urbanim sredinama

Mobility Island Concept in Urban Areas

Osman Lindov, dipl.inž.saobr.

redovni profesor

olindov@gmail.com

Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta u Sarajevu

Hamid Mehinović

Magistar ekonomije

hmehinovic@ceteor.ba

Ceteor, Sarajevo

Sažetak

Otoci mobilnosti predstavljaju novi koncept koji nudi potencijal za "pokretanje" promjena uspostavljanjem vidljivog i veoma različitog koncepta urbane mobilnosti. Razumjevanje zajedničkog procesa i zajedničkih rešenja usvojenih od strane gradova nesumnjivo bi bilo dobro znati, „uhvatiti“, kodifikovati i "pakovati." Gradovi moraju transformisati svoju mobilnu infrastrukturu i usluge i navike koje društvo ima za useljenje u i oko svojih gradova. Pakovanje nastoji da spoji tri stvari koje se obično ne rješavaju u gradovima: 1. duboko razumijevanje društvenih želja i potreba (svijet menadžera zajednice); 2. koji tehnički pristupi mogu riješiti ove probleme (inženjerski svijet) i 3. koji poslovni model i opcije finansiranja mogu se koristiti za podršku implementaciji (finansijama). Nastoji da obuhvati funkcionalno uobičajena, interoperabilna, rešenja zasnovana na komponentama za ove potrebe. Budući da je funkcionalno uobičajen (za razliku od fizički sličnih), zaobilazi tipičnu zabrinutost sa rešenjima "jedna veličina odgovara svima" koje gradovi često nameću industriji. Ovo omogućava gradovima da prilagode funkcionalno uobičajena dokazana rešenja svom jedinstvenom kontekstu.

Ključne riječi: Mobilnost, Otoki Mobilnosti, Inovacije, Održivost

Abstract

Mobility Islands represent a new concept that offers the potential to 'trigger' change by establishing a visible and very different concept of mobility. Understanding the common process and common solutions adopted by cities would undoubtedly be good to know, capture, codify, and 'package'. Cities must transform their mobile infrastructure and services and the habits society has for moving in and around their cities. Packaging seeks to bring together three things that are not usually addressed commonly in cities: 1. a deep understanding of social wants and needs (the world of community managers); 2. what technical approaches could solve these problems (engineering world) and 3. what business model and financing options can be used to support implementation (finance). It seeks to encompass functionally common, interoperable, component-based solutions for these needs. Because it is functionally common (as opposed to physically similar), it bypasses the typical concern with 'one-size-fits-all' solutions that cities often impose on the industry. This enables cities to adapt functionally common proven solutions to their unique context.

Keywords: Mobility, Mobility Islands, Innovations, Sustainable

UVOD

Da bi se pronašao balans između te potrebe za mobilnošću i očuvanja prirodnih resursa treba težiti ka održivosti koja će omogućiti veći kvalitet života za buduće generacije. Na približavanje održivom načinu života u velikoj mjeri utiče promet i njegovi negativni efekti koje je potrebno ublažiti. Borba za približavanje kreće na globalnom nivou postavljanjem određenih načela i ciljeva. Na Samitu o održivom razvoju, koji se održao 25. septembra 2015. godine, države članice Ujedinjenih nacija usvojile su Program održivog razvoja do 2030. godine (Agenda 2030.), koji sadrži 17 ciljeva održivog razvoja sa ciljem iskorjenjivanja siromaštva, borbe protiv neravnopravnosti i nepravde i rješavanje pitanja klimatskih promjena do 2030. godine. Podjednako vrijede za sve zemlje i siromašne i bogate, te se od svih zemalja članica Ujedinjenih Nacija očekuje da se aktivno uključe u dostizanje ovih ciljeva kroz prilagođavanje svojih nacionalnih programa. Ciljevi održivog razvoja predstavljaju globalni poziv na djelovanje u pravcu okončanja siromaštva, zaštite životne sredine i klime na našoj planeti i pružanja mogućnosti uživanja mira i prosperiteta svim ljudima, svuda u svijetu. To su ciljevi na kojima radi UN i sve njene organizacije.

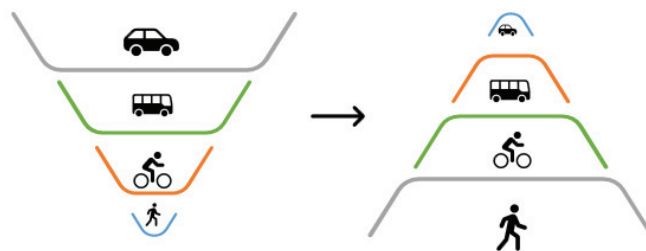


Izvor: <https://bosniaherzegovina.un.org/bhs/127284-partnerstvo-za-odrzivi-razvoj>

Slika 1. Ciljevi održivog razvoja UN (2015-2030)

Ovim pristupom i prihvatajući ciljeve održivosti posebno cilj 11. održivi gradovi i zajednice razvoj transporta i mobilnosti u će biti sistematski i trajno usmjeren da teži razvoju mobilnosti u EU, te da se u ovoj oblasti i istakne kao pokretač procesa održive transformacije ka niskokarbonskoj ekonomiji i stvaranju ugodnog životnog okruženja fokusiranog na građane i njihove stvarne potrebe¹. Također, kod planiranja prostora potrebno se rukovoditi integrisanom planiranjem prostora u kontekstu održive urbane mobilnosti, odnosno da planiranja prostora mora biti okrenuta od prostora za motorna vozila prema prostoru za čovjeka pješaka i biciklistu i građanke i građane koji koriste javni prijevoz u svojim aktivnostima u kretanju i mobilnosti.[10], [11].

¹ Interoperabilnost (djelovati, raditi), sposobnost sistema ili snaga sistema za pružanje i primanje usluga od drugih sistema, te upotreba tako razmijenjenih usluga za efikasno međusobno djelovanje.



Slika 2. Integrisano planiranje prostora i održive urbane mobilnosti

Koncept *Mobility Islands* predstavlja atraktivnu lokaciju/objekat koji korisnicima nudi opcije za ekološki čiste i praktične vidove putovanja. Na jednom mjestu objedinjuje infrastrukturu i usluge stvarajući pouzdan model za novi način kretanja gradom koji štedi novac, zdraviji je, a povećava uključenost u „zeleni“ gradski prevoz. U tom smislu, ovaj dokument ima za cilj usmjeriti nadležne lokalne uprave i pobuditi politički interes grada o tome kako različita rješenja pametnog grada, kroz implementaciju određenih akcija sa smanjenim rizikom i povećanom pristupačnošću, mogu donijeti nove vrijednosti kvalitete života građana. [12] [14]. To uključuje razradu i izradu strateškog i provedbenog dokumenta za definisanje učinkovitih i zajedničkih akcija usmjerenih na kratkoročno-srednjoročne vremenske okvire, kao i dugoročne vizije. Ove akcije se trebaju smatrati intervencijama koje su osmišljene za poticanje održivije, ekološki prihvatljivije mobilnosti nudeći usluge poput zajednička (shared) upotreba električnih vozila (automobili, bicikli, romobili), proizvodnja čiste energije (sunce, vjetar), električne punionice, pristup javnom prevozu, te razne pogodnosti (kafić, klupe, ormarići za ostavu, toalet, informacije), a sve digitalno podržano. Smjernice za Koncept *Mobility Islands* trebaju se temeljiti na lekcijama naučenim iz primjera Grada Milana, kao jednog od vodećih gradova unutar *Sharing Cities*², sa više od 40 otoci mobilnosti u različitim fazama procesa životnog ciklusa. Na osnovu tih postupaka za izradu akcijskih planova *Mobility Islands*, definišu se lokalni prioriteti i mjere usmjerene na potražnju za povećanje učinkovitosti i prihvatljivosti politika zajedničke mobilnosti (shared mobility) [30].

1. INTEGRIRANE I INOVATIVNE AKCIJE ZA UNAPREĐENJE ODRŽIVE URBANE MOBILNOSTI

Plan održive mobilnosti (engl. Sustainable Urban Mobility Plan) je strateški plan dizajniran da zadovolji potrebu za mobilnošću ljudi i biznisa u gradovima i njihovom okruženju radi boljeg kvaliteta života. Planiranje urbane mobilnosti je veoma zahtjevan i kompleksan zadatak. Planeri moraju upravljati velikim brojem, često konfliktnih zahtjeva koji će zadovoljiti potrebe stakeholdera. Izradom i primjenom ovog strateškog dokumenta gradovi će osigurati građanima i poslovnom sektoru kvalitetu života i poslovanja u sadašnjosti i budućnosti. Za razliku od tradicionalnog pristupa prometnom planiranju, SUMP stavlja poseban naglasak na uključivanje i sudjelovanje građana i ostalih sudionika, te usklađivanje odluka u različitim sektorima: promet, prostorno planiranje, privredni razvoj, društvene aktivnosti, zdravlje, sigurnost, energija itd. [2] [6]. [24].

Cilj Plana održive mobilnosti u gradovima je stvaranje održivog transportnog sistema u gradovima [3] pomoću:

- osiguravanja dostupnosti poslova i usluga svima;
- poboljšanja sigurnosti i zaštite;

² <https://www.sharingcities.eu/>

- smanjenja zagađenja, emisije stakleničkih plinova i potrošnje energije;
- povećanja učinkovitosti i ekonomičnosti u transportu osoba i roba;
- povećanja atraktivnosti i kvalitete gradskog okoliša.

Cilj integrirane i inovativne akcije za unapređenje održive urbane mobilnosti jeste jačanje evropske teritorijalne saradnje, fokusirajući se na moderne urbane izazove, kroz korištenje inovativnih metoda i alata, u svrhu uspostavljanja integriranih akcionih planova koji podržavaju održivu mobilnost.[15]. Ono što čini danas potrebe urbane mobilnosti su:

- rješavanje izazova zagađenja zraka i zagađenje bukom urbanih sredina,
- redizajniranje modela mobilnosti,
- uspostava nove infrastrukture koja podržava inovativnu mobilnost,
- stalna restruktuiranja javnog sektora u dijelu održivog razvoja urbanih sredina,
- kooperacija svih gradskih aktera na usvajanju novih praksi mobilnosti.

Potrebno je identificirati inovativna rješenja za mobilnost koja promovišu javni prevoz i aktivne načine putovanja, kao i pametni, ekološki prihvatljiv vid mobilnosti dok se istovremeno smanjuje individualni prevoz i posjedovanje automobila. Korištenjem inovativnih metoda i alata, potrebno je uspostaviti integrirane akcione planove kako bi se podržala održiva mobilnost.[18].

Novi koncept, **integrirane i inovativne akcije za unapređenje održive urbane mobilnosti**, nudi potencijal da 'pokrene' promjene uspostavljanjem vidljivog i vrlo drugačijeg koncepta mobilnosti **kroz tkz. Mobility Islands (otoke mobilnosti)**. Način na koji grad svakodnevno funkcionise radikalno se mijenja. Ambicije za postizanjem zelenog i pravilnog oporavka to naglašavaju – barem kod onih gradova koji su ili žele biti progresivni.[19]. Gradska mobilnost podržava sposobnost grada da privuče preduzeća, a time i radna mjesta, pruži čisto i ugodno okruženje, pozitivno utiče na stil života i stvara jednake mogućnosti za sve. Stoga je bitno znati kako najbolje upravljati rezultirajućom tranzicijom. Stoljeće zavisnosti o intenzivnom transportu na fosilna goriva se bliži kraju. Gradovi su tokom svog razvoja ulagali velika sredstva u čvrstu infrastrukturu koja dominira urbanim okolišem: ceste prepune vozila koja prečesto izoliraju zajednice, ružna parkirališta i slično. U Evropi i svijetu se podstiče trend prestanka ulagana u zastarjele paradigme i započinje prelazak na nove 'mekše' infrastrukture i usluge gradske mobilnosti koje nude bolje korisničko iskustvo. Ponuda pristupačnog, zelenog gradskog prevoza, sljedeći je najvažniji korak u transformaciji urbane mobilnosti, a fokusu toga su otoci mobilnosti. Postoji veliki popis pojmova i definicija koji pokrivaju temu otoci mobilnosti, a koji su dati u nastavku. [19].[22].

Otok mobilnosti je fizičko mjesto koje služi diskretnim potrebama lokaliteta unutar kojeg se nalazi. Dakle, 'Lego' analogija mogućnosti postavljanja različitog broja fizičkih stvari, vezanih za mobilnost (eScooteri/eBikes/eCars) ili opštijih usluga (kafić, sjedišta, zeleno okruženje, ormarići za skladištenje, itd.) koji odgovaraju toj lokaciji. Također, olakšava jednostavno proširenje kako se potrebe okruženja mijenjaju. Svojom praktičnošću i izborom načina putovanja, sve većom dostupnošću diljem grada, te svojim dizajnom i atraktivnom formom, omogućit će stvaranje "5-minutnog grada". Pod vizijom "5-minutnog grada" se podrazumijeva izbor zajedničke električne mobilnosti na 5 minuta hoda od bilo kojeg mjesta u gradu. Ovo bi trebalo postati osnovni stub na kojem će se zasnivati budućnost urbane mobilnosti.

Smart Mobility (pametna mobilnost) je nov i revolucionaran način razmišljanja o tome kako se krećemo - onaj koji je čišći, sigurniji i učinkovitiji. Odnosi se na korištenje različitih načina prevoza uz ili čak umjesto posjedovanja ličnog vozila na konvencionalna pogonska goriva. Pametna mobilnost može imati mnogo različitih oblika, uključujući zajedničku vožnje, dijeljenje automobila, javni prevoz, hodanje, vožnju biciklom i drugo. Potreba za pametnom mobilnošću nastala je zbog sve veće prometne gužve i povezanih nuspojava, uključujući zagađenje, smrtne slučajeve i izgubljeno vrijeme u prevozu.

Shared Mobility (zajednička mobilnost) je usluga prevoza koja se koristi za definisanje prevoznih sredstava (vozilo, biciklo, romobil i dr.) bez vlasništva kojima se javnost može koristiti za kratkoročne vožnje na bazi satnog ili dnevnog najma.

Transportation Demand Management – TDM (upravljanje prevoznom potražnjom) također poznato kao upravljanje mobilnošću, opšti je izraz za različite strategije koje povećavaju učinkovitost prevoznog sistema. Naglašava kretanje ljudi i robe, a ne motornih vozila, te stoga daje prednost učinkovitijim načinima rada (kao što su pješaćenje, vožnja biciklom, zajednička vožnja, javni prevoz i rad na daljinu), posebno u uslovima zagušenja. TDM uključuje niz različitih mjera, kao što su preraspodjela uličnog prostora, parkiranje, šira regulacija, cijene i oporezivanje.

Sustainable Urban Mobility Plan - SUMP (planovi održive urbane mobilnosti) su po definiciji Europske komisije strateški plan, koji se nastavlja na postojeću praksu u planiranju i uzima u obzir integracijske, participacijske i evaluacijske principe kako bi zadovoljio potrebe stanovnika gradova za mobilnošću, sada i u budućnosti, te osigurao bolju kvalitetu života u gradovima i njihovoj okolini.[9].[5].

2. KONCEPT „OTOCI MOBILNOSTI“ KAO OSNOVA ZA STIMULACIJU TRANZICIJE

Otoci mobilnosti predstavljaju novi koncept koji nudi potencijal da 'pokrene' promjene uspostavljanjem vidljivog i vrlo drugačijeg koncepta mobilnosti. Razumijevanje zajedničkog procesa i zajedničkih rješenja koja gradovi usvajaju nesumnjivo bi bilo dobro znati, obuhvatiti, kodificirati i 'pakirati'.

Gradovi moraju transformirati svoju mobilnu infrastrukturu i usluge i navike koje društvo ima za kretanje u njihovim gradovima i oko njih.

Pakovanje nastoji spojiti tri stvari koje se obično ne rješavaju na zajednički način u gradovima:

- (i) duboko razumijevanje društvenih želja i potreba (svijet menadžera zajednice)
- (ii) koji tehnički pristupi bi mogli riješiti ove probleme (inženjerski svijet)
- (iii) koji poslovni model i opcije finansiranja se mogu koristiti za podršku implementaciji (finansije)

Nastoji da obuhvati funkcionalno zajednička, interoperabilna rješenja zasnovana na komponentama za ove potrebe. Budući da je funkcionalno uobičajen (za razliku od fizički sličnih), zaobilazi tipičnu brigu o 'jedinstvenim-za sve' rješenja koja gradovi često nameću industriji. Ovo omogućava gradovima da prilagode funkcionalno uobičajena dokazana rješenja prema vlastitom jedinstvenom kontekstu. Dobra analogija je zasnovana na 'Lego' principu.[6]. Pristup „pakovanju“ nudi višestruke prednosti i to:

1. pruža kao platformu za saradnju i izgradnju kapaciteta u gradovima, kao i

- moгуćnost agregacije potražnje.
2. omogućava brže donošenje odluka i skraćuje cikluse prethodnog odobravanja (tipičan projekat javnog sektora, od ideje do promjene na terenu, je 4,5 godine).
 3. osigurava efikasnije korištenje oskudnih gradskih resursa.
 4. ulijeva veće povjerenje u rješenje (od grada, industrije i investitora).
 5. otvara pristup tržištu za gradove.
 6. pruža atraktivno tržište za industriju (uključujući lokalna mala i srednja preduzeća).
 7. privlači investiciju u projekte.
 8. smanjuje nabavnu cijenu kroz ekonomiju obima.
 9. poboljšava konzistentnost i pouzdanost rješenja.

Ove pogodnosti su dobre za sve zainteresovane strane: gradove, industriju i investitore, čiji rezultati su naravno bolji za društvo i okoliš. Otoci mobilnosti mogu se personalizirati i 'brendirati' unutar grada kako bi se dala posebnost i ojačali specifični aspekti. Gradovi moraju transformirati svoju mobilnu infrastrukturu i usluge i navike koje društvo ima za kretanje u njihovim gradovima i oko njih. Cilj je razviti učinkovite strategije i opšti pristup razrade postavljanja otoka mobilnosti.[32]. Glavni koraci za izradu akcijskih planova otoka mobilnosti su prikazani u Tabeli 1.

Tabela 1. Koraci za izradu akcijskih planova otoci mobilnosti

Korak 1: Analiza okvira	✓ Razumjeti trenutnu viziju grada/općine u pogledu mobilnosti (pametna mobilnost, e-mobilnost); ✓ Procijeniti trenutnu situaciju u vezi s regulatornim ograničenjima i obvezama za planiranje i provođenje koncepta otoci mobilnosti; ✓ Procijeniti trenutnu situaciju u vezi s bilo kojom mjerom u strateškim dokumentima o prometu i mobilnosti odobrenim od strane javnih tijela u gradu/općini; ✓ Procijeniti trenutnu situaciju u vezi s uslugama mobilnosti putnika i robe, a koje se odnose na pametnu mobilnost, e-mobilnost, mikromobilnost, kao i situaciju s zainteresovanim partnerima koja žele učestvovati.
Korak 2: Provođenje samoprocjene	✓ Provesti SWOT analizu u svrhu procjene potencijalnih pokretača i prepreka za inicijative u okviru otoci mobilnosti; ✓ Izraditi procjenu potencijalnih prepreka i pokretača koji bi mogli negativno uticati (prepreke) ili pozitivno podržati (pokretači) razradu i usvajanje akcijskih planova.
Korak 3: Identifikacija relevantnih glavnih aktera	✓ Identifikovati glavne aktere u gradu/općini od strane nadležnih odjela zaduženih za planiranje mobilnosti i prometa, planiranje namjene površina, zaštitu okoliša, javne radove itd.; ✓ Identifikovati stakeholdere urbane mobilnosti i razumjeti njihove uloge i položaj; ✓ Osigurati pošteno predstavljanje organizacija; ✓ Izvršiti potpisivanje sporazuma o razumjevanju.
Korak 4: Dijagnoza otoci mobilnosti i postavljanje ciljeva	✓ Razumjeti trenutnu situaciju u prometu i mobilnosti; ✓ Razumjeti trenutnu dinamiku kretanja putnika i robe; ✓ Identifikovati i dati prioritet ključnim problemima koje treba riješiti akcijskim planom otoka mobilnosti (npr. identifikacija lokacija otoka mobilnosti);
Korak 5: Razvoj scenarija i dugoročne vizije	✓ Razviti scenarije i dugoročnu viziju prema postavljenim i strateškim ciljevima, u skladu s relevantnim dokumentima strateškog planiranja prometa, kao i akcijama koje su već u programima politike; ✓ Opisati scenarije kratkoročno-srednjeg vremenskog okvira i dugoročne vizije.
Korak 6: Razvoj učinkovite akcije otoci mobilnosti	✓ Odrediti koja strategija služi viziji u ciljnoj općini/gradu; ✓ Definirati rješenja za "brzu pobjedu" usmjerena na kratkoročne i srednjeročne strategije mobilnosti i dugoročnu viziju, pokrivajući sve načine prevoza, mobilnost putnika/robe; ✓ Definirati područje obuhvaćeno Akcijskim planom na nivou općina/gradova i odrediti potencijalne lokacije otoka mobilnosti.

2.1. Prednosti i slabosti koncepta Otoci mobilnosti

Prednosti uvođenja Otoka mobilnosti sa globalnog aspekta se mogu ogledati kroz:

- **Ekološke prednosti:** zahtjevi za smanjenjem stakleničkih plinova mogu se postići samo uvođenjem mobilnosti sa znatno manjim nivoom emisije ili nulte emisije. Ciljevi evropskog klimatskog paketa do 2030. (Europska komisija 2017.), jeste pomoći EU-u u rješavanju pitanja kao što su smanjenje emisija stakleničkih plinova do 2050. za 80 – 95 % u poređenju s nivoima iz 1990.; visoke cijene energije; potreba za zamjenom i modernizacijom energetske infrastrukture; i postizanje dogovora o cilju smanjenja emisija stakleničkih plinova za 2030. Evropski zeleni plan podržava inicijativu za održivu i pametnu mobilnost. Procjenjuje se da će se emisije iz prometnog sektora do 2050. morati smanjiti za 90 % kako bi EU postigao klimatsku neutralnost.
- **Strateške prednosti:** zabrinutost, koja se javlja kao posljedica zavisnosti o ograničenim rezervama fosilnih goriva u istovremeno politički nestabilnim područjima, a visoka cijena navedenog energenta predstavlja ograničenje i u budućnosti. Električna mobilnost prevladava zavisnost o fosilnim gorivima jer se izvor energije može dobiti iz drugih izvora, uključujući obnovljive;
- **Tehničke prednosti:** uslov za razvoj električne mobilnosti poboljšani su i postavljanjem tzv. pametnih mreža, punionica i novih tehnologija baterija;
- **Ekonomске prednosti:** ulaganje u održivi razvoj novi je ekonomski potencijal za poticanje privrede, među kojima se ističe i elektromobilnost kao oblik poslovne prilike.

Nedostatci koji se vezuju za koncept Otoka mobilnosti se mogu ogledati u:

- **Nedostatak svijesti o aktivnoj mobilnosti i e-mobilnosti;**
- **Sigurnost** zbog postojećih obrazaca ponašanja društva: neshvatanje mikromobilnosti kao aktivnih učesnika u prometu. Nepostojanje infrastrukture koja je namijenjena isključivo za korisnike mikromobilnosti, te dizajn infrastrukture usklađen za individualna motorna vozila može biti opasan za korisnike mikromobilnosti. Moglo bi se reći da u gradovima putnički automobili predstavljaju jednaku opasnost za mikromobilnost, kao opasnost koju biciklisti i romobili predstavljaju za pješake ukoliko dijele istu infrastrukturu. Ovome doprinosi i neuređena zakonska legislativa. Pored toga pješaci se u prometu često oslanjaju samo na zvuk koji im se približava. Bicikl i električno prevozno sredstvo su gotovo nečujni pri sporij vožnji (do 30 km/h). Međutim, Evropski parlament i Evropsko vijeće zahtijeva od proizvođača električnih vozila da uvedu zvuk u nove modele od 2019. i također u postojeće modele do 2021. godine;
- **Vrijeme punjenja i infrastruktura:** električna mobilnost zahtijeva promjenu rutine punjenja vozila sa zaustavljanja na benzinskoj stanici na unaprijed planiranu rutu unutar dometa vozila i određivanje mjesta punjenja unaprijed. Vrijeme punjenja e-vozila također je značajno duže od punjenja vozila s unutrašnjim sagorjevanjem. Kod mnogih gradova postojeća infrastruktura je izgrađena i prilagođena kretanju individualnim motornim vozilom. Samim tim javlja se potreba za transformacijom infrastrukture kroz inkluziju opcija za mikromobilnosti;
- **Indirektno onečišćenje okoliša:** pri proizvodnji baterija za električna prevozna sredstva, emisije u okoliš u poređenju s proizvodnjom vozila s unutrašnjim sagorjevanjem su 60-70% veće. Zagađenje se dodatno povećava punjenjem na punionicama čija električna energija nije proizvod obnovljivih izvora.

2.2. SWOT analiza koncepta Otoci mobilnosti

Cilj ovog koraka jeste provođenje SWOT analize, pri čemu će se identifikirati snage, slabosti, prijetnje i prilike kao i ključnih faktora uspjeha koji mogu ponuditi potencijal za pokretanje uspješnog procesa planiranja Otoka mobilnosti. SWOT analiza je zasnovana na konceptu Otoka mobilnosti, a razmatrani su aspekti urbane mobilnosti, elektro mobilnosti i aspekti pametnih gradova.[32].

Tabela 2. SWOT analiza koncepta Otoci mobilnosti

SNAGE	SLABOSTI
- o značajan doprinos primjene električnih prevoznih sedstava i mikromobilnosti smanjenju onečišćenja okoliša, - o manji troškovi eksploatacije i troškovi održavanja i registracije električnih vozila u odnosu na klasična vozila, - o integracija sa pametnim tehnologijama za bolje korisničko iskustvo, - o jednostavnost mobilnosti i korištenja usluga, - o smanjenje potražnje za parkiralištima, - o poboljšanje kontinuirane mobilnosti kroz multimodalni gradski prevoz, - o mikromobilnost pomaže smanjenju gužvi u prometu, - o poboljšanje dostupnosti gradskih aktivnosti, - o brže se stiže do odredišta u vršnim opterećenjima, - o inovativnost, - o subvencije, porezne olakšice i poticaji, - o smanjenje socijalne nejednakosti.	- o slaba informisanost građana o prednostima aktivne mobilnosti i e-mobilnosti, - o nepostojanje adekvatne infrastrukture ugrožava sigurnost korisnika usluga, - o brza ekspanzija ne dopušta korisnicima dovoljno vremena da se prilagode i usklade sa sigurnošću na cesti, - o nije razvijen sistem gradske logistike, - o nepouzdan nadzor nad radom i korištenjem sredstava mikromobilnosti i električnih punionica, - o nedovoljan broj i/ili neadekvatna prostorna raspoređenost električnih punionica, - o neispravne punionice, - o nedostatak korisničke podrške za pouzdano korištenje, - o različite metode identifikacije i aktivacije punionica, - o relativno visoka cijena električnih vozila, - o ograničen raspon električnih vozila.
PRILIKE	PRIJETNJE
- o smanjenje troškova prevoza, - o podizanje svijesti korisnika, - o trendovi smanjivanje korištenja fosilnih goriva, - o poskupljenje fosilnih goriva, - o smanjenje lokalnih emisija štetnih plinova, - o razvoj novih proizvoda, rješenja, usluga, tehnologija (pametne tehnologije), - o povećanje socijalne uključenosti i poboljšanje ekonomske situacije stanovnika, - o nove poslovne prilike i novi poslovni modeli (B2B, B2C, B2G) - o povećano uključivanje privatnog sektora, - o postojanje usvojenog SUMP-a - o poboljšanje kvalitete života građana, - o „Pametni gradovi“ koji će uključiti sve učesnike u prometu.	- o nepostojanje adekvatne zakonske legislative, - o nedefinisana nadležnost o održavanju objekata i infrastrukture otoka mobilnosti, - o velike investicije, - o potrebna izgradnja nove infrastrukture, - o prelazni period gradske infrastrukture za usvajanje novog modela prevoza, - o nerealna očekivanja društva koja mogu dovesti do razočarenja, - o ograničena ponuda, - o povećani rizik od neobučenih korisnika električnih romobila, - o nepredvidivo kretanje cijena sredstva mobilnosti i električne energije, - o nekonkurentnost na tržištu, - o česte promjene direktiva i zakonodavstva, - o neujednačeni standardi, - o nedostatak podrške vladajućih organa u proširenju koncepta otoka mobilnosti na cijeloj teritoriji grada, - o nesiguran politički razvoj događaja.

2.3. Dijagnoza mobilnosti i postavljanje ciljeva

Provođenje dijagnoze mobilnosti putnika i robe vrši se sa aspekta razumjevanja trenutne situacije u prometu i mobilnosti i povezanim problemima koji ometaju učinkovitu mobilnost. Kvalitativna i kvantitativna analiza omogućit će da se napravi sveobuhvatna slika mobilnosti na području općine/grada (npr. koridori glavne cestovne mreže koje koriste putnici unutar općine/grada, prometni koridori koje karakterizira visok nivo zagušenja, itd.). Inovacije, tehnologija i podaci imaju transformativnu ulogu u promovisanju i podršci tranzicije mobilnosti, u mnogim slučajevima. Otok mobilnosti može funkcionisati kao samostalna cjelina temeljena na vlastitom operativnom sistemu. Međutim, cjelokupna usluga mobilnosti najučinkovitija je tamo gdje postoji integracija s postojećim gradskim platformama za mobilnost, energiju ili jednostavnijim urbanim podatkovnim platformama.[31]. Glavni ciljevi koncepta Otoci mobilnosti, koji proističu iz dijagnoze mobilnosti su:

- a) Testirajte održivost rješenja i razvijanje svijesti o mikromobilnosti i e-mobilnosti;
- b) Smanjenje ovisnosti o individualnim motornim vozilima;
- c) Kontinuirano poboljšanje ekološke učinkovitosti;
- d) Nadopunjavanje sistema javnog gradskog prevoza;
- e) Uvezivanje glavnih gradskih terminala (autobuskih i željezničkih stanica) u sistem gradske mobilnosti;
- f) Razumijevanje potreba i navika mobilnosti gradova putem prikupljenih podataka sa Otoka mobilnosti;
- g) Razvijanje holističkog gradskog prijevoza kroz zajedničke i javne načine prijevoza;
- h) Podsticanje pronalaženja adekvatnog rješenja i zakonske legislative u cilju povećanja sigurnosti korisnika usluga mikromobilnosti i e-mobilnosti.

Otoci mobilnosti mogu se personalizirati i 'brendirati' unutar grada kako bi se dala posebnost i ojačali specifični aspekti. Gradovi moraju transformirati svoju mobilnu infrastrukturu i usluge i navike koje društvo ima za kretanje u njihovim gradovima i oko njih.



Slika 2. Lego princip i primjer brendiranja Otoci mobilnosti

Postavljanjem, odnosno instalacijom Otoka mobilnosti na nekoliko ključni lokacija u gradu, vrši se testiranje održivosti rješenja, te mogućnost uključivanja u gradsku politiku razvoja. Koncept Otoci mobilnosti je jedan inovativni pristup kojim bi se uticalo na promovisanje održivih vidova mobilnosti na području Grada.

3. RAZVOJ SCENARIJA I DUGOROČNE VIZIJE KONCEPTA OTOKA MOBILNOSTI

Cilj ovog koraka jeste definisanje scenarija i dugoročne vizije za postizanje postavljenih i strateških ciljeva. Otoci mobilnosti se mogu postaviti u kratkoročno-srednji vremenski okvir (1-5 godina) koji pokriva akcije „brze pobjede”. U tom slučaju mjere politike treba planirati i provoditi u razumnim rokovima kako bi se postigli željeni rezultati. Ovo predstavlja ciljni vremenski okvir akcijskih planova otoci mobilnosti koji bi trebali uključivati push and pull akcije koje će provesti uključene općine unutar vremenskog okvira projekta ili ubrzo nakon toga. Rješenja za “brzu pobjedu” trebala bi biti uglavnom kratkoročne mjere koje se mogu brzo provesti, imati dobru vidljivost, pridonijeti postizanju strateških ciljeva i imati koristi od tokova financiranja. Scenariji politike trebaju procijeniti međuzavisnost između sektorskih trendova: prometa, namjene površina, okoliša, privrednog razvoja, demografije itd., identificirajući osnovni način sinergije, potencijal za integraciju kao i negativne učinke sektorskih trendova. Vizija se ogleda kroz brojne elemente različitih oblasti prometa i transporta, kao što su:

- minimiziranje upotrebe privatnih automobila u gradu,
- podsticanje nemotorizovanih vidova kao što su hodaње i korištenje bicikala,
- izgradnja i poboljšanje postojeće prometne infrastrukture, posebno za nemotorizovani promet,
- upravljanje prometnim tokovima koristeći ITS sistem,
- veća sigurnost i zaštita u prometu,
- doprinos razvoju gradske logistike,
- poboljšanje kvaliteta života i rada kroz podsticanje održive mobilnosti i pristupačnosti.

Scenarij se odnosi na primarno ulaganje u nemotorizovani prijevoz, e-mobilnost i aktivnu mobilnost u cilju stvaranja bolje pristupačnosti i ekološki čistih i praktičnih vidova putovanja. Ovaj scenarij bi podrazumijevao najveća ulaganja u mjere koje su predložene za nemotorizovani prijevoz i e-mobilnost, tj. primarno u biciklizam, e-romobile i poboljšanje uslova za pješaćenje. Razvojem scenarija dobija se slijedeće:

- Proširenje opcija za nemotorizovanu i e-mobilnost;
- Veći broj lokacija i površina za parking prostore za bicikla i romobile;
- Mogućnost savladavanja „posljednje milje“ kao vida gradske mobilnosti od transportnog hub-a do konačnog odredišta;
- Opcija urbane logistike postavljanjem ormarića za preuzimanje robe kupljene putem interneta.

Shodno zacrtanim indikatorima implementacije, sa realizacijom ovog scenarija dobilo bi se i slijedeće:

- Povećanje broja pristupnih terminala javnog prevoza i nemotorizovanog kretanja i e-mobilnosti;
- Smanjenje udaljenosti pristupnih tačaka javnog prevoza i nemotorizovanog prometa i e-mobilnosti;
- Povećanje broja javno dostupnih sredstava za nemotorizirano kretanje i e-mobilnost;
- Povećanje broja tačaka konekcije transporta i kretanja (HUB);
- Početak razvoja urbane logistike kroz primjenu postojećih dobrih praksi.

4. LOKACIJE ZA USPOSTAVLJANJE KONCEPTA OTOKA MOBILNOSTI U GRADOVIMA

Prema svom konceptu, otoci mobilnosti treba da spajaju različite infrastrukture, opremu i usluge kako bi privukli, potaknuli i ispunili želju ljudi da pristupe svim dijelovima grada odakle god da krenu na svoje putovanje. Svojom praktičnošću i izborom načina putovanja, sve većom dostupnošću u gradu, te svojim dizajnom i atraktivnim oblikom, omogućit će "5-minutni grad" – osiguravajući pristup željenim objektima u okviru 5-minutnog pješaćenja kako bi se omogućila čisto, zeleno, povoljno i zdravo putovanje.



Slika 2. Otok mobilnosti kao 5-minutni grad

Lokacije, treba odabrati tako, za koje će mnogi građani vjerojatno intuitivno već znati gdje će otoci mobilnosti gotovo sigurno dati dodatnu vrijednost. Prijedlog u gradu Sarajevu su:

- **Univerzitetski kampus** – “zarobljena publika” koja će biti dobro usklađena sa svim aspektima onoga što otok mobilnosti uključuje i nudi, a često je i lokacija je prostorno konfigurisana da dobro apsorbira infrastrukturu.

- **Željeznička ili bus stanica** – vjerovatno već imaju neke postojeće objekte za bicikle i slično. Mnogi gradovi nastoje da transformišu svoje željezničke stanice iz prljavih mjesta na koja javnost ne želi ići u mjesta koja su ugodna i zabavna. Kao čvorišta javnog prevoza, ovdje cirkuliše veliki broj ljudi, tako da je vidljiva promjena vrlo očigledna širokom dijelu društva.

- **Stambena naselja** – bilo da su u javnom, privatnom ili mješovitom vlasništvu, nude dobre lokacije za gusto stanovanje gdje će mnogi ljudi tražiti pristup zajedničkoj inkluzivnoj mikro mobilnosti. Intrigantne karakteristike otoci mobilnosti koje 'oblikuju mjesto' i specifični mehanizmi poticaja ('teorija guranja') također se mogu istražiti za ove lokacije za promjenu navika. Na primjer, nuđenje pogodnosti za zajednicu (kao što su novi zajednički objekti – dječje igralište / oprema ili slično) za kolektivnu individualnu promjenu ponašanja. To može uliti zdrav osjećaj saradnje u komšiluku. Program inkluzivnosti može igrati snažnu ulogu na takvim lokacijama – političke privlačnosti.

- **Park & Ride lokacije** – gdje zajednička lokacija može stimulirati putnike da razmotre opciju zajedničkih (shared) e-automobila, ukoliko im je to draža opcija od autobuskog prevoza do grada. To bi zaista moglo potaći te iste ljude da dijele čist prevoz na ulaznim trkama do Park & Ridea.

- **Turističke destinacije i kulturni centri** – od kojih mnogi mogu biti lokaliteti baštine gdje su ulice uže, a automobili nisu dobrodošli.

- **Parkovi** – prilika da se naglasi „zelena” agenda i ponudi mnoge pomoćne usluge jer



Slika 3. Preporučene lokacije za otoke mobilnosti

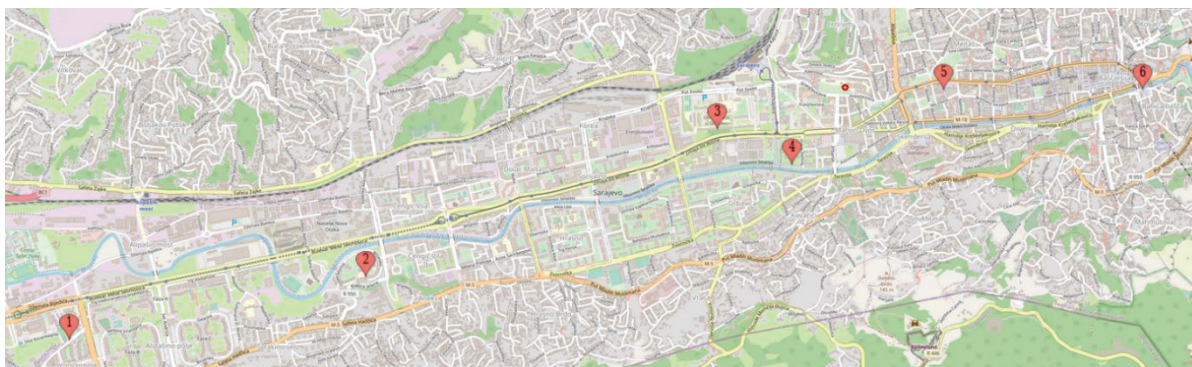
će ljudi biti predisponirani da se opuste. Stvari kao što su sigurnost i reagovanje u hitnim slučajevima također mogu biti prisutni i ovde, kroz obezbeđivanje dobro osvetljenog mesta u tamnim noćima sa funkcijama „pritisni za razgovor“ za zabrinute ljude da razgovaraju sa operativnim centrom i podignu sigurnost upozorenja; ili poznata lokacija defibrilatora ako postoji hitna medicinska pomoć.

- **Komercijalne površine i tržni centri** – gdje više ljudi želi doći do mogućnosti prevoza mogu se opsluživati; gdje su ormarići za odlaganje; i dijeljene eMobility opcije predstavljaju dobrodošlu promjenu. [32].

4.1. Case study Koncept otoka mobilnosti – grad Sarajevo

Po uzoru na gradove koji su impmenetriali koncepte otoka mobilnosti kroz projekt Transnacionalni Iterreg ADRION projekat TRIBUTE („inTegRated and Innovative actions for sustainaBle Urban mobiliTy upgrade“), predložene su lokacije za uspostavljanje otoka mobilnosti na području grada Sarajevo [32]:

1. Lokacija 1 – Nedžarići studentski dom (Novi Grad)
2. Lokacija 2 – Stambeno naselje Otoka (Novi Grad)
3. Lokacija 3 – Kampus Univerziteta u Sarajevu (Novo Sarajevo)
4. Lokacija 4 – Zemaljski muzej (Novo Sarajevo/Centar)
5. Lokacija 5 – Veliki park kod BBI centra (Centar)
6. Lokacija 6 – Plato ispred Vijećnice (Stari Grad)



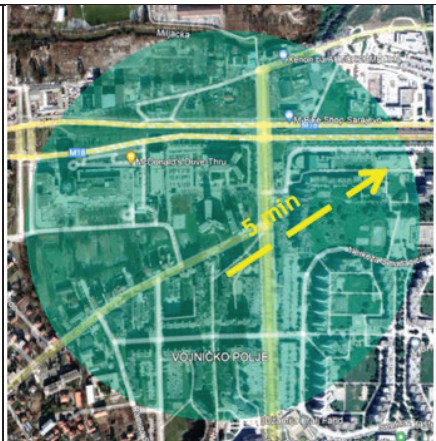
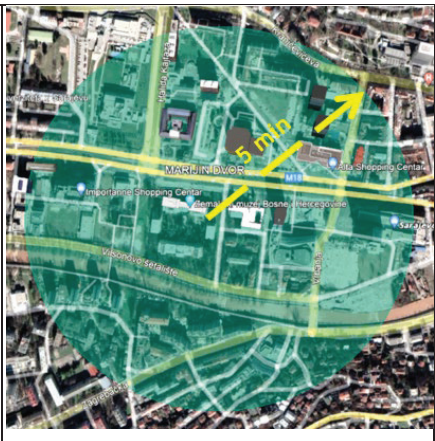
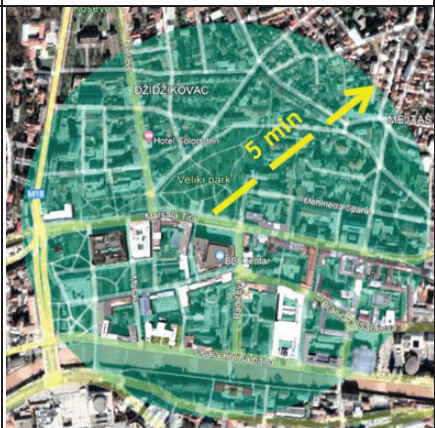
Izvor: Obrada autora https://www.mapcustomizer.com/map/Lokacije_za_otoci_mobilnosti

Slika 4. Karta sa predloženim lokacijama Otoci mobilnosti

Tabela 3. Otoci mobilnosti na području Grada Sarajevo

Lokacija	Lokacija -5 minutni obuhvat ³	Lokacija	Lokacija -5 minutni obuhvat
----------	--	----------	-----------------------------

³ Ukoliko uzmemo u obzir da je prosječna brzina kretanja pješaka oko 1,4 (m/s), za 5 minuta (300 sec) moguće je preći udaljenost od oko 420 metara.

Lokacija 1 – Nedžarići studentski dom		Lokacija 4 – Zemaljski muzej	
Lokacija 2 – Stambeno naselje Otoka		Lokacija 5 – Veliki park	
Lokacija 3 – Kampus Univerziteta u Sarajevu		Lokacija 6 – Plato ispred Gradske Vijećnice	

Izvor: TRIBUTE inTegRated and Innovative actions for sustainaBle Urban mobiliTy upgrade, Intereg Adrion, 2022. Guidelines Mobility Islands for City Sarajevo.

ZAKLJUČAK

Novi pristup planiranju urbane mobilnosti primijenjen u implementaciji Koncepta Otoka Mobilnosti u Planu održive mobilnosti za područje može potaknuti korištenje čistijih i održivijih vidova transporta, te prelazak sa intenzivnog korištenja individualnih vozila na korištenje bicikala, javnog prevoza, pješaćenje, ali i podsticati korištenje novih tehnologija i primjenjivanje novih koncepta gradske logistike. Građani i sve zainteresovane strane moraju se staviti u središte planiranja – kako bismo u konačnici dobili grad za ljude, a ne za automobile. Također je važno osigurati da koncept Otoka Mobilnosti plan bude široko prihvaćen među stakeholderima i građanima. Kako bi se osiguralo da prethodni sporazumi/ dogovori dobro odražavaju planove, potrebno ih je

interno pregledati i od strane važnih vanjskih stakeholdera, uključujući i vanjske recenzente. Format donošenja koncepta Otoka mobilnosti, odnosno planova implementacije i njegove okolnosti zavisit će od nacionalnog/lokalnog regulatornog okvira i administrativne strukture a potrebno je postići sljedeće:

- ✓ Tijela koja su odgovorna za izradu akcija i proračuna također bi trebala usvojiti akcioni plan, osiguravajući usklađenost s nacionalnim/lokalnim propisima u vezi s njegovim usvajanjem i djelimično sa zahtjevima planova održive urbane mobilnosti.
- ✓ Potrebno je uraditi procjenu planova implementacije s obzirom na proceduralne zahtjeve i osigurati da budu u skladu s EZ/nacionalnim/regionalnim/lokalnim regulatornim okvirom, okvirom pametnih gradova i okvirom za planiranje mobilnosti.
- ✓ Službeno usvajanje koncepta i plana implementacije otoka mobilnosti na nivou urbane sredine/grada je važan korak.

Stakeholderi i građani bi trebali bi imati osjećaj da je to “njihov” plan, koji ima za cilj poboljšanje mobilnosti i kvalitete života. Prije nego koncept i plan implementacije Otoka Mobilnosti bude predstavljen javnosti, potrebno ga je ažurirati i uskladiti na osnovu rezultata pilot akcija.

BIBLIOGRAFIJA

- [1] Austriatech, 2017. Living Labs: Mobilität gemeinsam gestalten.Policy Brief Nr.5, Mai 2017. Wien. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.austriatech.at/assets/Uploads/Themen/Publikationen/Files/027c6d39c7/ATE-PolicyBrief-052017_Living-Labs-Mobilitaet-gemeinsam-gestalten.pdf
- [2] Bergvall-Kåreborn, B., Eriksson, C. I., Ståhlbröst, A., and Svensson, J. 2009. A Milieu for Innovation: Defining Living Lab. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-milieu-for-innovation-%3A-defining-living-labs-Bergvall-K%3%A5reborn-Eriksson/a210711d9b9bc0a28daa8bb03cfa0f9813a01210>
- [3] Chronéer, D., Ståhlbröst, A., & Habibipour, A. (2019). Urban Living Labs: Towards an Integrated Understanding of their Key Components. Technology Innovation Management Review, 9(3). <https://www.semanticscholar.org/paper/Urban-Living-Labs%3A-Towards-an-Integrated-of-their-Chron%3%A9er-St%3%A5hlbr%3%B6st/9cb94a5c7c9ac58d1769fa27d55666d15ecf1023>
- [4] Depre, C., 2017. ZeEUS eBus Report #2 An updated overview of electric buses in Europe, Research & Innovation UITP. <https://zeeus.eu/news/launch-of-the-zeeus-ebus-report-2-at-busworld-2017>.
- [5] EIT Urban Mobility (2021). EIT Urban Mobility Knowledge base of innovative solutions in urban mobility and living labs: Final Report, Breda
- [6] ENoLL, 2020. What Are Living Labs? Available: <https://enoll.org/about-us/>. Accessed Decembar 2022.
- [7] Environment Agency, 2021. Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf
<https://unfccc.int/documents/278467>
- [8] European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans, „Guidelines – Developing and implementing a Sustainable Urban Mobility Plan“, EU, 2013.
- [9] European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans, „Sudjelovanje – Aktivno sudjelovanje građana i dionika u razvoju planova održive urbane mobilnosti“, EU, 2016. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://www.eltis.org/sites/default/files/croatian_sum_p_guidelines.pdf
- [10] European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans, 2019. Sustainable urban mobility planning in metropolitan regions. Sustainable urban mobility planning and governance models in EU metropolitan regions. https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport-urban-transport/urban-mobility/urban-mobility-actions/sustainable-urban-mobility-plans_en
- [11] Handbook for urban living labs developing nature-based solutions, Luleå University of Technology Luleå University of Technology European Network of Living Labs European Network of Living Labs, <https://unalab.eu/en/urban-living-labs>.

- [12] Kalem, A., Lindov, O., Šimić, E. (2021). Safety Culture in the Function of Optimization of Railway Safety Management System. In: Karabegović, I. (eds) New Technologies, Development and Application IV. NT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 233. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_77
- [13] Kolega, V., Bošnjak, D., 2018. Sustainable Urban Mobility in South East European Countries – Sumseec Roadmap To Sustainable Urban Mobility In See Countries
- [14] Lindov, O., 2011. Transport and Environment, Textbook, Faculty of Traffic and Communications University of Sarajevo. https://books.google.ba/books/about/Transport_i_okoli%C5%A1.html?id=2kK4DwAAQBAJ&redir_esc=y
- [15] Lindov, O., Bošnjak, D., Bušić, D., 2019. Functionality and applicability of SUMP in urban environment, The tenth BH congress on transport infrastructure and transport, Sarajevo.
- [16] Lindov, O., Olovčić, J., Džaferović, S., 2014. Performance-based management and maintenance of Sarajevo urban roads, The fourth BiH congress on roads, Sarajevo
- [17] Lindov, O., Omerhodžić, A. (2020). New Technologies for Improving Driver Response Efficiency in Risk Prevention from Traffic Environment. In: Karabegović, I. (eds) New Technologies, Development and Application III. NT 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 128. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46817-0_67. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-46817-0_67
- [18] Lindov, O., Omerhodžić, A. (2022). Concept of Road Traffic Noise Monitoring in the Function of Environmental and Health Protection. In: Karabegović, I., Kovačević, A., Mandžuka, S. (eds) New Technologies, Development and Application V. NT 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 472. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05230-9_77.
- [19] Lindov, O., Omerhodžić, A., Mujić, A., & Gadžo, E. (2022). Sustainable Urban Mobility Living Lab: Case study Sarajevo. *Transportation Research Procedia*, 64, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.09.004>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146522006184>
- [20] Lindov, O., Pikula, B., 2020. Electromobility models and sustainable urban development, Regional Symposium on Air Quality in Cities, Sarajevo.
- [21] Omerhodžić, A., Lindov, O., Kosovac, A. (2021). Proposal of Conceptual Model for Management Improvement of Dangerous Places on the Road Network. In: Karabegović, I. (eds) New Technologies, Development and Application IV. NT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 233. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75275-0_80
- [22] Pavlović, A., Hajro, L., Theory and practice of „urban growth machine“ in Sarajevo case, 2nd Conference on Urban Planning and Regional Development - sustainable urban development, Sarajevo.
- [23] Plan održive urbane mobilnosti Kantona Sarajevo i Grada Sarajevo, Sarajevo, 2020. Cedes, Westport consulting, NTSI-Institut, <https://www.sarajevo.ba/bs/article/9992/pogledajte-draft-plana-odrzive-urbane-mobilnosti-kantona-sarajevo-i-grada-sarajevo>.
- [24] Plevnik, A., Bošnjak, D., 2018. Sustainable Urban Mobility Planning in SEE Countries, Conference on Urban Planning and Regional Development new approach in urban infrastructure planning strategies.
- [25] Rupprecht Consult (2014) Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan, ELTISplus, Intelligent Energy Europe Programme (www.mobilityplans.eu)
- [26] Rupprecht Consult Forschung & Beratung GmbH, 2012. Sustainable Urban Mobility Plans
- [27] See Change Net, „Stavljanje građana u središte planiranja održive urbane mobilnosti – Lekcije naučene u Jugoistočnoj Evropi, 2020.
- [28] See Change Net, 2020. Putting citizens at the center of sustainable urban mobility planning. <https://seechangenetwork.org/putting-citizens-at-the-centre-of-sustainable-urban-mobility-planning-lessons-learned-in-south-east-europe/>
- [29] Sharing Cities Leadership Guide. Mobility Islands - On the roadmap to a new mobility future, A Guide For City Leaders. <https://unctad.org/press-material/new-global-roadmap-action-guide-future-mobility>. <https://sharingcities.eu/resources/>
- [30] Sharing Cities. Building smart cities together, Common solutions for shared challenges, Framework for citizen engagement (www.sharingcities.eu).
- [31] Steen K., van Bueren E., 2017. Urban Living Labs – A living lab way of working. AMS research report 2016-2017. Amsterdam. https://www.researchgate.net/publication/318109901_Urban_Living_Labs_A_Living_Lab_Way_of_Working.
- [32] TRIBUTE inTegRated and Innovative actions for sustainaBle Urban mobiliTy upgrade, Intereg Adrion, 2022. Guidelines Mobility Islands for City Sarajevo.

Predfabricirani betonski elementi za teška prometna opterećenja

Josipa Domitrović, Ivana Muhar, Gordana Blažević Salopek

Sažetak:

Predfabricirani betonski elementi danas se najčešće upotrebljavaju na površinama namijenjenim pješacima ili lakom prometnom opterećenju. Međutim, s obzirom na prednosti sve više se razmatra i njihova upotreba na površinama izloženim teškom prometnom opterećenju. Posebnu pozornost pri primjeni predfabriciranih betonskih elemenata u cestogradnji potrebno je obratiti na odabir nosivih slojeva kolničke konstrukcije s obzirom na tip materijala i debljinu istih.

U ovom radu utjecaj odabira materijala nosivih slojeva i njihove debljine na trajnost kolnika proveden je proračunom naprezanja i deformacija komercijalnim računalnim programom. Proračun je proveden za tri razine prometnog opterećenja, tri razine nosivosti posteljice i različite konfiguracije nosivih sojeva. Dobiveni rezultati mogu poslužiti kao smjernice za preliminarno dimenzioniranje kolničke konstrukcije s predfabriciranim betonskim elementima tipa Sistem Einstein.

Ključne riječi: predfabricirani betonski element, teško prometno opterećenje, nosivi slojevi, Sistem Einstein

Abstract:

Concrete block pavements are most often used on surfaces intended for pedestrians or light traffic. However, considering their advantages, application of concrete block pavements on heavy traffic surfaces is getting more attention. For its use on heavy traffic areas, special attention should be paid to the selection of pavement base layers. In this paper, the influence of base layers materials and thickness on the durability of the pavement is investigated by calculating pavement responses to traffic load. Stresses and strains were calculated for three levels of traffic load, three levels of subgrade bearing capacity and different base layer configurations. The obtained results can serve as guidelines for the preliminary design for pavements with Einstein System type concrete blocks.

Key words: concrete block pavement, heavy traffic load, base layer, Einstein System

1. Uvod

Odabir opločnika je suvremeni pristup uređenja privatnih i javnih objekata. Opločnici i ploče te ostali betonski predfabrikati prvenstveno se koriste za uređenje pješačkih površina i površina izloženih lakom prometnom opterećenju pod tim se primarno misli na osobne automobile. Razvojem tehnologije proizvodnje i sistema utora i reški te detaljnom razradom i odabirom materijala i debljine nosivih slojeva Semmelrock betonski opločnici sve više svoju primjenu pronalaze u cestogradnji. Navedenu činjenici potkrepljuju sada već mnogobrojni projekti unutar kojih se proizvod Einstein našao kao prvi na listi za odabir upravo zbog svog patentiranog sistema koji mu omogućuje minimalne pomake uslijed velikih prometnih opterećenja, osigurava iznimnu stabilnost te je pogodan za prometno visokofrekventna područja.

Naravno, preduvjet je već prethodno navedena kvalitetna izvedba podloge. Upravo kvalitetno izvedena podloga zajedno s visokokvalitetnim proizvodom kao što je Einstein jamči dugotrajnost uslijed opterećenja površine teškim teretnim vozilima.

Danas se prilikom projektiranja kolničkih konstrukcija koristi mehanističko-empirijska metoda koja obuhvaća proračun stupnja iskoristivosti kolničkih konstrukcija kao metodu ocjene njene služnosti tijekom životnog vijeka. U ovom radu proračun naprezanja i deformacija proveden je računalnim programom CIRCLY. Imajući u vidu primjenu opločnika tipa Einstein za prometne površine s teškim prometnim opterećenjem prilikom proračuna se razmatra djelovanje tri tipa vozila (autobusa, kamiona nosivosti veće od 7 t i tegljača s poluprikolicom). Proračun je proveden za tri razine nosivosti posteljice i različite debljine nosivog sloja.

Dobiveni rezultati mogu poslužiti kao smjernice za preliminarno dimenzioniranje kolničke konstrukcije s predfabriciranim Semmelrock betonskim elementima sa sistemom Einstein. Dobiveni rezultati potkrepljuju djelotvornost sistema Einstein na površinama izloženim teškim prometnim opterećenjima.

2. Opis proizvoda i sistema Einstein

U današnjici se sve više poseže za suvremenijim rješenjima u cestogradnji pa se tako i konvencionalne materijale poput asfalta sve se više zamjenjuje korištenjem opločenja kao jedinstvenim i lako održivim rješenjem. Primjenom u cestogradnji unutar Semmelrock portfolio proizvoda svakako se ističu proizvodi Einstein. Einstein je proizvod koji osim svoje debljine posjeduje i sistem Einstein koji su preduvjeti za upotrebu pri velikim opterećenjima i kod visokofrekventnih površina. Osim, samog proizvoda svakako je kod ugradnje nosivih slojeva potrebno obratiti pažnju na odabir materijala i njihovu debljinu. O tome više u poglavlju 2.3. gdje je detaljno opisana preporuka za ugradnju i odabir nosivih slojeva i debljine istih.

Einstein je betonski opločnik koji se unutar Semmelrock proizvodnog asortimana pojavljuje u tri dimenzije 20/20/10 cm, 10/20/10 cm i 30/20/10 cm. Među ponuđenim dimenzijama svakako se ističe format 30/20/10 cm koji svojom veličinom površine nastoji pratiti trenutni trend većih dimenzija na tržištu. Opločnik Einstein dostupan je kao standardni proizvodi u običnoj sivoj boji, međutim suvremenim tehnološkim procesom proizvodnje vrlo lako se može prilagoditi željama krajnjeg korisnika.

Naime, radi se o betonskom opločniku sirovinskog sastava: agregata, aditiva, vode i cementa u nosivom i završnom sloju. Opločnik je također u skladu s normom HRN EN 1338:2004/AC:2007 „Betonski opločnici. Uvjeti i metode testiranja”. Dakle, osim visoke čvrstoće opločnik ima visoku otpornost na djelovanje mraza i soli, kao i otpornost na abraziju [1].

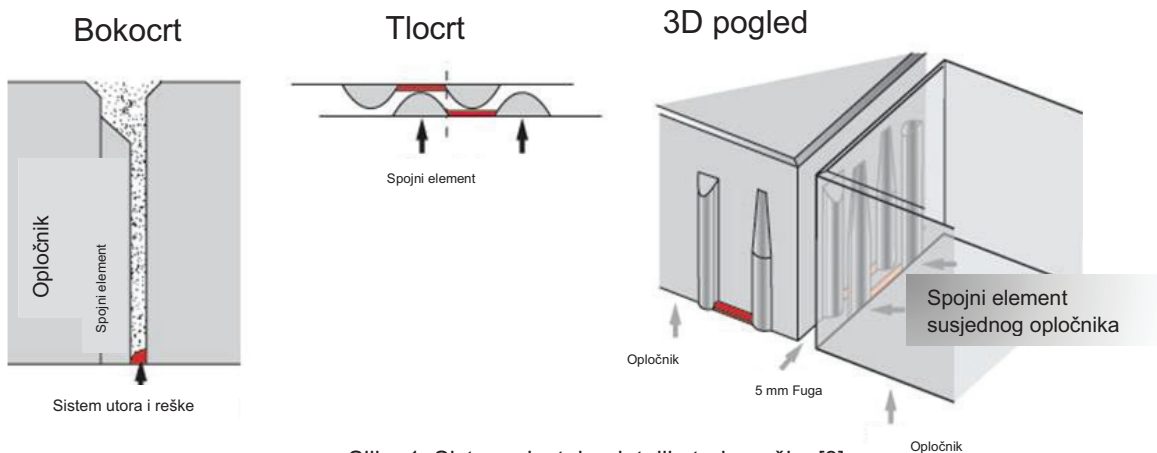
2.1. Sistem Einstein

Već spomenuti sistem Einstein patentirani je sistem čija je svrha osigurati iznimnu stabilnost i čvrstoću same površine. Sistem utora i reški te primjenom tehnike fugiranja kvarcnim pijeskom omogućuje se fiksiranost površine i optimalno popunjavanje fuga kvarcnim pijeskom. Utori i reške su raspoređeni sa svih strana opločnika kako bi se dobila jednoliki raspored širine fuge.

Korištenjem kvarcnog pijeska kao materijala za fugiranje u sistemu Einstein maksimalno se reducira negativni rizik pomicanja pojedinih susjednih opločnika te se štiti površina od oštećenja prilikom eksploatacije. Preporuka je korištenje kvarcnog pijeska granulacija 0,3 – 0,6 mm, 0,3-1,2 mm i 0,1-1,3 mm. Sistem Einstein je vrlo zorno prikazan shematskim prikazima ispod [2].



Detalji:



Slika 1. Sistem einstein, detalji utori – reške [3]

Osim samog Einstein proizvoda sistem Einstein posjeduju i proizvodi Arte i Asti kombinirana forma.

Prednosti sistema Einstein potvrđuje i proračun koji je dan u nastavku.

2.2. Prednosti Sistema Einstein u odnosu na konvencionalne materijale u cestogradnji

S obzirom na već opisanu svrhu samog sistema Einstein ističu se i mnogobrojne prednosti u odnosu na korištene konvencionalne materijale u cestogradnji. Neke od prednosti su sljedeće:

- ne dolazi do pomicanja, izobličenja, razdvajanja rubova i propadanja elemenata opločene površine, čak ni pri najvećem opterećenju,
- omogućuje optimalnu širinu reški zahvaljujući preciznom sistemu distancera,
- koristi jedinstvenu tehnologiju koja onemogućuje pomicanje i izdizanje rubova,
- ekonomičan je zbog mogućnosti strojnog polaganja,
- raznolike su mu mogućnosti primjene, kombinacije različit formata i boja,
- jednostavna je zamjena pojedinih elemenata ili izvođenje naknadnih radova bez oštećenja površine,
- otporan je na najviše temperature,
- viši indeks solarne refleksije nego kod asfalta,
- otporan je na smrzavanje i na sol za posipavanje [4].

Naglasak efikasnosti samog Sistema Einstein upravo je u pomnoj pripremi podloge uzimajući u obzir i dovoljnu drenažu i fugiranje zadovoljavajućim materijalom.

2.3. Preporuka za ugradnju i postavljanje opločnika Einstein

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 vibroploču sa zaštitnom gumom,
- ugraditi samo vizualno ispitan 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 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.
Dodatno, površine predviđene za promet vozila: ceste, prilazni putevi, parkinzi gdje se nosivi sloj izvodi kao jedan sloj – načelno u proračunu nema prevagu radi li se o dva ili jednom sloju nevezane mješavine i koja se frakcija koristi.

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 modulom stižljivosti i dobrom drenažom osnovni je preduvjet za ispravnu ugradnju opločnika i njihovu izloženost opterećenjima [2].

U nastavku je zorno prikazana shema slojeva za polaganje opločnika.



Slika 2. Presjek podloge za ugradnji i polaganje opločnika [2]

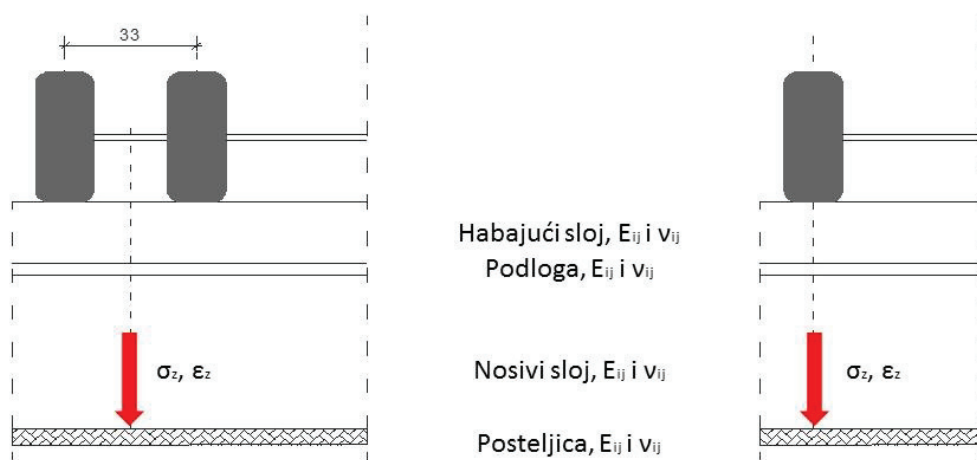
Kod planiranja i ugradnje opločnika za velike površine izloženosti velikim opterećenjima svakako se mora obratiti pažnja na module stižljivosti slojeva kolničke konstrukcije. Preporuke za module stižljivosti svakog pojedinog sloja su sljedeće:

- temeljno tlo, nasip i posteljica (sitnozrnati materijali)
 - mjerodavno područje za gore navedene podloge nalazi se od $p=0,05 \text{ MN/m}_2$ do $p=0,15 \text{ MN/m}_2$
 - vrijednost M_s mora imati vrijednosti $M_s \geq 20/25 \text{ MN/m}_2$
- nasip iz kamenog i miješanog materijala
 - mjerodavno područje za ove podloge nalazi se od $p=0,15 \text{ MN/m}_2$ do $p=0,25 \text{ MN/m}_2$
 - vrijednost M_s mora imati vrijednosti $M_s \geq 35/40 \text{ MN/m}_2$
- nosivi sloj
 - mjerno područje za ove podloge nalazi se od $p=0,15 \text{ MN/m}_2$ do $p=0,25 \text{ MN/m}_2$.
 - vrijednost M_s mora imati vrijednost $M_s \geq 80/100 \text{ MN/m}_2$ zavisno o prometnom opterećenju odnosno projektu

3. Proračun stupnja iskoristivosti kolnika

Cilj svakog dimenzioniranja kolnika je osigurati zadovoljavajuću razinu učinkovitosti tijekom projektiranog životnog vijeka kolnika. Služnost kolničke konstrukcije tijekom projektiranog životnog vijeka kolnika se može ocijeniti na temelju vrijednosti stupnja iskoristivosti. Vrijednost stupnja iskoristivosti između ostalog ovisi i o prometnom opterećenju i razmatranim kriterijima oštećenja kolnika. Distribucija opterećenja i kriteriji oštećenja kolnika s prefabriciranim betonskim elementima kao završnim slojem su slični onima kod konvencionalnih asfaltnih kolnika [5, 6]. U slučaju kada se kod kolnika s prefabriciranim elementima nosivi slojevi izvode samo od nevezanih mješavina dominantan kriterij oštećenja je razvoj prekomjernih vertikalnih deformacija posteljice [6, 7, 8]. Veličina vertikalnih deformacija na razini posteljice između ostalog ovisi o nosivosti materijala posteljice, debljini nosivog sloja od nevezanih mješavina te prometnom opterećenju. Kako bi se utvrdio utjecaj ovih parametara na vrijednosti stupanj iskoristivosti kolnika tijekom životnog vijeka, proveden je proračun naprezanja i deformacija računalnim programom CIRCLY 7.0.

Imajući u vidu da je dominantni kriterij oštećenja kolnika s prefabriciranim elementima razvoj prekomjernih vertikalnih deformacija, proračun naprezanja i deformacija je proveden na površini posteljice. Proračun je proveden za utjecaj prijenosa opterećenja jednostrukim odnosno dvostrukim kotačem u kritičnim presjecima kolničke konstrukcije prikazanim na slici 3.



Slika 3. Položaj opterećenja i kritične deformacije

Za potrebe proračuna opterećenje kotača se uzima kao statičko i jednoliko raspodijeljeno preko površine kružnog oblika. Vrijednost radijusa dodirne kružne površine izračunava se prema izrazu (1) [9]:

$$r = \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot p}} \quad (1)$$

gdje je: r – radijus dodirne kružne površine [m], P – opterećenje kotača vozila [MN], p – inflacijski tlak u gumama [MN/m²].

Prometno opterećenje, karakteristike materijala kolnika s predfabriciranim elementima, razmatrani kriterij oštećenja i proračun stupnja iskoristivosti prikazani su u nastavku.

3.1. Prometno opterećenje

U radu je razmatrano djelovanje tri tipa vozila: autobus, kamion i tegljač s poluprikolicom. Karakteristike osovinskog opterećenja razmatranih vozila prikazane su u tablici 1.

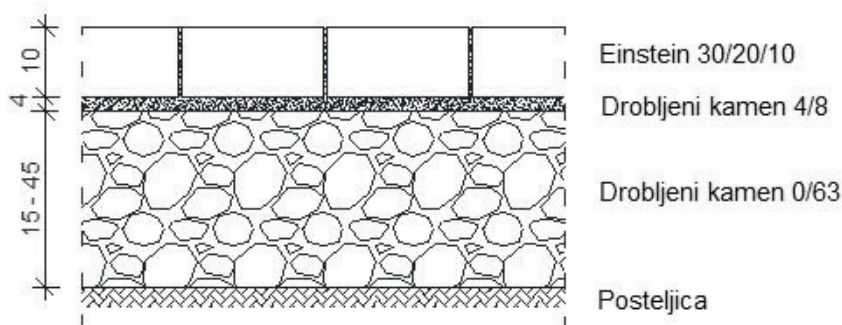
Tablica 1. Karakteristike osovinskog opterećenja

Tip vozila	Položaj osovine	Konfiguracija osovine [kN]	Osovinsko opterećenje [kN]	Broj kotača	Opterećenje kotača[kN]	Tlak u gumama [MN/m ²]
Autobus	prednja	jednostruka	65	2	32,50	0,80
	zadnja	jednostruka	115	4	28,75	0,75
Kamion Nosivost >70 kN	prednja	jednostruka	70	2	35,00	0,80
	zadnja	dvostruka	2*87,5	4	21,875	0,75
Tegljač s poluprikolicom Nosivost: vozila > 70 kN prikolice 160 kN	prednja	jednostruka	65	2	32,50	0,80
	srednja	jednostruka	115	4	28,75	0,75
	zadnja	trostruka	3*73,3	2	36,65	0,80

Ovakav sastav prometnog opterećenja odabran je pod pretpostavkom primjene opločnika tipa Einstein na površinama izloženim teškom prometnom opterećenju poput pristaništa, distributivnih centara ili pratećih uslužnih objekata.

3.2. Karakteristike materijala

Proračun je proveden za kolničku konstrukciju sastava i debljine slojeva prikazane na slici 2. Habajući sloj kolnika čine predfabricirani betonski elementi tipa Sistem Einstein dimenzija 30/20/10 cm položeni na podlogu od drobljenog kamena 4/8 debljine 4 cm. Nosivi sloj se sastoji od nevezanih mješavina drobljenog kamenog agregata 0/63 koji se stabilizira mehaničkim zbijanjem. Debljina ovog sloja varira od minimalne dimenzije 15 cm do maksimalne vrijednosti 45 cm, uz korak 10 cm.



Slika 4. Sastav i debljina slojeva

Nosivi sloj od nevezanih mješavina izvodi se na posteljici odgovarajuće nosivosti. Budući da nosivost posteljice ima najveći utjecaj na određivanje ukupne debljine kolnika s predfabriciranim elementima [Structural Design of Interlocking Concrete Pavement for Roads and Parking Lots] proračun je proveden za tri nosivosti posteljice definirane vrijednošću CBR-a (6%, 10% i 15%).

Prilikom proračuna vrijednosti naprezanja i deformacija, svojstva materijala pojedinih slojeva uzimaju se u obzir preko dvije veličine, dinamičkog modula elastičnosti i Poissonovog koeficijenta. Karakteristike materijala razmatrane kolničke konstrukcije prikazane su u tablici 2.

Tablica 2. Karakteristike materijal

Sloj	Modul elastičnosti [MPa]	Poissonov koeficijent
Sistem Einstein	4000	0,20
Podloga od pijesak	100	0,30
Nosivi sloj od nevezanih mješavina	350	0,35
Posteljica : - zemljani materijal	60	0,35
- miješani materijal	100	
- kameni materijal	150	

Za potrebe proračuna usvojene su vrijednosti modula elastičnosti i Poissonovog koeficijenta posteljice i nevezanih nosivih slojeva koje se uobičajeno koriste prilikom dimenzioniranja kolnika. Dok su za predfabricirane betonske elemente i podlogu od tampona usvojene vrijednosti iz prethodnih istraživanja [6, 7, 8].

3.3. Stupanj iskoristivosti

Za potrebe izračuna stupnja iskoristivosti, tj. dozvoljenog broja prijelaza određenog tipa osovine na razini posteljice korišten je kriterij oštećenja posteljice prema Edwardsu i Walkeringu za razinu pouzdanosti 50% koji je definiran izrazom (2) [9]:

$$N_{dop} = \left(\frac{0,028}{\varepsilon_z} \right)^4 \quad (2)$$

gdje je: N_{dop} – dozvoljeni broj prijelaza do pojave vertikalne deformacije 13 mm, ε_z – proračunom dobivena vrijednost vertikalne tlačne deformacije posteljice.

Budući da je kolnička konstrukcija izložena djelovanju različitih osovinskih opterećenja nije moguće provesti neposrednu usporedbu stvarnog (n) s dozvoljenim brojem prijelaza osovina (N_{dop}). Kako bi se provela navedena usporedba potrebno je izračunati stupanj iskoristivosti kolničke konstrukcije (cumulative damage factor, CDF) primjenom Minerove hipoteze. Prema toj hipotezi do potpune degradacije kolničke konstrukcije dolazi ako je [5]:

$$CDF = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_{dopi}} \geq 1 \quad (3)$$

gdje je n – stvarni broj prijelaza opterećenja, N_{dop} – dopušteni broj prijelaza opterećenja, i indeks koji označava tip osovine.

4. Rezultati i analiza

Rezultati izračuna vertikalnih tlačnih deformacija na razini posteljice prikazani su u tablici 3.

Tablica 3. Rezultati proračuna vertikalnih tlačnih deformacija

		Vertikalna tlačna deformacija [$\mu\text{m/m}$]											
Debljina nosivog sloja [cm]		15	25	35	45	15	25	35	45	15	25	35	45
Nosivost posteljice CBR [%]		6				10				15			
Autobus	prednja	992	738	542	410	711	516	379	286	537	384	281	212
	zadnja	1324	1062	820	644	914	724	566	444	669	531	415	327
Kamion	prednja	1063	791	582	441	761	553	407	307	574	411	302	227
	zadnja	1016	814	628	493	702	556	433	340	514	408	318	250
Tegljač s polupr.	prednja	992	738	542	410	711	516	379	286	537	384	281	212
	srednja	1324	1062	820	644	914	724	566	444	669	531	415	327
	zadnja	1108	826	608	461	793	577	425	321	598	429	315	238

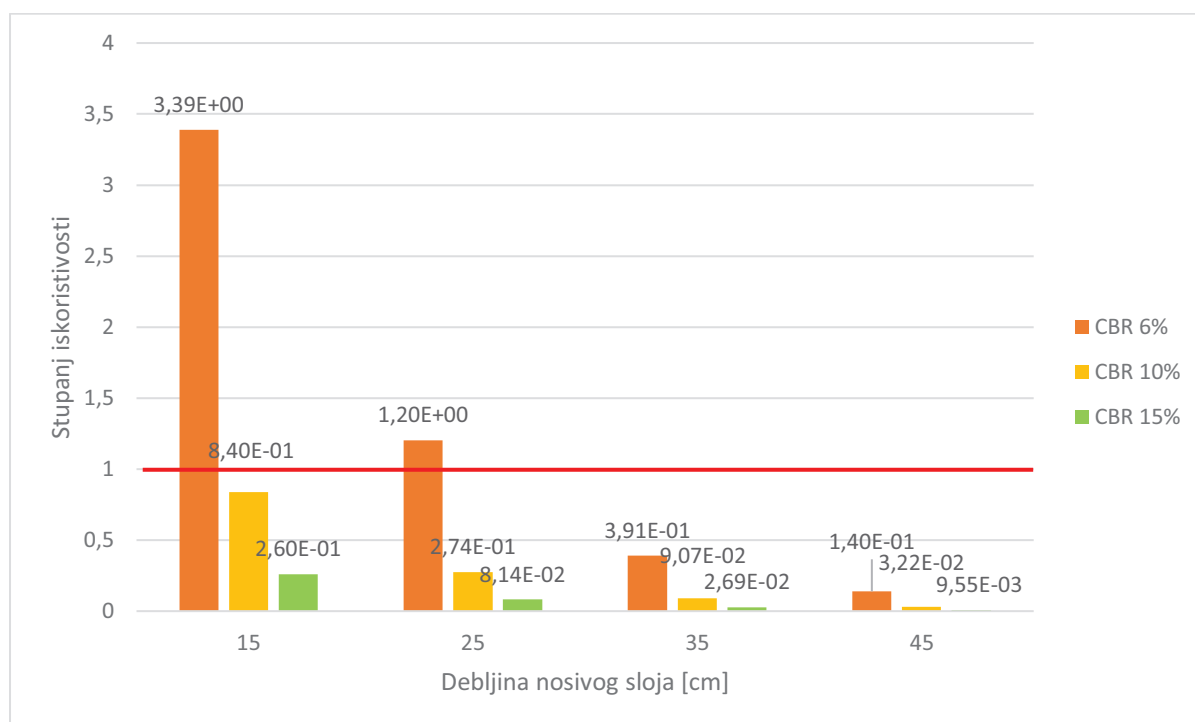
Dobiveni rezultati pokazuju da se veličina vertikalnih tlačnih deformacija smanjuje s povećanjem nosivosti posteljice i s povećanjem debljine nosivog sloja od nevezanih mješavina. Dobiveni rezultati su korišteni za izračun dopuštenog broja prijelaza osovine prema izrazu (2) odnosno izračun stupnja iskoristivosti prema izrazu (3). Kako bi se dobila jedinična vrijednost stupnja iskoristivosti usvojena je pretpostavka da je stvarni broj prijelaza pojedinog vozila, tj. pripadnih osovina (n_i), tijekom životnog vijeka kolnika jednak 1. Jedinične vrijednosti stupnja iskoristivosti za pojedino vozilo prikazane su u tablici 4.

Tablica 4. Jedinične vrijednosti stupnja iskoristivosti

Debljina nosivog sloja [cm]	Stupanj iskoristivosti $\cdot 10^{-8}$											
	15	25	35	45	15	25	35	45	15	25	35	45
Nosivost posteljice CBR [%]	6				10				15			
Autobus	658	255	87.8	32.7	155	56.4	20.1	7.45	46.2	16.5	5.89	2.19
Kamion	554	207	69.5	25.4	134	46.4	16.0	5.82	40.5	13.7	4.72	1.72
Tegljač s plouprikolicom	1390	483	155	54.7	349	111	36.1	12.7	109	33.1	10.7	3.76

Razmatranjem jediničnog djelovanja pojedinog vozila na trajnost kolničke konstrukcije vidljivo je da tegljač s poluprikolicom najviše doprinosi kumulativnom iskorištenju kolničke konstrukcije. Dobivene jedinične vrijednosti mogu se iskoristiti pri proračunu stupnja iskoristivosti kolničke konstrukcije s predfabriciranim elementima za razmatrane nosivosti posteljice i debljine nosivog sloja za proizvoljno prometno opterećenje, a kako je prikazano u primjeru.

U primjeru se razmatra parkirališna površina pratećeg uslužnog objekta namijenjena teškom prometnom opterećenju. Pretpostavka prosječnog godišnjeg dnevnog prometa pojedine kategorije vozila je 10 autobusa, 30 kamiona i 50 tegljača s poluprikolicom. Proračun je proveden uzimajući u obzir da je projektni period površina s opločnicima tipa Sistem Einstein deset godina i pod pretpostavkom da tijekom životnog vijeka kolnika neće doći do porasta prometnog opterećenja. Dobivene vrijednosti stupnja iskoristivosti za razmatrane kolničke konstrukcije prikazane su na slici 3.



Slika 5. Vrijednosti stupnja iskoristivosti za razmatrani primjer prometnog opterećenja

Najveće vrijednosti stupnja iskoristivosti dobivene su za kolničke konstrukcije na posteljici najmanje nosivosti. Za razmatrano prometno opterećenje kolničke

konstrukcije s nosivosti podloge 6% i debljinama nosivog sloja 15 i 25 cm ne zadovoljavaju uvjete projektiranja prema Minerovom pravilu.

Najniže vrijednosti stupnja iskoristivosti dobivene su za kolničke konstrukcije na posteljici s vrijednošću nosivosti podloge 15%. Na temelju dobivenih rezultata se može zaključiti da se u slučaju posteljice visoke nosivosti može smanjiti debljina nosivog sloja od nevezanih mješavina. U slučaju smanjenja debljine nosivog sloja treba dodatno voditi računa o dubinama smrzavanja tla te uvjetima minimalnog udjela sitnih čestica u nevezanim mješavinama.

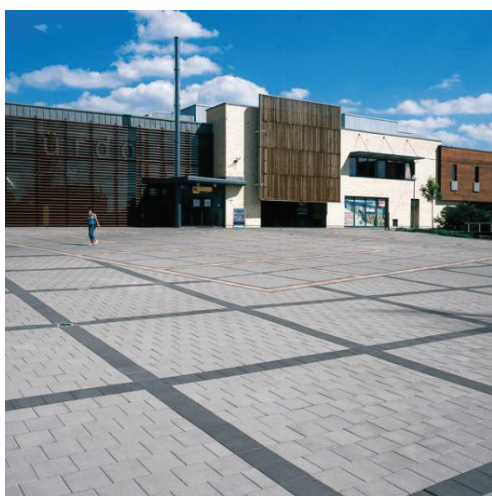
5. Primjeri iz prakse

Za mnogobrojni privatne i javne projekte u cestogradnji korišteni je proizvodi Einstein. Razlog tome je i jednostavna ugradnja i održavanje. Ispod su navedeni primjeri projekata koji su odrađeni upravo ovim proizvodom, koji svojim različitim dimenzijama i bojama doprinosi dinamici samog prostora te u potpunosti izbija monotonost kojoj svakako povlađuju konvencionalni materijali u cestogradnji.

Preporuka korištenja Sistema einsteina te Einstein opločnika svakako je za parking, prilazne puteve i ulice.



Slika 6. Privatni parking popločen dimenzijama 30/20/10 i 20/20/10



Slika 7. Javni objekt popločen Einstein proizvodom 20/20/10 u sivoj i antracit boji



Slika 8. Einstein 20/20/10 u boji lava sivoj - teško prometno opterećenje i visokofrekventno



Slika 9. Distributivni centar Lidil, Einstein 20/20/10 sivi



Slika 10. Luka Rijeka, proizvod Einstein 20/20/10 siva

6. Zaključak

Proračun stupnja iskoristivosti kolničke konstrukcije, jedan je od osnovnih koraka mehanističko-empirijske metode projektiranja kolnika kojem je cilj dokazati njenu služnost tijekom projektiranog životnog vijeka. U ovom radu je za potrebe ocjene služnosti kolničke konstrukcije s predfabriciranim elementima sistema Einstein izračunat stupanj iskoristivosti za tri razine nosivosti posteljice i četiri debljine nosivog sloja od nevezanih mješavina. Prilikom proračuna u obzir je uzeto djelovanje različitih tipova osovina karakterističnih za tri tipa vozila (autobus, kamion i tegljač s poluprikolicom). Proračunom su dobivene jedinične vrijednosti stupnja iskoristivosti za pojedini tip vozila i razmatrane kombinacije nosivosti i debljine nosivog sloja. Te vrijednosti mogu se koristiti za potrebe preliminarnog dimenzioniranja razmatranih kolnika za proizvoljno prometno opterećenje. Dobiveni rezultati pokazuju da između razmatranih vozila, tegljač s poluprikolicom najviše doprinosi kumulativnom iskorištenju kolničke konstrukcije. Najveće vrijednosti vertikalnih tlačnih deformacija dobivene su za kolničke konstrukcije s najmanjom nosivosti podloge i najmanjom debljinom nosivog sloja. Na temelju jediničnih vrijednosti stupnja iskoristivosti može se zaključiti da je debljinu nosivog sloja moguće smanjiti u slučaju kada se kolnik izvodi na posteljici bolje nosivosti. Pri tome treba voditi računa o minimalnoj debljini smrzavanja, minimalnoj tehnološkoj debljini izvedbe sloja i udjelu sitnih čestica u nevezanoj mješavini. Kako bi se osigurala dugotrajnost kolničkih konstrukcija s predfabriciranim betonskim elementima nosivi sloj od nevezanih mješavina mora zadovoljiti uvjete koji su propisani Općim tehničkim uvjetima za radove na cestama. Osobita pozornost se prilikom izgradnje treba posvetiti zbijanju i postizanju zahtijevanih vrijednosti modula stižljivosti. Uzimajući u obzir preporuke iz proračuna stupnja iskoristivosti kolničke konstrukcije Semmelrockov proizvod Einstein najbolji je odabir za primjenu na parkinzima, prilaznim putevima i cestama. Svojim karakteristikama te osobito Pavelock sistemom kojeg posjeduje jamči stabilnost i fiksiranost površine. Ovim člankom nisu se razmatrali detalji spojeva površina s ugrađenim opločnicima Einstein i asfalta što predstavlja prostor za razvoj i mogućnost za buduća ispitivanja, a s ciljem pronalaska optimalnih rješenja za navedene slučajeve.

Literatura

- [1] Semmelrock kodeks, vlastiti izvor
- [2] Preporuke za postavljanje Semmelrock proizvoda, Semmelrock stein + design d.o.o., srpanj 2021.
- [3] Ascher D., Lerch T., Deformation behavior of concrete block pavements under vertical and horizontal dynamic load, 2007., Dresden University of Technology
- [4] Proizvodi za infrastrukturne objekte, Semmelrock stein + design d.o.o.
- [5] Schackel, B., The design of interlocking concrete block pavements for road traffic, Australian Road Research Board Conference Proceedings, 1979-7, pp. 57-70
- [6] Rada, G. R., Simith, D. R., Miller, J. S., Witczak, M. W., "Structural design of interlocking concrete pavement in North America," in Proceedings of the 4th Structural Design of Interlocking Concrete Pavement in North America, vol. 1, pp. 99–116, Auckland, New Zealand, 1992.
- [7] Lin, W., Cho, Y., Kim, I.T.: Development of Deflection Prediction Model for Concrete Block Pavement Considering the Block Shapes and Construction Patterns, Advances in Materials Science and Engineering 2016, pp. 1-9
- [8] L. Sun, "Design theory and method of interlocking concrete block paving for port areas," in Proceedings of the 5th International Conference on Concrete Block Paving (CBP '96), pp. 463–472, Tel Aviv, Israel, 1996.
- [9] Babić, B.: Projektiranje kolničkih konstrukcija, Hrvatsko društvo građevinskih inženjera, Zagreb, 1997.

Upravljanja prometom na dionici autoceste zasnovano na multikriterijalnoj optimizaciji

Traffic management on the motorway section based on multicriteria optimization

¹ Sadko Mandžuka, ¹ Krešimir Vidović, ² Luka Dedić, ³ Goran Kos

¹ Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, HR-10000 Zagreb,
sadko.mandzuka@fpz.hr

² Promettis doo, Cvijete Zuzorić 5,
dedic.luka7@gmail.com

³ Institut za turizam, HR-10.000 Zagreb, Vrhovec 5,
goran.kos@iztztg.hr

Sažetak:

U radu je opisan pristup upravljanja prometom na dionici autoceste zasnovanom na multikriterijalnoj optimizaciji. Sustav se temelji na procjeni vjerojatnosti nastanka prometnih nesreća na autocesti poznatim pod nazivom sudarni potencijal. Na temelju te procjene sustav preporučuje aktivne mjere za smanjenje vjerojatnosti njihovog stvarnog nastanka. U radu je prikazan model koji se temelji na mjerenju vrijednosti odabranih parametara prometnog toka korištenjem klasičnih metoda mjerenja te metoda zasnovanih na zapisima iz javnih mobilnih telekomunikacijskih mreža. Očekivanja su da ovakav pristup može značajno poboljšati postojeće metode prometom na dionici autoceste.

Ključne riječi: sigurnost cestovnog prometa, potencijal sudara, inteligentni transportni sustav, ANFIS sustav,

Abstract:

The paper describes the approach to traffic management on the motorway section based on multicriteria optimization. The system is based on the assessment of the probability of the occurrence of traffic accidents on the highway, known as crash potential. Based on this assessment, the system recommends active measures to reduce the probability of their actual occurrence. The paper presents a model based on measuring the values of traffic flow parameters using classical measurement methods and methods based on records from public mobile telecommunication networks. It is expected that this approach can significantly improve existing traffic methods on the motorway section.

Keywords: road safety, crash potential, intelligent transport system, ANFIS system

1. Uvod

Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO), sigurnost na cestama je značajan problem javnog zdravlja, s prometnim nesrećama koje dovode do velikog broja smrtnih slučajeva i ozljeda diljem svijeta. Neki od ključnih problema istaknutih u podacima WHO-a uključuju:

- 1,3 milijuna ljudi svake godine izgubi život u prometnim nesrećama, a što ih čini vodećim uzrokom smrti među mladim ljudima u dobi od 15 do 29 godina.
- Financijski učinak prometnih nesreća koje u prosjeku koštaju 3% bruto domaćeg proizvoda zemlje i na taj način sprječava njihov gospodarski razvoj.
- Nerazmjern broj ranjivih sudionika u prometu, poput pješaka, biciklista i motociklista, koji su nerazmjerno pogođeni nesrećama u cestovnom prometu, zbog nedostatka zaštite u slučaju sudara.
- Činjenica da se 93% svih smrtnih slučajeva na cestama događa u zemljama s niskim i srednjim prihodima, unatoč tome što te zemlje imaju samo 60% svjetskih vozila, što ukazuje na to da tim zemljama nedostaje ista razina infrastrukture i propisa za sigurnost na cestama kao u zemljama s višim prihodima.
- Ozljede u prometu vodeći su uzrok smrti djece i mladih u dobi od 5 do 29 godina, prema podacima WHO-a. [1,2].

Ministarstvo unutarnjih poslova, Uprava za strateško planiranje, analitiku i razvoj [2] navodi da Republika Hrvatska ima izravni gubitak od 2,4 posto BDP-a, dok su neizravni gubici znatno veći. U posljednjih 10 godina na hrvatskim cestama dogodile su se približno 33.554 prometne nesreće. U 32,02 posto nesreća osobe su bile ozlijeđene. Drugim riječima, svake godine u prometu stradaju 14.803 osobe. Od toga je 78,95 posto ozlijeđenih zadobilo lakše ozljede, 18,81 posto teže, a 2,24 posto je umrlo. Trogodišnja statistika (2018.-2020.) pokazuje da se na hrvatskim autocestama događa u prosjeku 5,8% ukupnih nesreća, što čini 8,7% ukupno smrtno stradalih uzrokovanih prometnim nesrećama [3], što govori o težini takvih nesreća.

Sigurnost prometa na autocestama složeno je pitanje na koje utječu različiti čimbenici. Neke od osnovnih karakteristika sigurnosti prometa na autocestama su:

- Velike brzine: Autoceste su dizajnirane za vožnju velikim brzinama, što može povećati rizik od sudara i učiniti ih težim kada se dogode.
- Ovisno o vremenskim prilikama: loše vrijeme poput kiše, snijega, magle ili jakih vjetrova može učiniti vožnju autocestama opasnijom i povećati rizik od sudara.
- Ljudsko ponašanje: ponašanje vozača, kao što je rastresena vožnja, umor i oštećenje, također može igrati značajnu ulogu u sigurnosti prometa na autocestama.
- Dizajn ceste: Dizajn autoceste, kao što je širina traka, prisutnost središta i vidljivost ceste, također može utjecati na sigurnost prometa na autocestama.

U ovom radu se analiziraju mogućnosti upravljanja prometom na dionici autoceste zasnovano na višekriterijskoj optimizaciji te prijedlog odgovarajućeg sustava podrške odlučivanju za prevenciju nesreća na autocesti. Na temelju stvarno-vremenske procjene vjerojatnosti nastanka prometnih nesreća na autocesti – tzv. Sudarnog potencijala (eng. *Crash potential*) sustav potpore odlučivanju preporučuje aktivne mjere za smanjenje vjerojatnosti njihovog nastanka.

Rad se sastoji od šest poglavlja od kojih je uvod prvo, a šesto završno poglavlje. Opis modela sudarnog modela opisan je u drugom poglavlju. U trećem poglavlju prikazani su ostali čimbenici koji mogu utjecati na odluku o procjeni rizika od sudara. U četvrtom poglavlju opisan je prijedlog sustava za podršku odlučivanju temeljen na ANFIS metodologiji. Mogućnosti korištenja informacija iz javne mobilne mreže opisano je u petom poglavlju.

2. Model sudarnog potencijala

Proračun procjene rizika provodi se kombinacijom dvaju modela. Jedan od modela koristi osnovne podatke o protoku prometa kao što su brzina, gustoća, brzina itd., dok drugi model koristi vanjske čimbenike koji utječu na protok prometa. Komunikacija između vozača i sustava upravljanja prometom odvija se putem znakova promjenjivih poruka (VMS) i promjenjivih ograničenja brzina (VSL). Nakon što se izračuna rizik, poruka o akciji šalje se vozaču putem VMS/VSL. Drugim riječima, VMS/VSL će obavijestiti vozače da poduzmu preporučene radnje kako bi se smanjila mogućnost sudara. U budućnosti, kod šire primjene kooperativnih sustava u cestovnom prometu ovo će se odvijati automatski, [4].

Model potencijalnog sudara temelji se na istraživanju koje su proveli Lee et al. (2002) [5] koji je 2004. godine dodatno modificiran od strane Lee et al. [6] i istraživanje [7] Osnovni linearni logaritamski model sudara koji su razvili Lee et al. je kako slijedi:

$$\ln(F) = \Theta + \lambda_{CVS(i)} + \lambda_{Q(j)} + \lambda_{COVV(k)} + \dots \dots + \lambda_{R(l)} + \lambda_{P(m)} + \beta \ln(EXP) \quad (1)$$

gdje je:

- | | |
|---------------------|---|
| F | - očekivani broj nesreća u promatranom razdoblju, |
| Θ | - konstanta, |
| $\lambda_{CVS(i)}$ | - koeficijent varijacije brzine (CVS), |
| $\lambda_{Q(j)}$ | - koeficijent razlike prosječnih brzina između početka i kraja promatrane dionice (km/h), |
| $\lambda_{COVV(k)}$ | - koeficijent utjecaja promjene prometne trake, |
| $\lambda_{R(l)}$ | - koeficijent utjecaja geometrije ceste (kontrolni faktor), |
| $\lambda_{P(m)}$ | - koeficijent utjecaja vršne/izvanvršne opterećenosti prometa (kontrolni faktor) |
| B | - parametar za izloženost, |
| EXP | -izloženost pojavi nezgoda na temelju vozila/kilometraže. |

Iako je spomenuti model izveden iz empirijskih podataka za autocestu sa šest trakova, model koji će se koristiti u istraživanju koje slijedi koristit će se za autoceste s četiri trake (po dvije u svakom smjeru). Kalibracija modela temeljit će se na dodatnim čimbenicima [7]:

- Raznolikost brzine vozila u prometnom toku
- Promjena prosječne brzine prometnog toka
- Učestalost pretjecanja
- Stupanj zasićenosti
- Utjecaj struktura
- Meteorološki uvjeti
- Vrijeme dana

Korištenjem ova dva kombinirana matematička modela razvijeni model lakše će se prilagoditi uvjetima u Republici Hrvatskoj, a olakšat će se i određivanje ispitnog koridora.

3. Ostali utjecajni čimbenici

Osim čimbenika koji su spomenuti u prethodnom poglavlju, i neki drugi (vanjski) čimbenici mogu utjecati na odluke za minimiziranje rizika od nastanka nesreće. Na temelju istraživanja [5, 6, 8] može se izvesti dodatnih pet faktora. Navedeni faktori formulirani su u matematičkom obliku:

$$n = \frac{1}{4} [n(CVS) + n(Q) + n(P) + n(V)] \cdot M \quad (1)$$

gdje je:

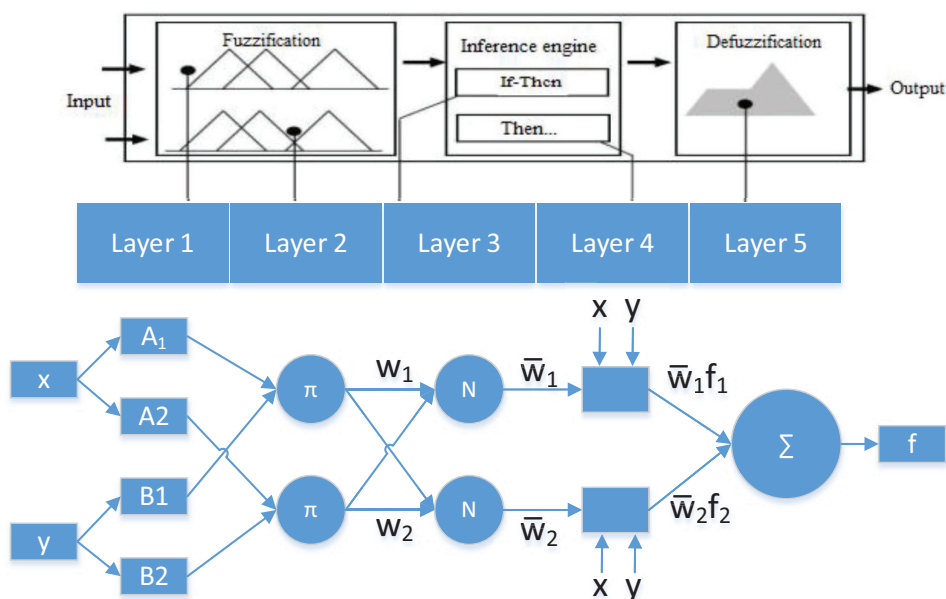
- | | |
|--------|--|
| n | - ukupni potencijal sudara, |
| n(CVS) | - utjecaj sudara zbog varijacije brzine na fiksnoj lokaciji, |
| n(Q) | - utjecaj sudara zbog varijacije brzine između dvije točke, |
| n(P) | - utjecaj sudara zbog pretjecanja, |
| n(V) | - utjecaj sudara zbog količine prometa, |
| M | - utjecaj sudara tijekom noći |

Faktor težine određen je za svaki od ovih pet elemenata u modelu u ukupnom potencijalu sudara. Predstavljeni model će se koristiti kao osnova za stvaranje točnijeg modela, koji se može koristiti i u stvarnom vremenu. S više empirijskih podataka o prometnim nesrećama svaka se komponenta u modelu može bolje kalibrirati i točnije prikazati. Da bi se to postiglo potrebno je uzeti u obzir prometne podatke za točan prikaz karakteristika prometnog toka i prometne podatke o nesrećama za točnu kalibraciju modela u posljednjih nekoliko godina. Ovdje je važno reći da što je više podataka prikupljeno i ugrađeno, to će model biti robusniji i precizniji.

4. Sustav za podršku odlučivanju

ANFIS je višeslojni adaptivni neizraziti sustav zaključivanja temeljen na neuronskoj mreži, koju je definirao Yang, [9]. Sadrži strukturiranu neuronsku mrežu, koja se sastoji od čvorova (neurona) međusobno povezanih usmjerenim vezama. Svaki čvor karakterizira određena funkcija s fiksnim ili varijabilnim parametrima. Promjene u vrijednostima parametara uzrokovane su adaptivnim (što znači da njihovi izlazi ovise o parametrima koji se mijenjaju kroz mrežu prolazeći kroz veze i druge čvorove) i nepromjenljivim (fiksnim) mrežnim čvorovima, ali u kombinaciji s pravilima učenja koja određuju kako će ti parametri promijeniti kako bi se smanjila mjera pogreške. ANFIS kombinira prednosti dviju metoda strojnog učenja (*fuzzy logika* i *neuronska mreža*). ANFIS radi na principu primjene metoda zaključivanja karakterističnih za neuronske mreže u cilju određivanja parametara *Fuzzy Inference System* - FIS. Rezultat je sustav koji omogućuje korištenje dobro poznatih algoritama za učenje umjetnih neuronskih mreža, a istovremeno pruža mogućnost korištenja neizrazite logike i neizrazitog zaključivanja.

ANFIS omogućuje dizajn i fino podešavanje nejasnih uzročno-posljedičnih pravila tipa ako-onda (*IF-THEN*), koja definiraju ponašanje složenog sustava donošenja odluka. ANFIS metoda omogućuje rad s velikim skupovima podataka, podržava različiti broj funkcija pripadnosti, omogućuje velike mogućnosti generalizacije, omogućuje kreiranje lingvističkih i numeričkih neizrazitih pravila za rješavanje problema [10]. Prednost dizajniranja ANFIS-a je u tome što kombinira neizrazitu sposobnost donošenja odluka sa sposobnošću učenja koju pruža neuronska mreža, a u svrhu modeliranje dinamike različitih nelinearnih sustava. ANFIS se može izraditi kao petoslojna mreža višeslojnog perceptrona (MLP), slika 1. Na ovoj slici krug označava fiksni čvor, a pravokutnik označava adaptivni čvor.



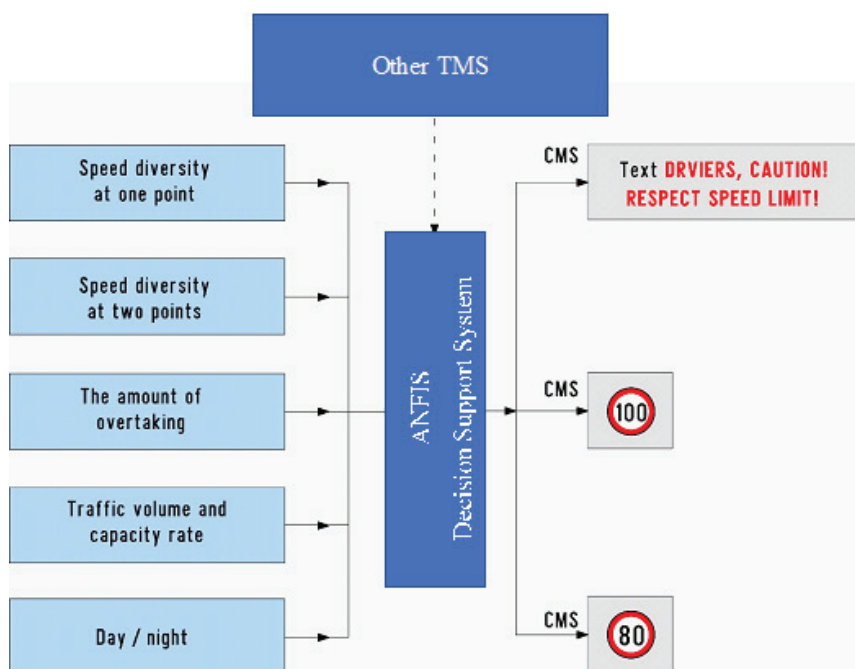
Slika 1. ANFIS arhitektura, [2, 9]

U prvom sloju (fuzifikacija), dvije tipične ulazne vrijednosti X i Y se unose u dva ulazna čvora, koji zatim transformiraju te vrijednosti kroz odgovarajuće funkcije pripadnosti. U drugom sloju (sloj pravila), svaki čvor množi ulazne signale, a izlaz se izračunava korištenjem neizrazitih operatora. Imaju simbol π koji označava da se radi o jednostavnom množitelju. Treći sloj sadrži fiksne čvorove N, koji normaliziraju vrijednosti izračunate u prethodnom sloju. Svaki i-ti čvor izračunava udio aktivacijske vrijednosti i-tog pravila u zbroju svih aktivacijskih vrijednosti pravila *ANFIS* algoritma. U četvrtom sloju, čvorovi su prilagodljivi, gdje je njihova izlazna vrijednost proizvod normaliziranih vrijednosti prethodnog sloja i odgovarajuće funkcije ovog čvora. U petom sloju postoji samo jedan čvor, koji izračunava ukupnu težinu kao izlaz iz sustava.

Prijedlog arhitekture sustava za podršku odlučivanju za upravljanje sigurnošću na autocestama prikazan je na slici 2. Srž sustava je *ANFIS* kao tehnologija strojnog učenja. Na temelju unaprijed definiranih algoritama i naučenih pravila koja koriste model sudarnog potencijala, daju se upravljačke preporuke za rad cestovne signalizacije. U principu postoje dvije vrste utjecaja na promet. Kako je prethodno rečeno, to su prvenstveno znakovi promjenjivih poruka i znakovi promjenjivih ograničenja brzina. Sustav ima sposobnost učenja, što omogućuje korištenje najboljih rješenja na temelju lekcija naučenih u prošlosti.

Rigorozno testiranje na simulacijskim modelima i odabranim testovima nužno je za buduću primjenu ovih tehnologija.

Osim toga, od posebne je važnosti analizirati ponašanje vozača u pogledu poštivanja ograničenja brzine te utjecaja poruka. Ovo je ključni preduvjet za uspjeh korištenja ovog pristupa upravljanju sigurnošću na autocestama.



Slika 2. Arhitektura sustava za podršku odlučivanju

Stvarne prednosti pristupa predstavljenog u ovom radu bit će moguće kroz primjenu prethodno spomenutih kooperativnih sustave upravljanja prometom, posebno u složenim uvjetima miješanja prometnih tokova [11]. Kroz kooperativni inteligentni sustav za prilagodbu brzine vozila, otklonit će se problemi vezani uz poštivanje ograničenja brzine, [12].

5. Mogućnosti korištenja informacija iz javne mobilne mreže

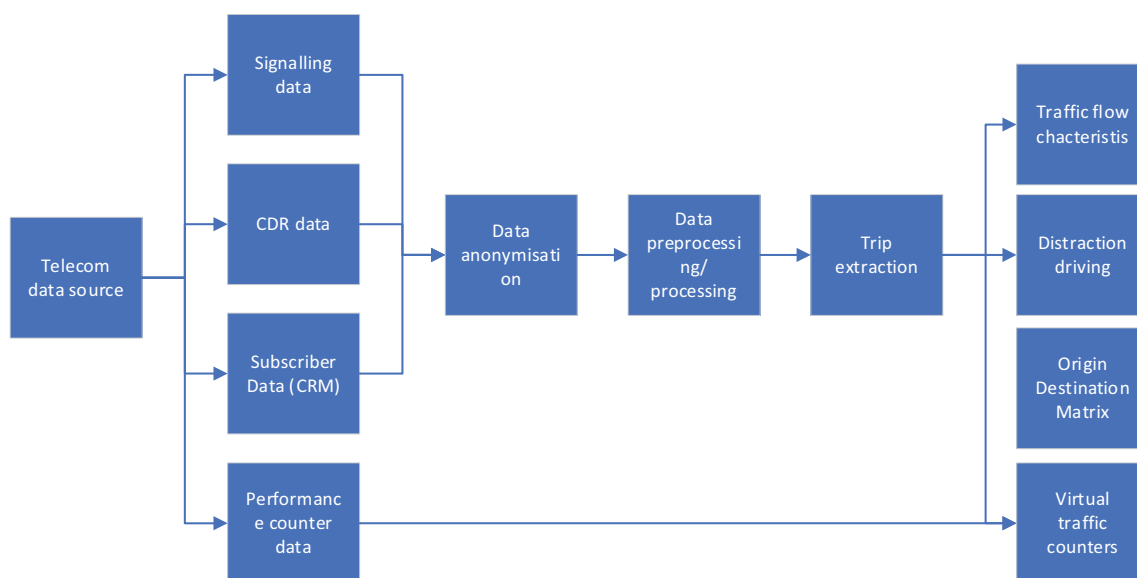
Prometni senzori koji se često koriste unutar cestovne mreže vrlo su precizni u obavljanju tradicionalnih mjerenja (karakteristike prometnog toka na dionici ceste), ali budući da zahtjevi nadležnih tijela i operatera na cestama mogu premašiti tu razinu podataka ili biti usmjereni na one dionice ceste gdje senzorska infrastruktura ne postoji, alternativne metode se proučavaju godinama [13-18]. Jedan od najistraživijih izvora podataka, s najvećim potencijalom su podaci operatera mobilne mreže, s povećanom stopom popularnosti kao rezultat povećane penetracije korisnika mobilne telefonije (tržišna penetracija u razvijenim zemljama je više od 100%), te rezultat uvođenja novih generacija mobilnih mreža (3G, 4G, 5G). Svaka nova generacija donosi značajna poboljšanja telekomunikacijske usluge, a kao popratnu pojavu korisnije popratne baze podataka generirane zbog samog rada mreže. Svaka nova generacija donosi i poboljšanje u pozicioniranju korisnika, a budući da još uvijek nije toliko precizan kao GNSS sustavi, ovi podaci još uvijek mogu biti vrlo korisni u prometnom inženjerstvu.

Najčešće korišteni izvori podataka iz podataka mobilne mreže uključuju podatke zapisa podataka o pozivima/naplatama (CDR), zapise podataka signalizacije mobilne mreže (CTUM, CTR...), podatke baze podataka pretplatnika mobilne mreže i podatke brojača performansi.

Podaci evidencije podataka o pozivima/naplatama (CDR) predstavljaju skup podataka koji se prikuplja kao rezultat telekomunikacijskih aktivnosti korisnika, budući da svaki put kada korisnik izvrši telekomunikacijsku aktivnost, on se prijavljuje u ovu bazu podataka za buduće potrebe naplate. Podaci signalizacije mobilne mreže većinom se sastoje od podataka praćenja stanica, gdje se bilježi komunikacija između terminala mobilne mreže i odgovarajuće antene. Prednost ovih izvora podataka je u tome što se zapisnici popunjavaju čak i ako se mobilni telefon ne koristi aktivno (u pozivima, korištenje podataka itd.). Ova dva izvora podataka temelje se na korisniku te se moraju primijeniti potrebni procesi, organizacijske mjere i tehnike anonimizacije koji će osigurati da se podacima postupa u skladu s Općom uredbom o zaštiti podataka (EU) 2016/679 (GDPR), koja regulira zaštitu podataka i privatnost u Europskoj uniji (EU) i Europskom gospodarskom prostoru (EEA). Korištenje ovih podataka omogućuje anonimiziranu rekonstrukciju korisničkih migracija, pa se korisnička putovanja mogu izdvojiti s dodatnim parametrima (polazišta, odredišta, trajanje, duljina, brzina). Ako se spoje s anonimiziranim podacima baze podataka korisnika (CRM - Customer Relationship Management), dodatni podaci mogu se primijeniti na izdvojeni bazu podataka putovanja, a ti podaci mogu uključivati informacije o spolu i dobi korisnika. To omogućuje različite vrste analitike za identifikaciju navika: identifikaciju obrazaca

putovanja za dobnu skupinu i spol, identifikaciju prosječne brzine, identifikaciju tipa korisnika koji poštuju ograničenja brzine itd. Za razliku od prethodno navedenih izvora podataka, podaci brojača performansi nisu korisnički, ali orijentiran na lokaciju. Brojači LTE/E-UTRA upravljanja performansama (PM) prikupljaju se u intervalima od 15 minuta. Ovi brojači inherentno čuvaju privatnost, jer mogu predstavljati broj terminala koje opslužuje odgovarajuća ćelija i mogu se koristiti kao virtualni brojači prometa.

Kao što je prikazano na slici 3, telekom izvori podataka mogu se koristiti za različite analitike povezane s transportom. Podaci o signalizaciji, CDR podaci i podaci o pretplatnicima mogu se koristiti i za strateške i za operativne svrhe identifikacijom karakteristika prometnog toka (volumen prometa, brzina), za slučajeve korištenja odvratanja pažnje od vožnje (analiza upotrebe mobilnog telefona od strane vozača), za identifikaciju transportne potražnje (podaci o polazištu i odredištu). Podaci o brojačima performansi mogu se koristiti za visoko učinkovite operativne virtualne brojače prometa, za dopunu lokacija gdje tradicionalni brojači prometa ne postoje.



Slika 3. Telekom izvori podataka i primjena u prometnom inženjerstvu

6. Zaključak

U Republici Hrvatskoj manji udio prometnih nesreća događa se na autocestama i brzim cestama, no taj manji postotak ipak prati veća stopa smrtnosti. Kako bi se smanjio broj nesreća, u ovom istraživanju predloženo je upravljanja prometom na dionici autoceste korištenjem sustava za podršku odlučivanju temeljenog na ANFIS metodologiji te teoriji sudarnog potencijala. Predložena metodologija ima za cilj smanjiti mogućnost sudara i povećati razinu sigurnosti prometa. Imajući to u vidu, daljnja istraživanja bit će usmjerena na razvoj i testiranje predloženog modela korištenjem mikrosimulacijske platforme s naglaskom na prometne tokove karakteristične za autoceste u Republici Hrvatskoj, [19].

Zahvala

Rad je realiziran u okviru projekta "Prijedlog modela upravljanja promjenjivom prometnom signalizacijom na dionici autoceste temeljen na višekriterijskoj optimizaciji" odobrenog u okviru Nacionalnog plana sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za 2021/30. godine.

Literatura

- [1] World Health organization: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries> (accessed 02.02.2022.)
- [2] Mandžuka, S., Dedić, L., Kos, G., Šošćarić, M. (2022). Multicriteria Decision Support System for Motorways Safety Management. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 472. Springer, Cham
- [3] Bulletin on road traffic safety 2020. Ministry of Interior, Department for strategic planning, analytics and development, Zagreb, 2021., 2020., 2019.
- [4] Mandzuka, S., Skorput, P., Vujic, M. (2015). Architecture of cooperative systems in traffic and Transportation. 23rd Telecommunications Forum (TELFOR), Belgrade, pp. 25-28.
- [5] Lee, C.; Saccomanno, F.; Hellinga, B. (2002) Analysis of Crash Precursors on Instrumented Freeways. Transportation Research Record 1748, TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp. 1-8.
- [6] Lee, C.; Hellinga, B.; Saccomanno, F. (2004) Assessing Safety Benefits of Variable Speed Limits. // Transportation Research Record No. 1897, pp. 183-190.
- [7] Huzjan, B., Mandžuka, S., Kos, G. (2017) Real-time traffic safety management model on motorways. Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette, 24(5).
- [8] Lee, C.; Hellinga, B.; Saccomanno, F. (2003) Real-Time Crash Prediction Model for Application to Crash Prevention in Freeway Traffic. Transportation Research Record No. 1840, pp. 67- 77.
- [9] Jang, J. S. R., (1993) ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, IEEE Trans. Syst. Man Cybern., 23(3), pp. 665–685.
- [10] Jang, J.-S. R., Sun, C.-T., Mizutani, E. (2010). Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A computational approach to learning and Machine Intelligence. PHI Learning.
- [11] Gregurić, M., Ivanjko, E., Mandžuka, S. (2016). The use of cooperative approach in ramp metering. PROMET – Traffic & Transportation, 28(1), pp. 11–22.
- [12] Gregurić, M., Mandžuka, S., Šošćarić, M. (2019). The Application of Cooperative Variable Speed Limit Control for Reduction of Crash Potential, International Symposium ELMAR, Zadar, Croatia.
- [13] Galloni, A., Horváth, B., & Horváth, T. (2018). Real-time Monitoring of Hungarian Highway Traffic from Cell Phone Network Data. ITAT 2018 Proceedings, 2203, 108–115.

- [14] Goulding, J. (2018). Best Practices and Methodology for OD Matrix Creation from CDR Data. NLAB, University of Nottingham, 44(0), 1–37.
- [15] Furletti, B., Gabrielli, L., Garofalo, G., Giannotti, F., Milli, L., Nanni, M., Pedreschi, D., & Vivio, R. (2014). Use of mobile phone data to estimate mobility flows. Measuring urban population and inter-city mobility using big data in an integrated approach. *Sis*, 1–10.
- [16] Čolić, P., Jakovljević, M., Vidović, K., & Šoštarić, M. (2022). Development of Methodology for Defining a Pattern of Drivers Mobile Phone Usage While Driving. *Sustainability*, 14(3), 1681.
- [17] Vidović, K., Šoštarić, M., Mandžuka, S., & Kos, G. (2020). Model for Estimating Urban Mobility Based on the Records of User Activities in Public Mobile Networks. *Sustainability*, 12(3), 838.
- [18] Yaghoubi, F., Catovic, A., Gusmao, A., Pieczkowski, J., & Boros, P. (2022). Traffic Flow Estimation using Machine Learning and 4G/5G Radio Frequency Counters. *IEEE Vehicular Technology Conference (Vols. 2022-June, Issue 1)*.
- [19] Mandžuka, S., Dedić, L., Kos, G., Vidović, K. (2023). Simulation platform for the analysis of Motorways Traffic Safety Management System. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 472. Springer, Cham

Međunarodni planovi za vođenje prometa (TMP)

Traffic management plan (TMP)

Mitja Stojnšek, dipl. ing. tehnologije prometa (DARS d. d.)
Robert Kompan, uni. dipl. ing. tehnol. prometa (DARS d. d.)
Služba za upravljanje prometom i sigurnošću u prometu, Odjel za promet
Vransko, Postojna; siječanj 2023.

Sadržaj

1	UVOD	3
2	MREŽE OPERATERA AUTOCESTA.....	4
2.1	Slovenija.....	4
2.2	Austrija.....	4
2.3	Italija.....	5
2.4	Mađarska	5
2.5	Hrvatska	6
2.6	Cjelokupna TMP mreža	7
3	ZADATCI NADZORNIH CENTARA TE MEĐUSOBNO OBAVJEŠTAVANJE I PROVEDBA MJERA	8
3.1	Obavješćavanje.....	8
3.2	Provedba mjera TMP	8
4	ZAKLJUČAK	11
5	IZVORI	11

1 UVOD

Društvo za autoceste u Republici Sloveniji (DARS, d. d.) dioničko je društvo koje gradi, održava i upravlja autocestama i brzim cestama te se brine o sigurnosti, protočnosti i udobnosti cestovnog prometa. DARS upravlja sa 617 km autocesta, 139 km priključaka, 22 km čvorova, 27 km odmorišta i 10 km ostalih cesta. (DARS, 2019.)

Među najveće odgovornosti društva DARS d. d. ubrajamo osiguranje sigurnosti na slovenskim autocestama i brzim cestama, a samim time i protočnosti cestovnog prometa. DARS usklađeno surađuje s vatrogascima, policajcima, spasiteljima i ostalim interventnim službama te provodi učinkovit nadzor i vođenje cestovnog prometa putem nadzornih centara u Sloveniji. (DARS, 2019.).

Planovi upravljanja prometom na autocestama – *Traffic management plans* (TMP) u slučaju većih izvanrednih događaja ključni su planovi koji se provode pri upravljanju protočnosti prometa i osiguranja sigurnosti sudionika u prometu u slučaju većih izvanrednih događaja.

Glavna je svrha TMP-a uskladiti rad i obavještanje susjednih operatera autocesta radi osiguranja što bolje protočnosti prometa i smanjenja zastoja, odnosno skraćivanja vremena putovanja u slučaju većih izvanrednih događaja.

Za kontrolu incidenata imenovana je skupina za upravljanje incidentima koja je zadužena za koordinaciju mjera u slučaju nesreća i provedbu plana za upravljanje prometom na autocestama.

Učinkovita komunikacija sa sudionicima u prometu ključna je za kontrolu protoka prometa u slučaju većih nesreća. Ona uključuje upotrebu elektroničke obavijesne signalizacije (SPS), društvenih medija i drugih komunikacijskih kanala za osiguranje ažuriranih informacija o nesreći i mogućim preusmjeravanjima.

TMP je cjelovit plan koji uređuje prometne tokove na cestovnoj mreži u skladu s prethodno utvrđenim protokolima. Može uključivati mjere kao što su ograničenje brzine, preusmjeravanja i ostale mjere upravljanja prometom koje se provode radi osiguranja sigurnosti i učinkovitosti prometnog toka.

Prije provedbe plana TMP, komunikacija između RS i susjednih država odvijala se putem telefona i elektroničke pošte. Radi osiguranja jedinstvenog, usklađenog i pravodobnog obavještanja o izvanrednim događajima svih sudionika u cestovnom prometu o izvanrednim događajima, DARS inicirao i pozvao na suradnju operatere mreža AC iz svih susjednih država. Operateri AC/BC, Slovenije, Hrvatske, Austrije, Italije i Mađarske međusobno su sklopili ugovor o suradnji i dogovor o zajedničkoj mrežnoj platformi koja bi istovremeno bila dostupna svima. Na taj bi način sudionici mogli brzo i pouzdano razmjenjivati informacije. Projekt je uspješno proveden 2019. godine i djelomično ga je financirala Europska unija.

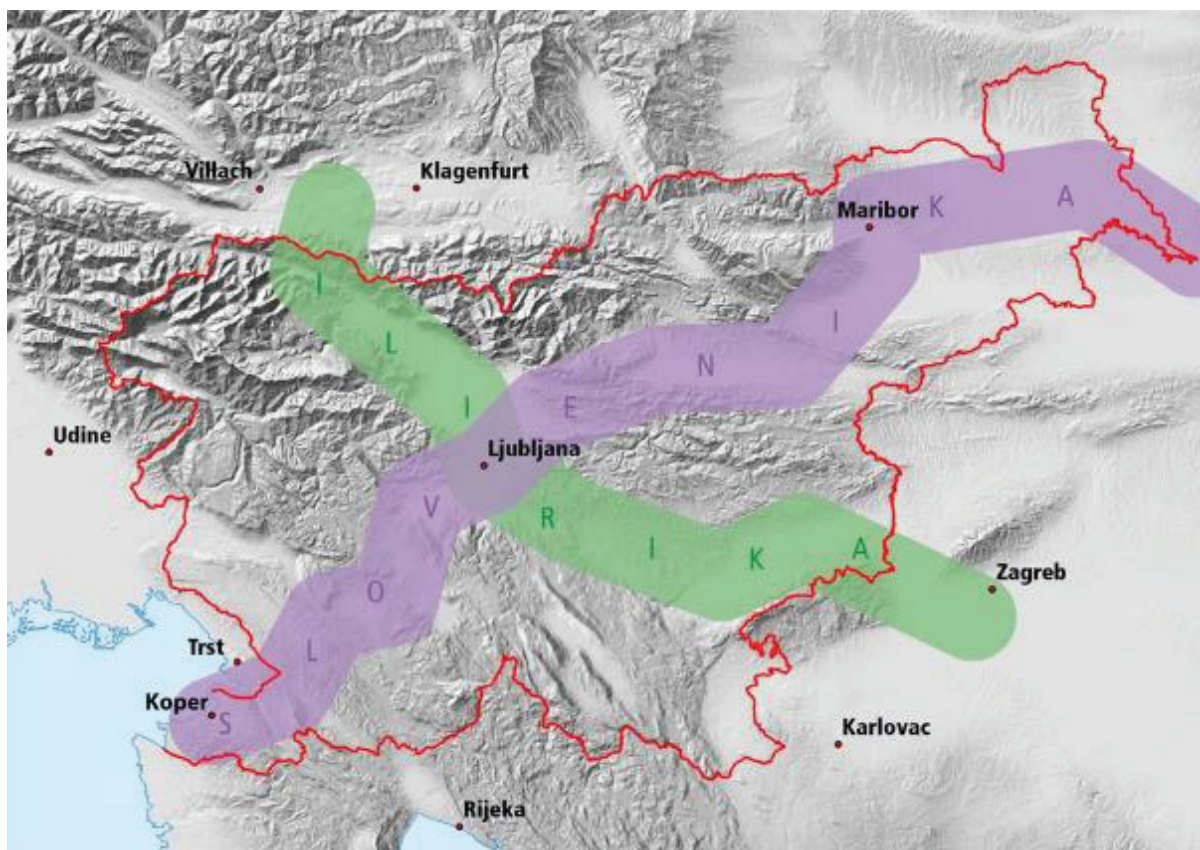
2 MREŽE OPERATERA AUTOCESTA

2.1 Slovenija

Sloveniju zbog svojega geografskog položaja ubrajamo u tranzitne europske države. Na teritoriju Slovenije križaju se dva važna europska prometna puta, odnosno europski prometni pravci tj. koridori V i X.

Koridor V proteže se od Lisabona preko Barcelone i Ljubljane do Kijeva. Povezuje južnu, srednju i istočnu Europu. Koridor X prolazi od Münchena preko Jesenica i Ljubljane do Beograda i Istanbula. Povezuje srednju i jugoistočnu Europu te Aziju.

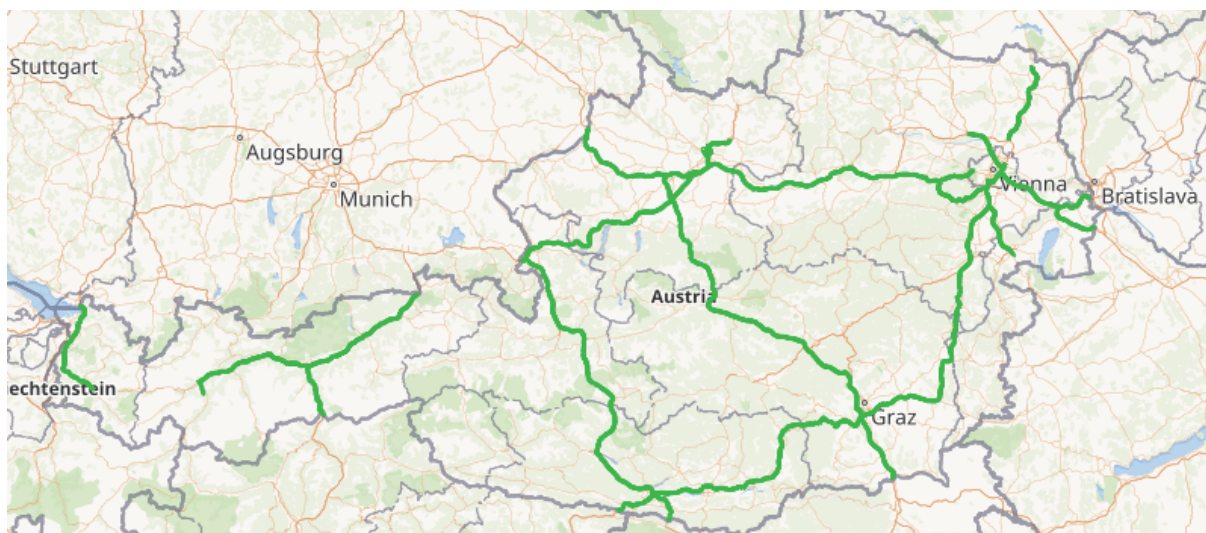
Najvažniji i najopterećeniji dio slovenske cestovne mreže raskršće je na autocesti koje je dovršeno u listopadu 2011. i čiji se krak A1 proteže od Maribora do Kopra, odnosno Sežane, a drugi krak A2 između Jesenica i Brežica. TMP protokoli primjenjuju se na oba koridora Karavanke – Obrežje i Pince – Koper/Vrtojba/Fernetiči te na autocestu A1/A4 Šentilj – Gruškovje.



Slika 1: Europski koridor V i X

2.2 Austrija

Austrija trenutačno ima 18 dugih dionica autocesta koje od 1982. godine gradi i održava dioničko društvo ASFiNAG koje je u stopostotnom vlasništvu Republike Austrije. Austrija trenutačno ima 2249 km autocesta kroz koje prolaze europski koridor VII i X. TMP protokoli primjenjuju se na dionice Salzburg – Villach, Villach – Graz, Voralpenkreuz – Graz, Beč – Graz i Villach – Venecija.



Slika 2: Mreža austrijskih autocesta

2.3 Italija

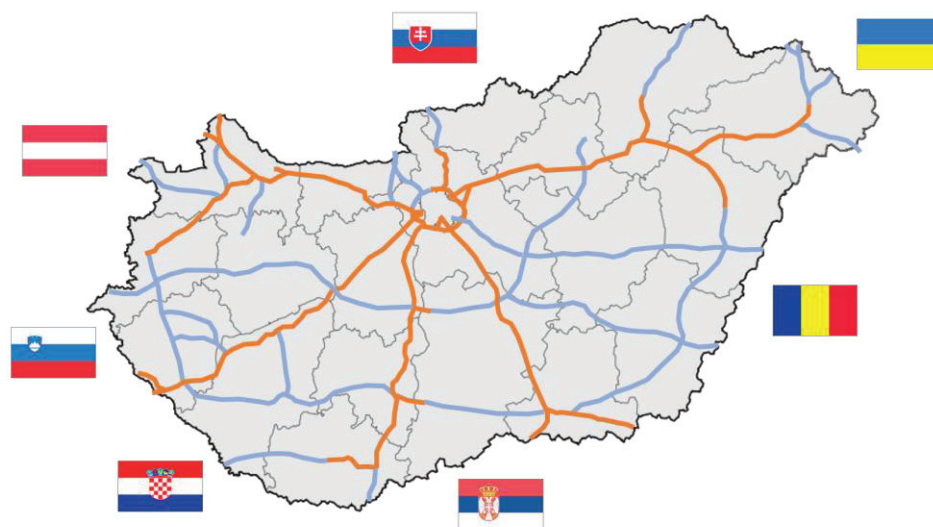
U Italiji različiti operateri 32 dionice autocesta upravljaju i održavaju otprilike 6977 km autocesta. Najopterećenija je dionica istok – zapad koja je dio europskog koridora V. TMP se u svrhu međunarodne suradnje i uređenja prometa primjenjuje na dionice Ferneti – Venecija, Gorizia – Venecija i Venecija – Udine – Villach.



Slika 3: Mreža talijanskih autocesta

2.4 Mađarska

Mađarska sa svojom 1480 km dugom mrežom autocesta u sustavu obavještavanja TMP surađuje sa susjednim državama na području dionice autoceste Budimpešta – Pince na autocestama M7 i M70.



Slika 4: Mreža mađarskih autocesta

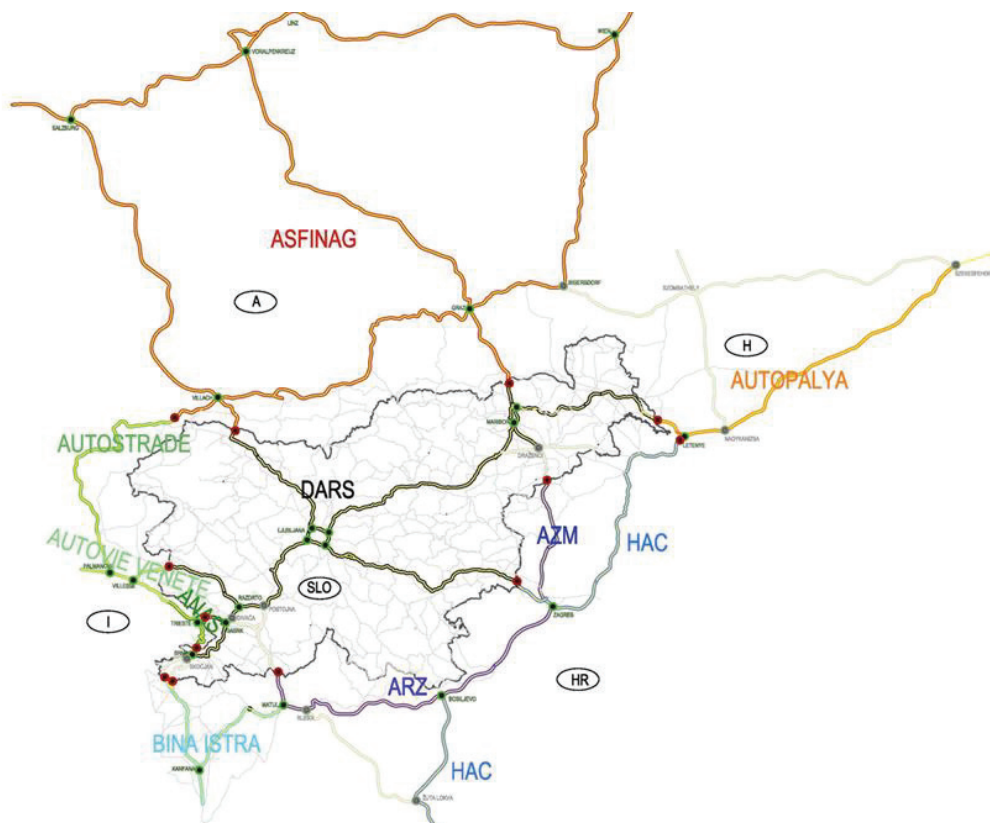
2.5 Hrvatska

Tri hrvatska operatera autocesta HAC, BINA i AZM upravljaju autocestama dužine 1313 km. Prometna opterećenost izrazito se povećava tijekom turističke sezone zbog putovanja turista na more. Među prometno opterećenije dionice ubrajamo autocestu A3 Lipovac – Zagreb koja se zatim grana u dvije osi od A3 Zagreb - Obrežje i A2 Zagreb – Macelj. TMP protokoli primjenjuju se na dionice autocesta Macelj – Zagreb, Bregana – Zagreb, Rijeka – Rupa, Rijeka – Bosiljevo – Zagreb. TMP protokoli iznimno su važni tijekom turističke sezone kada se promet izrazito poveća, zbog pravodobnog preusmjerenja prometnih tokova.



Slika 5: Mreža hrvatskih autocesta

2.6 Cjelokupna TMP mreža

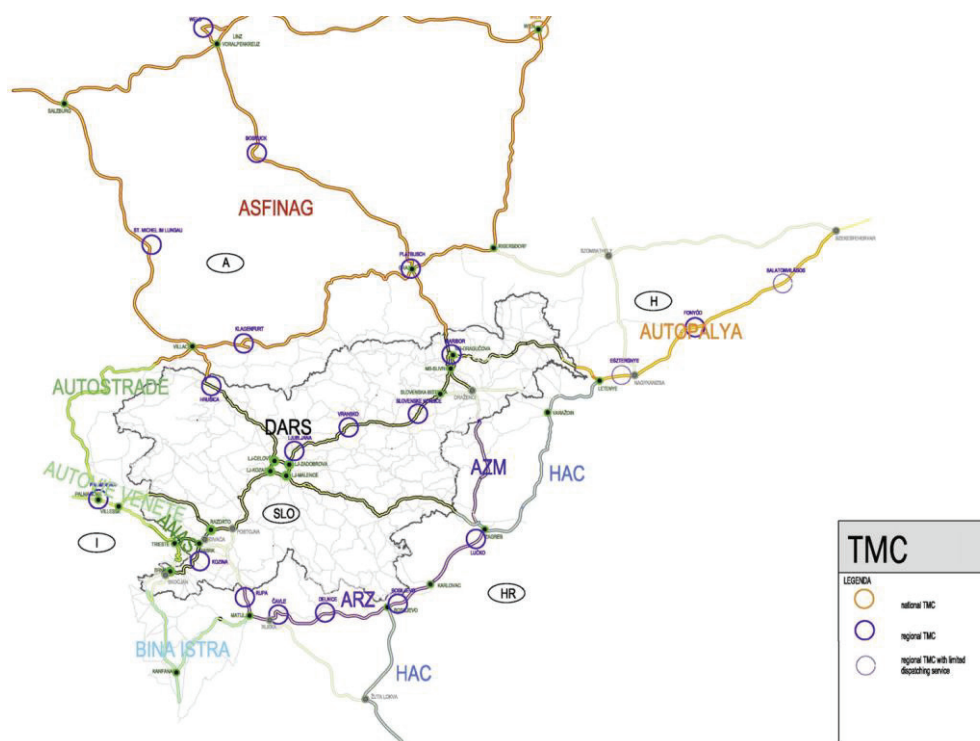


Slika 6: Cjelokupna mreža na kojoj se primjenjuje TMP A-H-HR-I-SLO i operateri AC

3 ZADATCI NADZORNIH CENTARA TE MEĐUSOBNO OBAVJEŠTAVANJE I PROVEDBA MJERA

3.1 Obavješćavanje

Međusobno obavješćavanje između država odvija se putem nadzornih centara u svakoj državi. U slučaju izvanrednog događaja kao što su teške prometne nesreće, ograničenja prometa povezana s vremenskim nepogodama (vjetar i zimski uvjeti), radovi većeg opsega na dionicama ili nepredviđeni događaji (potres, poplave, terorističke aktivnosti...), nadzorni centar pojedinačne države dužan je poslati obavijest o izvanrednom događaju. Obavješćavanje se odvija prema uvriježenom protokolu kako bi svi sudionici bili obaviješteni o događaju. U tom slučaju države se samo međusobno obavješćavaju i ne šalje se molba za preusmjeravanje prometa.



Slika 7: Nadzorni centri operatera AC

3.2 Provedba mjera TMP

U slučaju većih izvanrednih događaja na cestovnoj mreži koji mogu utjecati na prometne tokove susjednih država, odvija se komunikacija koja je važna za uspješnu kontrolu prometnih tokova.

Mjera se provodi u skladu s prethodno pripremljenim protokolom, tj. scenarijem. Protokol se odvija tako da operater jasno označi lokaciju izvanrednog događaja i pošalje obavijest svim unaprijed određenim dionicima.

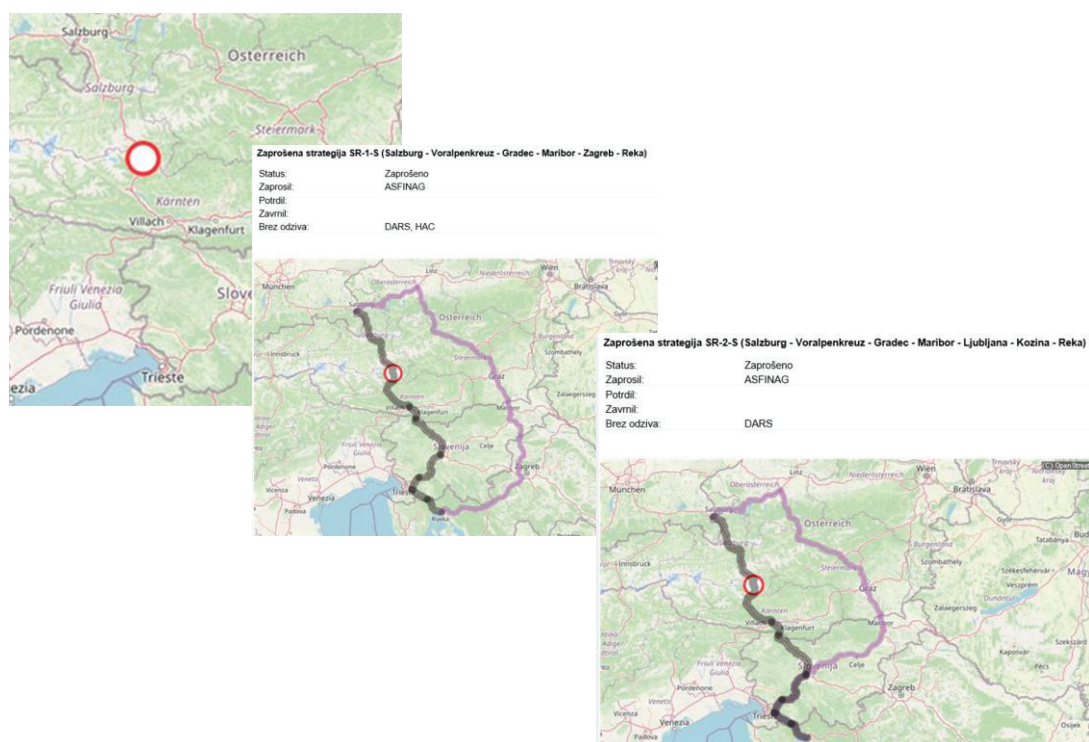
U slučaju potrebe, operater šalje »molbu« susjednoj državi ili daje suglasnost za odvijanje prometa drugim alternativnim pravcima. Za sve je alternativne pravce

izračunano isplati li se odvijanje prometa obilaznim pravcima tijekom određenoga vremenskog razdoblja.

Sustav automatski prevodi dogovorenu formu (obrazac) na jezike svake zasebne države. Tako svaka država dobiva informaciju na svojem jeziku.



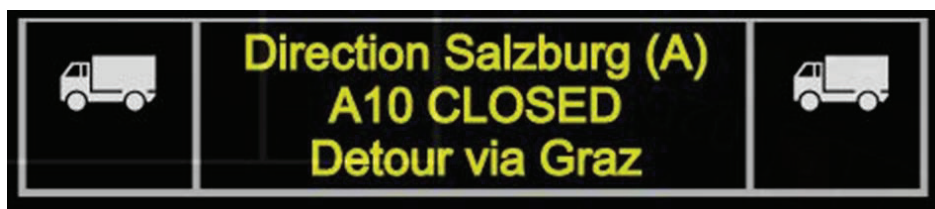
Slika 8: Dana 9. 2. 2021. nesreća na nosivu stupu vijadukta na austrijskoj autocesti A10 između Villacha i Salzburga



Slike 9, 10 i 11: Obavijest Afinaga poslana na potvrdu DARS-u i HAC-u

Nakon potvrde promet se odvija obilaznim putem uz odgovarajuće oznake na cjelokupnoj prometnoj signalizaciji. U većini slučajeva najčešće se upotrebljava promjenjiva prometna signalizacija, a u slučaju događaja koji traje dulje vrijeme na odgovarajući se način postavlja i fiksna prometna signalizacija. Obavješćavanje o

odvijanju prometa obilaznim pravcima odvija se i putem Prometno-informacijskog centra – PIC.



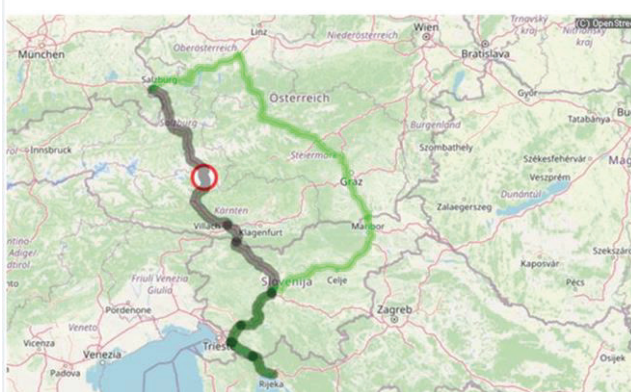
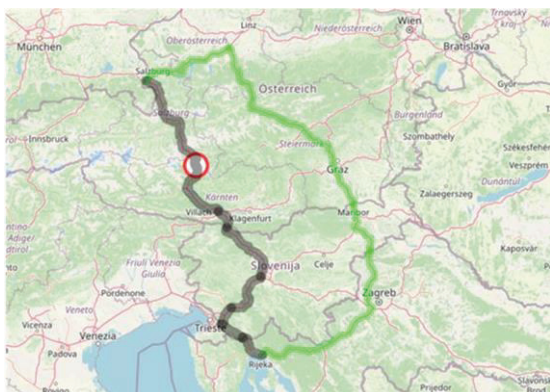
Slika 12: Promjena prometne signalizacije i vođenje prometa

Aktivirana strategija SR-1-S (Salzburg - Voralpenkreuz - Gradec - Maribor - Zagreb - Reka)

Status: Aktivno
Zaprosil: ASFINAG
Potrdil: DARS, HAC
Zavmil:
Brez odziva:

Aktivirana strategija SR-2-S (Salzburg - Voralpenkreuz - Gradec - Maribor - Ljubljana - Kozina - Reka)

Status: Aktivno
Zaprosil: ASFINAG
Potrdil: DARS
Zavmil:
Brez odziva:

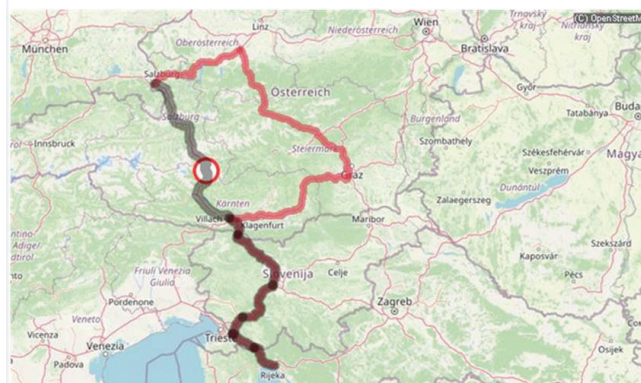


Slike 13 i 14: Nakon potvrde DARS-a i HAC-a predložena zaobilaznica označuje se zelenom bojom

Nakon završetka događaja predlagatelj izvršava otkazivanje.

Deaktivirana strategija SR-3-S (Salzburg - Voralpenkreuz - Gradec - Beljak - Ljubljana - Kozina - Reka)

Status: Deaktivirano
Zaprosil: ASFINAG
Potrdil:
Deaktiviral: ASFINAG
Brez odziva:



Slika 15: Otkazivanje – deaktivacija Afinaga

Nakon deaktivacije svi primatelji zaprimaju elektroničku obavijest o deaktivaciji događaja. Svi operateri autoceste zaduženi su za vraćanje prometne signalizacije u početno stanje putem svojih nadzornih centara.

4 ZAKLJUČAK

Usklađena suradnja svih dionika i operatera AC/BC ključna je za osiguranje što bolje protočnosti prometa u mreži prometnica. Bolja protočnost jamči mnogo veću sigurnost u prometu, smanjuje gospodarsku štetu i snažno utječe na okoliš, kao i na udobnost korisnika. Usklađivanjem i prethodnim dogovaranjem protokola mogu se znatno ublažiti svi negativni utjecaji, a za usklađenu suradnju ključna je komunikacija između operatera dionica autocesta na koje utječe odvijanje prometa zaobilaznim pravcima. Aktualne dogovorene protokole (TMP) trenutačno primjenjuju države Slovenija, Hrvatska, Austrija, Mađarska i Italija. Platforma je uvedena kako bi se mogla proširiti i na područje drugih zainteresiranih država. Svaka država također može nadograditi protokol sa svojim susjednim državama. I to je jedan od načina pokrivanja svih najvećih prometnih koridora na području cijele Europe.

5 IZVORI

- https://en.wikipedia.org/wiki/Roads_in_Hungary
- https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_en
- TMP A-H-HR-I-SLO (dars.si)
- <https://www.asfinag.at/en/construction-maintenance/>
- <https://www.dars.si/>
- <http://www.huka.hr/mreza-autocesta>

OZNAKE NA KOLNIKU U FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI PROMETA

MARKINGS ON THE ROAD IN THE FUNCTION OF INCREASING TRAFFIC SAFETY

Ivan Molnar, dipl. ing. prom.

“Revizor cestovne sigurnosti” d.o.o. Vukovar, Bana Josipa Jelačića 7

rsc-vu@rsc-vu.hr

Sažetak

Kvalitetno projektirane i održavane oznake na kolniku znatno utječu na sigurnost prometa. Dokaz tome su i sanacije opasnih mjesta gdje uz ostale mjere povećanja sigurnosti prometa oznake na kolniku imaju vidljiv pozitivan trend uspješne primjene.

Oznakama na kolniku treba pridavati više pozornosti kod projektiranja i redovnog održavanja kako bi vizualna interakcija u prometu bila potpuna. U radu su prikazana pozitivna iskustva iz prakse kako oznake na kolniku doprinose povećanju sigurnosti prometa.

Ključne riječi: oznake na kolniku, povećanje sigurnosti prometa, vizualna interakcija

Abstract

Quality designed and maintained markings on the road have a significant impact on traffic safety. Proof of this is the rehabilitation of dangerous places where, along with other measures to increase the safety of road markings, there is a visible positive trend of successful application.

Pavement markings should be given more attention during design and regular maintenance so that the visual interaction in traffic is complete. The paper shows positive experiences from practice that road markings contribute to increasing traffic safety.

Key words: markings on the road, increasing traffic safety, visual interaction

1. UVOD

Oznake na kolniku služe sudionicima u prometu kao vizualna interakcija tijekom kretanja po cestovnoj mreži. Vizualna interakcija vozača i prometne infrastrukture puno je važnija i kompleksnija kao aspekt neverbalne komunikacije nego što se to na prvi pogled može učiniti. Oznake na kolniku upozoravaju sudionike u prometu, postavljaju ograničenja, zabrane, te im pružaju povratne informacije za sigurno kretanje. Ovisno o povratnoj informaciji, odnosno jasnoći, jednostavnosti i čitljivosti obavijesti vizualnog vođenja postiže se sigurnije, udobnije i brže odvijanje prometa.

Važnost oznaka na kolniku naročito je izražena u noćnim uvjetima a posebno u kombinacijama noćnih uvjeta i dodatno smanjene vidljivosti; noć-magla ili noć-kiša. U uvjetima smanjene vidljivosti zbog smanjene količine dostupnih vizualnih informacija suženo je i smanjeno vidno polje vozača, te je znatno smanjena mogućnost točne percepcije oblika, boja, teksture, te najvažnije dubine. Da bi oznake na kolniku bile u potpunosti funkcionalne moraju biti vidljive u svim vremenskim uvjetima jer moraju pružiti sudionicima u prometu informacije nužne za siguran nastavak kretanja po cestovnoj mreži.

Za sigurnost cestovnog prometa najvažnija karakteristika oznaka na kolniku je vidljivost. Dnevna vidljivost oznaka temelji se na difuznoj refleksiji, te kontrastu između boje oznake i asfalta. Noćna vidljivost isključivo se temelji na retro reflektirajućim svojstvima oznaka koja se postiže primjenom retro reflektirajućih materijala. Na temelju dnevne i noćne vidljivosti određuje se optimalni ciklus održavanja, odnosno obnavljanja oznaka na kolniku.

Oznake na kolniku u Republici Hrvatskoj projektiraju se i ocrtavaju sukladno Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19). Pojedine oznake se mogu ocrtavati samostalno ili se najčešće ocrtavaju u kombinaciji s prometnim znakovima. Troškovno oznake na kolniku su najpovoljnija rješenja za povećanje prometne sigurnosti.

Globalna modernizacija nameće zahtjeve i po pitanju razvoja oznaka na kolniku zbog sve većeg broja cestovnih polu-autonomnih ili potpuno autonomnih vozila.

Temeljna zadaća ispravno projektiranih i ocrtanih oznaka na kolniku je pravovremeno upozoriti sudionike u prometu na situaciju ispred vozila, informirati vozače o sigurnoj putanji vožnje i trasi ceste, te pravovremeno informirati o zakonskim i vizualnim ograničenjima pri pretjecanju sporijih vozila.

Nadalje u radu naglasak će biti na pozitivnim iskustvima kako oznake na kolniku ukoliko im se posveti dodatna pozornost kod projektiranja mogu znatno doprinosti povećanju sigurnosti prometa.

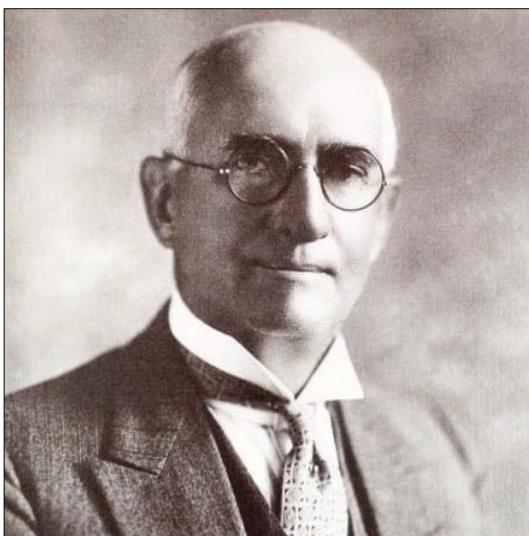
2. POVIJESNI RAZVOJ OZNAKA NA KOLNIKU

Iako su Rimljani, Babilonci i neke druge drevne civilizacije povremeno koristile cigle u kontrastnoj boji za označavanje središta ceste, oznake na kolniku u upotrebi su tek jedno stoljeće. Ranije su hrpe kamenja, kratki zidovi ili grmlje ponekad korištene kao središnje linije za odvajanje prometa kočija koji teče u suprotnim smjerovima. Međutim, budući da su konjska kola i pješaci rijetko postizali opasne brzine na neravnim cestama tog vremena, svrha je prvenstveno bila spriječiti prometne gužve, a ne povećati sigurnost. Nakon što se povećao broj automobila, kamiona i autobusa, postalo je potrebno koristiti oznake na kolniku kako bi se pokušao spriječiti nastanak prometnih nesreća.

Vjeruje se da su se oslikane linije koje označavaju središte prometnica prvi put pojavile na Trenton River cesti u okrugu Wayne u Michiganu (SAD) oko 1911. Navodno je Edward N. Hines, predsjednik odbora za ceste u okrugu Wayne (County Board of Roads) primijetio vagon za mlijeko koji je za sobom ostavljao bijeli trag zbog curenja. Prva oslikana razdjelna linija bila je

na dionici Trenton's River Road. Do 1917. bijele su se linije pojavljivale u cijeloj državi Michigan, uključujući središnju liniju duž ozloglašene "krivulje mrtvaca" okruga Marquette.

Tijekom 1917. godine Oregon i Kalifornija proveli su službene programe za označavanje kolnika slične onome što je poduzeo Michigan. Iste 1917. godine, upotreba obojenih središnjih linija na ruralnim i državnim cestama postala je obvezna u državama Michiganu, Oregonu i Kaliforniji. Međutim, sredstva za te projekte bila su ograničena, a neke države i gradovi odbili su ulagati u označavanje kolnika. Nekoliko privatnih građana financiralo je obilježavanje na posebno opasnim dijelovima kolnika. Na primjer, u travnju 1917. godine Peter Rexford načelnik policije Multnomah Countyja u Oregonu platio je žutu boju za označavanje dionice autoceste Columbia River između Crown Pointa i Multnomah Fallsa.



Slika 1. Edward N. Hines (1870-1938).

Izvor: Michigan Department of Transportation. Dostupno (21.01.2023.) na:
<https://www.michigan.gov/mdot/about/history/transportation-hall-of-honor/edward-hines>

Odlučili su se za žutu boju nakon što su vidjeli da bijela boja nije toliko vidljiva tijekom mračnih i olujnih uvjeta.

U Indiju, u Kaliforniji, dr. June McCarroll označila je crtu na dijelu onoga što je sada US Route 99 nakon što je zbog kamiona koji je vozio sredinom ceste njezin auto uletio u jarak.

U ranim danima oznaka na kolniku, svaka država, grad ili okrug mogli su odrediti boju boje koja će se koristiti kao i hoće li se koristiti pune ili isprekidane linije. To je dovelo do velike zabune za vozače koji su izlazili izvan svog područja. Isprekidana žuta linija u jednoj državi, na primjer, može značiti da je prolazak dopušten, ali u susjednoj državi oznaka može značiti da je prolazak zabranjen.

Dugogodišnja rasprava o tome koja će se boja koristiti na kraju je završila 1954. godine, kada je 47 država konačno pristalo na uporabu bijele kao standardne boje za središnje linije. Oregon je bio posljednja država koja je koristila žuto obojene linije.

1971. objavljen je priručnik o jedinstvenim uređajima za kontrolu prometa (engl. Manual on Uniform Traffic Control Devices) gdje se definira korištenje žute kao standardne boje središnjih linija u svim državama zemlje. Žuta je stekla prednost jer je već bila standardna boja za znakove upozorenja pa je time za povećanje razlike žuta boja službeno korištena kod podjele suprotnog prometa, dok je bijela boja korištena za podjelu prometa koji teče u istom smjeru. Bilo koja boja se mogla koristiti za crtanje parkirališta. Plava boja obično je označavala mjesta za invalide, a crvena općenito je označavala područje zabranjenog parkiranja.

U Europi prvo označavanje ceste bijelom linijom datira iz 1918. u Velikoj Britaniji. Nedugo nakon toga oznake su se počele primjenjivati i u drugim zemljama u Europi pa su tako ceste u Berlinu već 1925. godine bile označavane bijelim središnjim i rubnim linijama. Razvojem sustava autocesta te primjenom betonskih kolničkih podloga u Njemačkoj je standard iz područja prometa određeno vrijeme definirao primjenu oznaka koje su izvedene crnom bojom kako bi se pojačao kontrast između oznake i kolnika tijekom dana.



Slika 2. „**Crne oznake**” koje su izvedene na njemačkoj autocesti.

Izvor: Library of Congress. 2017. *An automobile on the sweeping curves of the Autobahn with view of the countryside.* Dostupno (21.1.2023.) na: <https://www.loc.gov/item/2001700458/>

Iste oznake tijekom noći nisu bile vidljive zbog čega je standard ubrzo promijenjen, te je bijela boja vraćena kao osnovna za izvođenje oznaka.

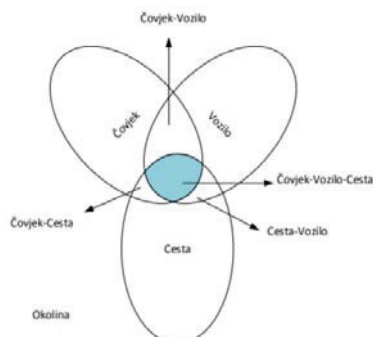
Upravo je vidljivost oznaka noću predstavljala glavni problem s obzirom na to da tijekom noći nema kontrasta između boje oznake i kolnika, a u skladu s tim ni oznake nisu bile vidljive niti učinkovite. Ideju je o primjeni retro reflektirajućih staklenih kuglica u oznakama na kolniku za povećanje njihove vidljivosti iznio Canadian Engineer objavom članka *Lumious Marking for Highways*, u kojem je zaključeno kako staklene sfere značajno doprinose povećanju vidljivosti oznaka noću. Ubrzo su staklene kuglice postale standardni dio oznaka na kolniku.

Oznake na kolniku nisu bile prihvaćene kao protokol za sigurnost na cestama sve do 1926. godine. U to vrijeme su bijele linije služile kod označavanja raskrižja kao znakovi zaustavljanja i drugi upozoravajući signali, te kod razdvajanja prometnih trakova, dijeleći cestu po sredini. Žute linije nisu uvedene do pedesetih godina 20. stoljeća, a konstruirane su tako da reguliraju ograničenja parkiranja, čekanja i utovara. U nekim zemljama kao npr. Norveškoj i Rusiji služile su i kod podjele suprotnih smjerova, odnosno dvosmjernog prometa.

Oznake na kolniku danas predstavljaju neizostavan čimbenik prometne infrastrukture, izvode se od različitih materijala, boja, debljina, struktura itd., te pomažu u upravljanju i reguliranju prometa, a sudionicima u prometu daju vizualne informacije o trasi ceste, te ih vode prema ciljanom odredištu.

3. MJERE POVEĆANJA SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA

Čimbenici koji utječu na opasnost nastanka prometnih nesreća su: čovjek, vozilo, cesta i ostalo.



Slika 3. Vennov dijagram – međudjelovanje čimbenika cestovnog prometnog sustava

Vennov dijagram prikazuje međuovisnost podsustava čovjek – vozilo – cesta. Prema analiziranim podacima {teške prometne nesreće (nesreće sa smrtno stradalima i teško ozlijeđenima)}, čovjek je potencijalni uzrok 57 % teških prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj. U kombinaciji s cestom, čovjek je potencijalni uzrok 35 % teških prometnih nesreća, dok je u kombinaciji s vozilom čovjek potencijalni uzrok 6 % teških prometnih nesreća (Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa za 2019., MUP 2020.).

Samo Hrvatske ceste su u proteklom razdoblju izvršile sanaciju 284 opasna mjesta odnosno izvedeni su građevinski zahvati s novim prometno – tehničkim rješenjima na 284 lokacije. Utrošeno je preko 269 milijuna kuna, uključivši i sredstva osigurana Nacionalnim programom sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske.

Usporedba broja i posljedica prometnih nesreća na saniranim opasnim mjestima tri godine prije i tri godine nakon sanacije, pokazuje uspješnost provedene sanacije:

-  75,2% manje prometnih nesreća,
-  90,8% manje poginulih osoba,
-  74,2% manje teško ozlijeđenih,
-  71,9% manje lako povrijeđenih.

Sanacija opasnih mjesta je dokazano učinkovita retroaktivna mjera povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Uspješnost sanacije rezultat je kvalitetne identifikacije opasnih mjesta i projektnih rješenja mjera sanacije.

4. OZNAKE NA KOLNIKU U FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI PROMETA

Uloga i utjecaj oznaka na kolniku u funkciji povećanja sigurnosti prometa može se vizualno usporediti kao vožnja po novo asfaltiranoj cesti bez oznaka na kolniku i vožnja po istoj cesti nakon uporabne dozvole i službenog puštanja u promet. Ili kad bi mogli izabrati po kojoj cesti bi vam bilo lakše voziti; po cesti bez oznaka na kolniku ili po cesti bez prometnih znakova. Koju bi izabrali?

Kvalitetno projektirane i održavane oznake na kolniku znatno utječu na sigurnost prometa. Dokaz tome su i sanacije opasnih mjesta gdje uz ostale mjere povećanja sigurnosti prometa oznake na kolniku imaju vidljiv pozitivan trend uspješne primjene.

Oznakama na kolniku treba pridavati više pozornosti kod projektiranja i redovnog održavanja kako bi vizualna interakcija u prometu bila potpuna.

Kako bi na pojedinim mikrolokacijama projektant prometne signalizacije posvetio više pozornosti potrebno je prikupiti podatke o prometnim nesrećama u određenom razdoblju (minimalno 3 godine) i analizirati ih. Mikrolokacije na kojima se dogodio određeni broj prometnih nesreća potrebno je projektirati s više pažnje.

Slijede primjeri iz prakse kako oznake na kolniku mogu doprinositi povećanju sigurnosti prometa.

 razdjelna i rubna crta (bez oznaka na kolniku vozače se potiče na veće brzine)

Što mislite koje je ograničenje brzine na cestama širine 7,0 m s fotografija od br. 4. do br. 6. u prilogu?



Slika 4. Industrijska zona u Donjem Miholjcu



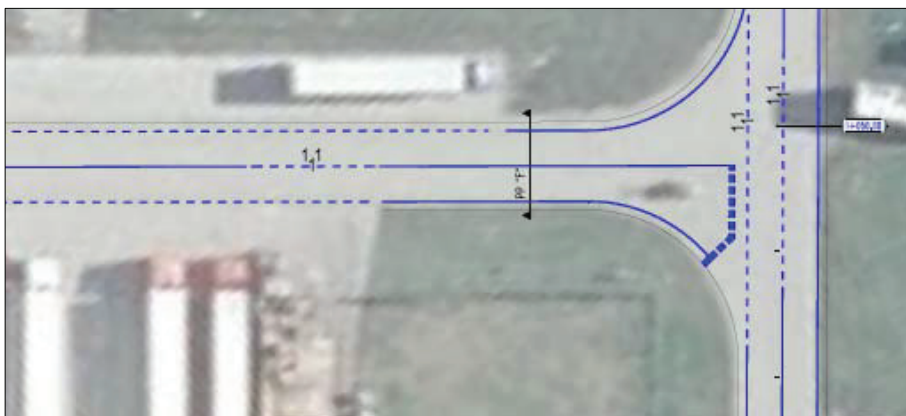
Slika 5. Industrijska zona u Donjem Miholjcu



Slika 6. Industrijska zona u Donjem Miholjcu



Slika 7. **Ograničenje brzine** u Industrijskoj zoni u Donjem Miholjcu



Slika 8. **Prijedlog označavanja rubne i razdjelne crte** u zoni 30 km/h u Industrijskoj zoni u Donjem Miholjcu

- razdjelna crta (puna i isprekidana) kod dionica s zabranjenim/dopuštenim pretjecanjem (posljedica 2D projektiranje bez uvažavanja uzdužnog presjeka)



Slika 9. Projektirana i izvedena isprekidana razdjelna crta (konveksni ili vertikalni zavoj)
Prijedlog iscrtati punu razdjelnu crtu umjesto isprekidane

- crta vodilja u raskrižju (na većim raskrižjima bez crte vodilje; otežano prometovanje)



Slika 10. **izvedena crta vodilja** (Zagreb; raskrižje ulica Grada Vukovara i Marina Držića)

- crte zaustavljanja (samo jedna zaustavna isprekidana crta dopunjava regulaciju)



Slika 11. „T“ raskrižje s trakom za usporavanje,
Prijedlog iscrtati isprekidanu zaustavnu crtu



Slika 12. „T“ raskrižje s trakom za usporavanje

- strelice za označavanje smjera vožnje (potvrđuju koja traka je za koji smjer vožnje)



Slika 13. **izvedene strelice u jednosmjernoj ulici** (Vukovar; Županijska ulica kod Bolnice)



Slika 14. **prijedlog izvesti strelice za obavezan smjer vožnje i po jednu strelicu ravno u trakama za suprotan smjer** (Autoceste; ulazi na autoceste poslije naplatnih)

- umetnuti prometni znakovi (mogu služiti kao dodatno upozorenje ili podsjetnik)



Slika 15. **jednosmjerna ulica (vozači u lijevoj traci ne propuštaju pješake kad ih propušta vozilo u desnoj prometnoj traci) – prijedlog umetnuti znak na kolniku C02 ili simbol H78**

RCS natpisi i simboli na kolniku (- prijedlozi);

RCS H63 „STOP“ – prije svakog raskrižja sa sporednom cestom,

RCS H67 „VLAK“ – prije svakog prijelaza preko željezničke pruge,

RCS H71 „TRAM“ – prije svakog prijelaza preko tramvajske pruge,

RCS H76 simbol trokut – prije raskrižja sa sporednom cestom

RCS H78 simbol djeca na cesti – prije pješačkih prijelaza a obvezno u jednosmjernim ulicama...

Oznaka	Oblik i boja	A	Svrha oznake	Oznaka	Oblik i boja	A	Svrha oznake
		B	Dozvoljene varijante za izvođenje i oznaka varijante			B	Dozvoljene varijante za izvođenje i oznaka varijante
		C	Dodatni zahtjevi izvođenja			C	Dodatni zahtjevi izvođenja
1	2	3	4	1	2	3	4
H63		A	Stop.	H64		A	Oznaka biciklističke rute.
		B				B	
		C				C	
H65		A	Škola.	H66		A	Nacionalna autooznaka.
		B	 H65-1			B	
		C				C	
H67		A	Vlak.	H68		A	Prostor namijenjen za ADR vozila.
		B				B	
		C				C	
H69		A	Autobusno stajalište.	H70		A	Taxi stajalište.
		B				B	
		C				C	
H71		A	Tramvajsko stajalište.	H72		A	Prostor namijenjen za dostavna vozila.
		B				B	
		C				C	
H73		A	Znak opasnosti.	H74		A	Znak obaveze ili zabrane.
		B	Ponovljeni stalni prometni znak.			B	Ponovljeni stalni prometni znak.
		C				C	
H75		A	Zona sniženog prometa.	H76		A	Raskrižje s cestom s prednošću prolaska.
		B				B	
		C				C	
H77		A	Suženje kolnika.	H78		A	Djeca na cesti.
		B	Ponovljeni stalni prometni znak.			B	
		C				C	
H79		A	Prometna traka namijenjena mješovitom prometu.				
		B	Samostojeća oznaka na kolniku.				
		C	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.				

5. ZAKLJUČAK

Oznake na kolniku služe sudionicima u prometu kao vizualna interakcija tijekom kretanja po cestovnoj mreži. Vizualna interakcija vozača i prometne infrastrukture puno je važnija i kompleksnija kao aspekt neverbalne komunikacije nego što se to na prvi pogled može učiniti.

Važnost oznaka na kolniku naročito je izražena u noćnim uvjetima a posebno u kombinacijama noćnih uvjeta i dodatno smanjene vidljivosti; noć-magla ili noć-kiša.

Za sigurnost cestovnog prometa najvažnija karakteristika oznaka na kolniku je vidljivost. Na temelju dnevne i noćne vidljivosti određuje se optimalni ciklus održavanja, odnosno obnavljanja oznaka na kolniku.

Oznake na kolniku u Republici Hrvatskoj projektiraju se i ocrtavaju sukladno Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19). Troškovno oznake na kolniku su najpovoljnija rješenja za povećanje prometne sigurnosti.

Temeljna zadaća ispravno projektiranih i ocrtanih oznaka na kolniku je pravovremeno upozoriti sudionike u prometu na situaciju ispred vozila, informirati o sigurnoj putanji vožnje, te pravovremeno informirati o zakonskim i vizualnim ograničenjima pri pretjecanju sporijih vozila.

U ovom radu prikazano je na primjerima iz prakse kako oznake na kolniku ukoliko im se posveti dodatna pozornost kod projektiranja i održavanja mogu znatno doprinosti povećanju sigurnosti prometa.

Globalna modernizacija nameće zahtjeve i po pitanju razvoja oznaka na kolniku zbog sve većeg broja cestovnih polu-autonomnih ili potpuno autonomnih vozila. U budućnosti će se oznakama na kolniku morati posvetiti dodatna pozornost.

6. 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] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19),
- [4] <https://www.asphaltpavementsolutions.com/history-parking-lot-striping/>
- [5] <https://www.michigan.gov/mdot/about/history/transportation-hall-of-honor/edward-hines>
- [6] <https://www.loc.gov/item/2001700458/>
- [7] Dario Babić, mag.ing.traff. 2018, Model predviđanja trajanja oznaka na kolniku, Doktorski rad,
- [8] Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030.,
- [9] <https://hrvatske-cestes.hr/hr/stranice/promet-i-sigurnost/dokumenti/12-promet-i-sigurnost>
- [10] <https://www.google.com/maps>

Utjecaj vremena na promet

Dunja Plačko-Vršnak*, Dragoslav Dragojlović*, Miron Huljak**, Zoran Vakula***

*Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, Zagreb

**Ravnateljstvo policije RH, Ilica 335, Zagreb

***Hrvatska radiotelevizija, Prisavlje 3, Zagreb

dplacko@cirus.dhz.hr

Iz svakodnevnog iskustva znamo da različiti vremenski uvjeti utječu na odvijanje prometa, a ponekad ga, u slučaju ekstremnih vremenskih prilika na nekom području, ograničavaju pa čak i prekidaju. Potaknuti već preliminarim analizama za kraće vremensko razdoblje drugih autora, ovdje je napravljena analiza prometnih nesreća u ovisnosti o vremenskim prilikama na temelju podataka iz baze MUPa za grad Zagreb za razdoblje od pet godina. Uz analizu učestalosti prometnih nesreća u određenim vremenskim prilikama baziranim na podacima MUPa, pažnja se posvetila i analizi odstupanja vremenskih prilika od uobičajenih (onih temeljenih na podacima s meteoroloških postaja DHMZa na području grada Zagreba i zagrebačke županije) u spomenutom razdoblju. Na taj se način pokušala naći veza između ekstremnih vremenskih prilika i broja prometnih nesreća u cilju povećanja sigurnosti cestovnog prometa.

Ključne riječi: vremenski uvjeti, prometne nesreće, ekstremne vremenske prilike

The influence of weather on traffic

We know, from daily experience, that different weather conditions affect traffic flow. Sometimes, in cases of extreme weather conditions, traffic is limited or even interrupted. Encouraged by preliminary analyses for a shorter period of time by other authors, an analysis of traffic accidents in dependence on weather conditions was done. The data is from the database of the MUP (Ministry of Internal Affairs) for the city of Zagreb for a period of five years. Together with analysis of the frequency of traffic accidents in certain weather conditions based on data from MUP, attention was paid to the analysis of the anomaly from the usual weather conditions (based on the data from meteorological stations (Croatian Meteorological and Hydrological Service) in the city of Zagreb and the Zagreb county). In this way, an attempt was made to find a connection between extreme weather conditions and the number of traffic accidents in order to increase the safety of road traffic.

Key words: weather conditions, traffic accidents, extreme weather conditions

1. UVOD

Nesmetano odvijanje prometa značajno je za sve oblike našeg djelovanja – od industrije do turizma, od ekonomije do gospodarstva, od svakodnevnog života do posebnih događaja. S druge strane, otežano prometovanje kopnom, morem ili zrakom, a još više prekid prometa, povlače za sobom brojne neprilike vezane uz ostvarenje ciljeva, što na poslovnom, što na privatnom planu.

Jedan od uzroka nesmetanog odvijanja prometa svakako su i vremenske prilike na određenom području [5], zbog kojih može doći do ograničenja prometa za određene skupine vozila ili do potpunog prekida – što u Hrvatskoj znači prekid prometne povezanosti između unutrašnjosti i mora [2]. Osim toga, uz nepovoljne vremenske prilike (jaku kišu, jak vjetar, grmljavinsko nevrijeme, tuču, snijeg, maglu....) raste i vjerojatnost za prometne nesreće, osobito one s težim posljedicama.

Prometne nesreće su i golem trošak za društvo. Iako je svaki život neprocjenjiv, materijalna šteta uzrokovana prometnim nesrećama, prema procjenama stručnjaka za osiguranja i ekonomskih analitičara, prelazi osam milijardi kuna (više od milijardu eura), odnosno 2,3 % hrvatskog BDP-a, dok su posredni gubici višestruki [1].

U ovom radu analiziran je broj prometnih nesreća prema podacima MUPa u razdoblju od 2018. do 2022. na području grada Zagreba s osvrtom na vremenske prilike u navedenom razdoblju.

2. PROMETNE NESREĆE NA PODRUČJU GRADA ZAGREBA

Prema dostupnim i vrlo detaljnim podacima o prometnim nesrećama na području grada Zagreba u posljednjih pet godina (2018.-2022.) s različitim posljedicama te u različitim meteorološkim uvjetima, napravljena je analiza samo manjeg broja podataka te se pokušala naći veza između broja prometnih nesreća i vremenskih prilika u određenom dobu godine.

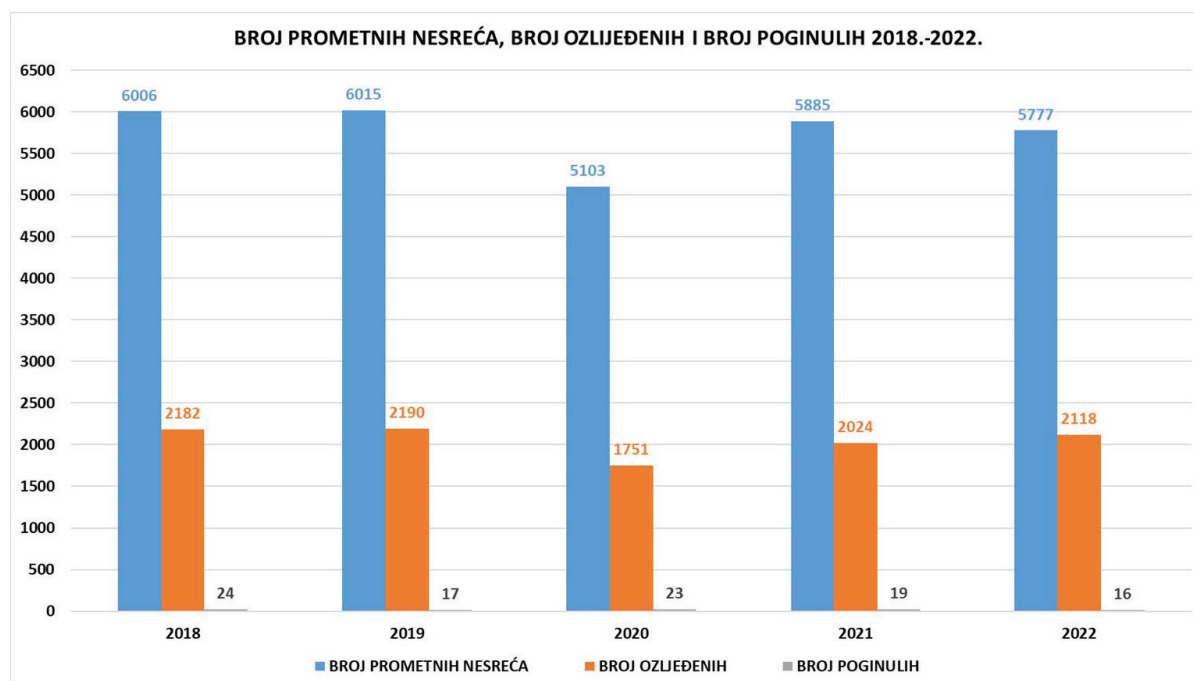
Tako je na području grada Zagreba u proteklih 5 godina broj prometnih nesreća, uzimajući u obzir sve kategorije (s lakšom tjelesnom ozljedom, s teškom tjelesnom ozljedom, s materijalnom štetom, s poginulim osobama) i ne gledajući prevladavajuće meteo uvjete, bio većinom između 5 i 6 tisuća (slika 1).

Najviše ih je bilo 2019. (6015), a najmanje 2020. (5103). Ukupan broj ozlijeđenih osoba proporcionalan je broju prometnih nesreća, pa je najviše ozlijeđenih bilo također 2019. (2190), a najmanje 2020. (1751). Broj poginulih osoba bio je najveći 2018. (24), a najmanji 2022. (16).

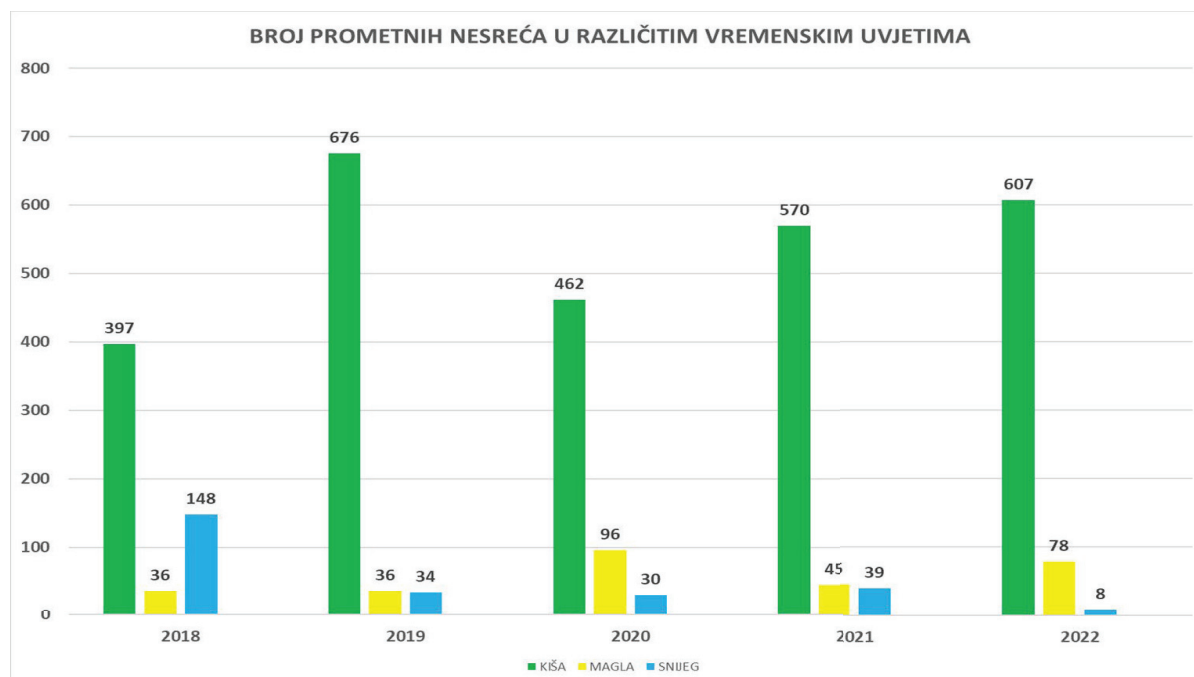
3. GODIŠNJA RASPODJELA BROJA PROMETNIH NESREĆA OVISNO O VREMENSKIM PRILIKAMA

Kako su vremenske prilike važne u odvijanju prometa te dijelom mogu imati ulogu u prometnim nesrećama, za spomenuto razdoblje analizirani su podaci koji se odnose na prometne nesreće koje su se dogodile za vrijeme padanja kiše, snijega te kada je na zagrebačkom području vidljivost bila smanjena zbog magle. Također, analizirani su podaci koji se odnose na prometne nesreće koje su se dogodile za vrijeme vedrih i oblačnih dana. Iako

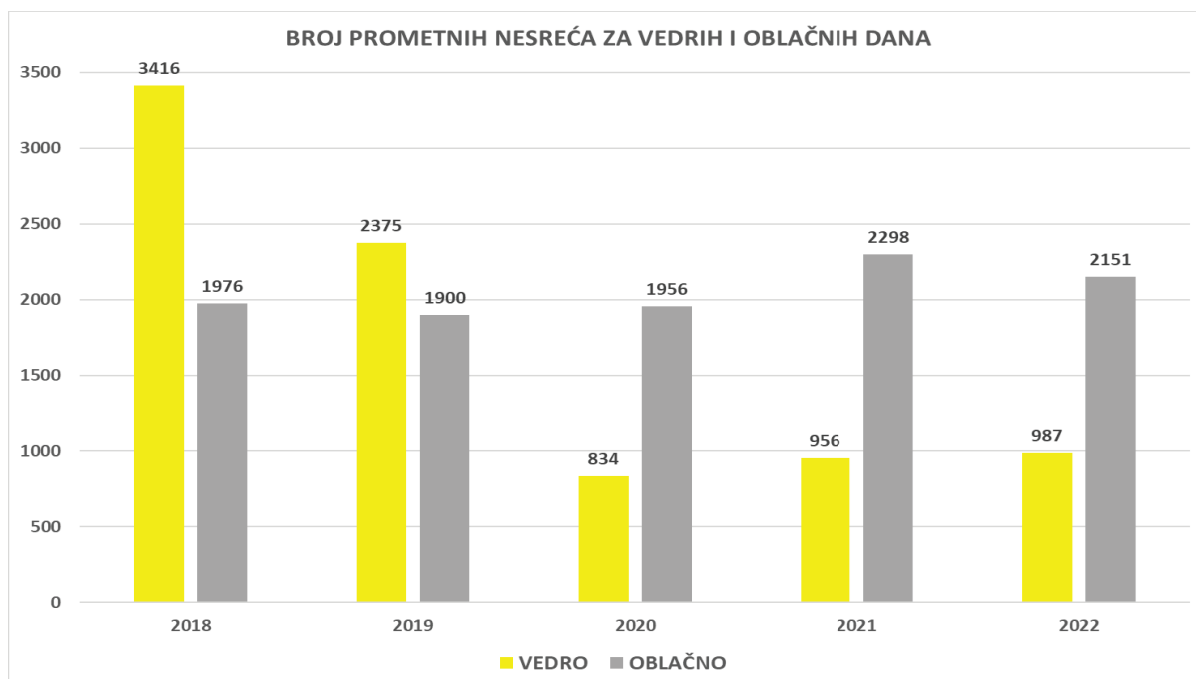
dostupni, podaci o stanju kolnika (suh, mokar, zaleđen i posut, zaleđen i ne posut, sa šljunkom, sa blatom....) kod kojih su se dogodile prometne nesreće u ovom radu nisu analizirani.



Slika 1 – ukupan broj prometnih nesreća, broj ozlijeđenih i broj poginulih na području grada Zagreba u razdoblju od 2018. do 2022.



Slika 2 – broj prometnih nesreća na području grada Zagreba u razdoblju od 2018. do 2022. u različitim vremenskim uvjetima (zeleno – kiša, žuto – magla, plavo – snijeg)



Slika 3 – broj prometnih nesreća na području grada Zagreba u razdoblju od 2018. do 2022. za vedrih (žuto) i oblačnih (sivo) dana

Od ukupnog broja prometnih nesreća na području grada Zagreba, oko 10 % njih dogodilo se u danima s kišom. Najviše njih dogodilo se 2019. (676), a najmanje 2018. (397) (slika 2), pri čemu je postotak te godine bio manji od 10 % (6,6 %). Možemo pretpostaviti da je u takvim meteo uvjetima broj prometnih nesreća u 2019. bio najveći i zbog toga što je ta godina prema klimatološkoj ocjeni na području grada Zagreba bila kišna – dakle, količina oborine bila je veća od klimatološkog srednjaka za razdoblje 1981.-2010. [4]. Međutim, prema klimatološkoj ocjeni i 2020. je bila kišna, ali je broj prometnih nesreća bio manji (462), što nas navodi na zaključak da se detaljnija analiza treba napraviti na mjesečnoj, odnosno sezonskoj skali, što je u nastavku rada i učinjeno. No treba imati na umu i činjenicu da je 2020. bila godina s najviše ograničenja u prometu vezanih za situaciju s pandemijom COVID-19, pa da brojevi ne pokazuju uobičajenu sliku stanja u prometu. Slično je i s meteorološkim pojavama koje su strogo vezane za određene mjesece, odnosno doba godine (snijeg, magla,...) [3].

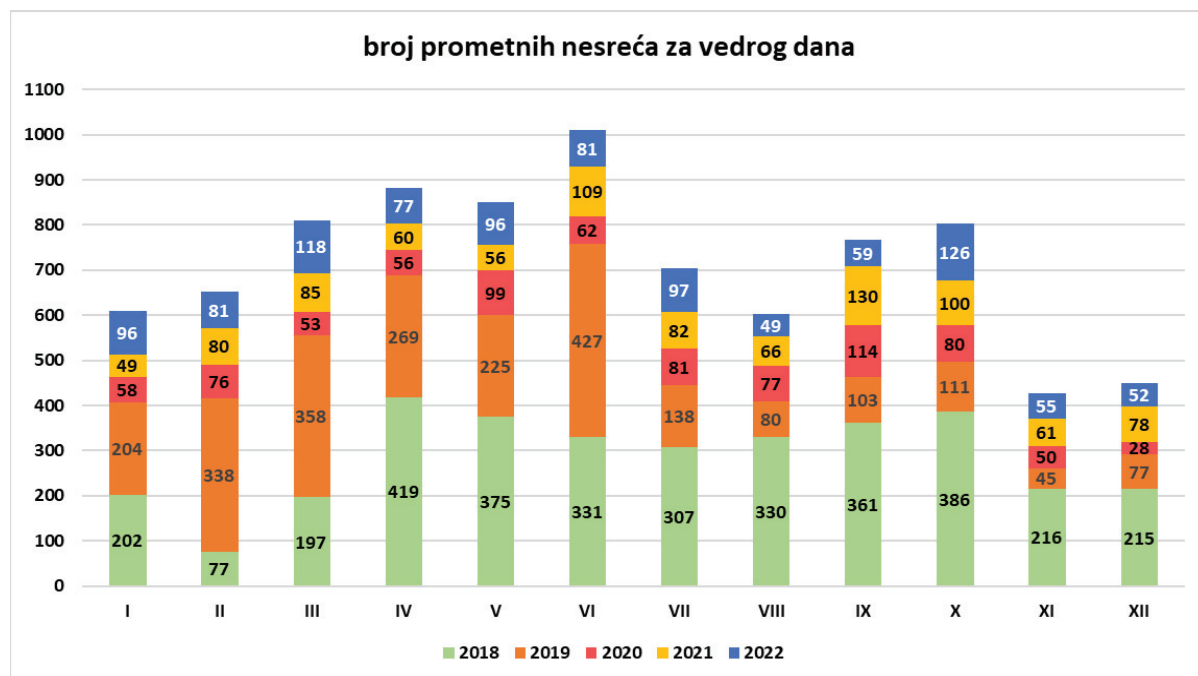
Zanimljivo je uočiti da se na godišnjoj skali najveći broj prometnih nesreća, kada gledamo vedre i oblačne dane, dogodio za vrijeme vedrog vremena 2018. (3416) i 2019. (2375) (slika 3). S druge strane, najveći broj prometnih nesreća za oblačnog vremena dogodio se 2020., 2021. i 2022., pri čemu je broj prometnih nesreća za vedrog vremena bio i više od upola manji.

4. MJESEČNA I SEZONSKA RASPODJELA BROJA PROMETNIH NESREĆA OVISNO O VREMENSKIM PRILIKAMA

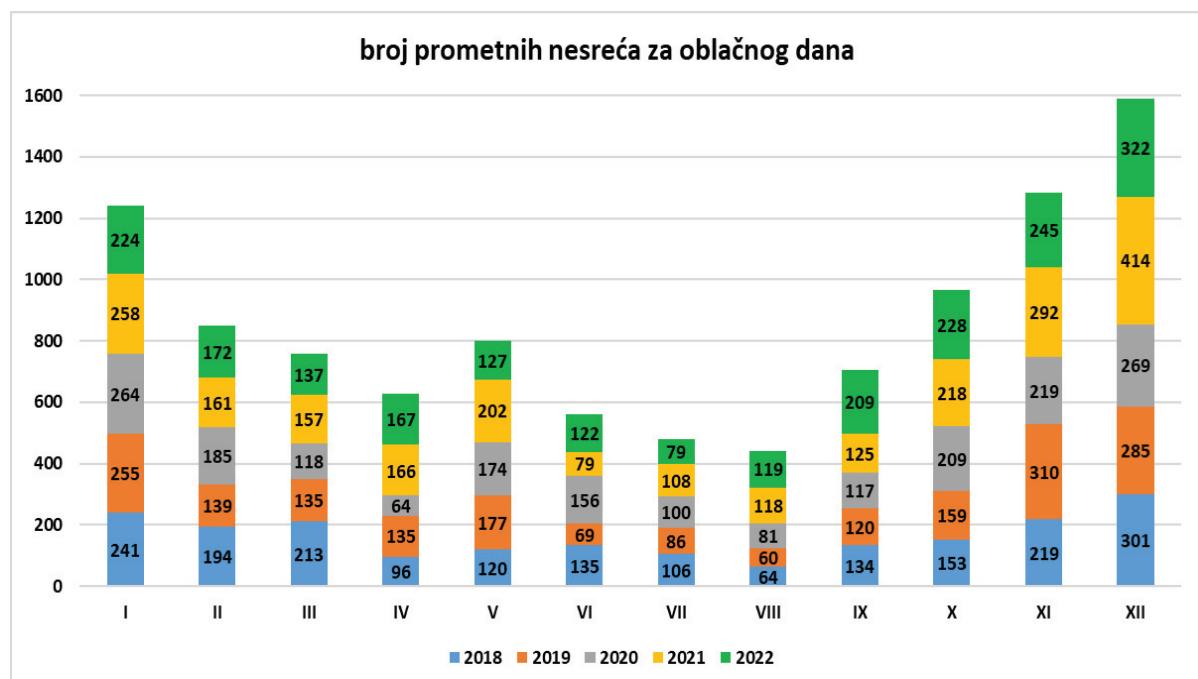
4.1 PROMETNE NESREĆE ZA VRIJEME VEDROG I OBLAČNOG VREMENA

Na mjesečnoj skali, najveći broj nesreća u promatranom razdoblju od 5 godina za vedrog vremena zabilježen je u lipnju (1010) (slika 4), . Izdvaja se 2019. godina, u kojoj je prema podacima DHMŽa [4] bilo 7 vedrih dana u lipnju, odnosno najviše s obzirom na preostale godine (tablica 1). Ipak, više prometnih nesreća dogodilo se za vrijeme oblačnog dana (1591),

osobito u hladnijem dijelu godine (slika 5), kada su takvi dani češći, uz ponekad i smanjenu vidljivost zbog niskih oblaka. Općenito, najviše prometnih nesreća dogodilo se u prosincu, pri čemu se izdvaja 2021. godina s 414 prometnih nesreća.



Slika 4 – broj prometnih nesreća na području grada Zagreba u razdoblju od 2018. do 2022. po mjesecima za vedrog vremena



Slika 5 – broj prometnih nesreća na području grada Zagreba u razdoblju od 2018. do 2022. po mjesecima za oblačnog vremena

VEDRO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-------	---	----	-----	----	---	----	-----	------	----	---	----	-----

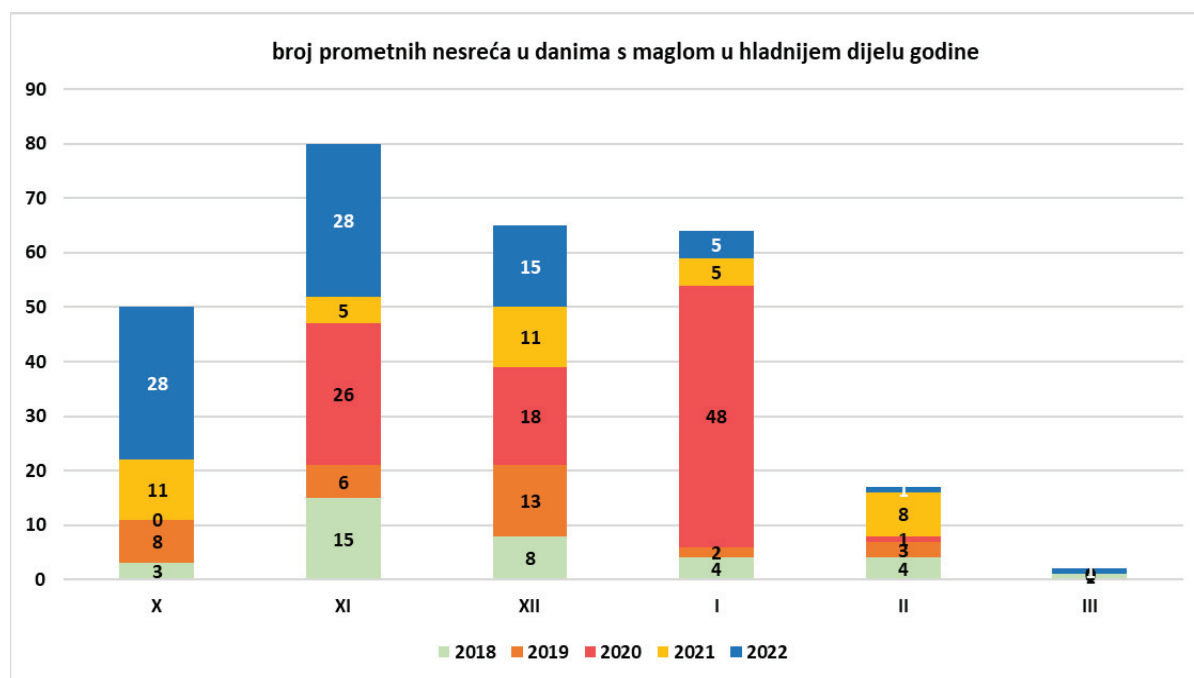
2018	0	1	0	5	1	0	2	10	9	8	1	1
2019	0	7	5	4	0	7	3	6	5	2	0	1
2020	9	1	5	13	3	4	7	6	9	2	2	0
2021	0	7	7	1	4	4	8	6	8	7	1	3
2022	7	5	12	0	4	5	7	4	1	3	0	0

OBLAČN O	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2018	15	20	19	8	4	8	6	2	5	7	18	13
2019	15	7	5	12	17	4	7	6	6	5	20	13
2020	8	5	12	2	10	10	2	5	4	11	18	23
2021	13	7	6	11	12	1	5	4	4	9	17	18
2022	6	8	8	8	6	2	1	7	14	11	18	20

Tablica 1 – broj vedrih i oblačnih dana na meteorološkoj postaji Zagreb Maksimir

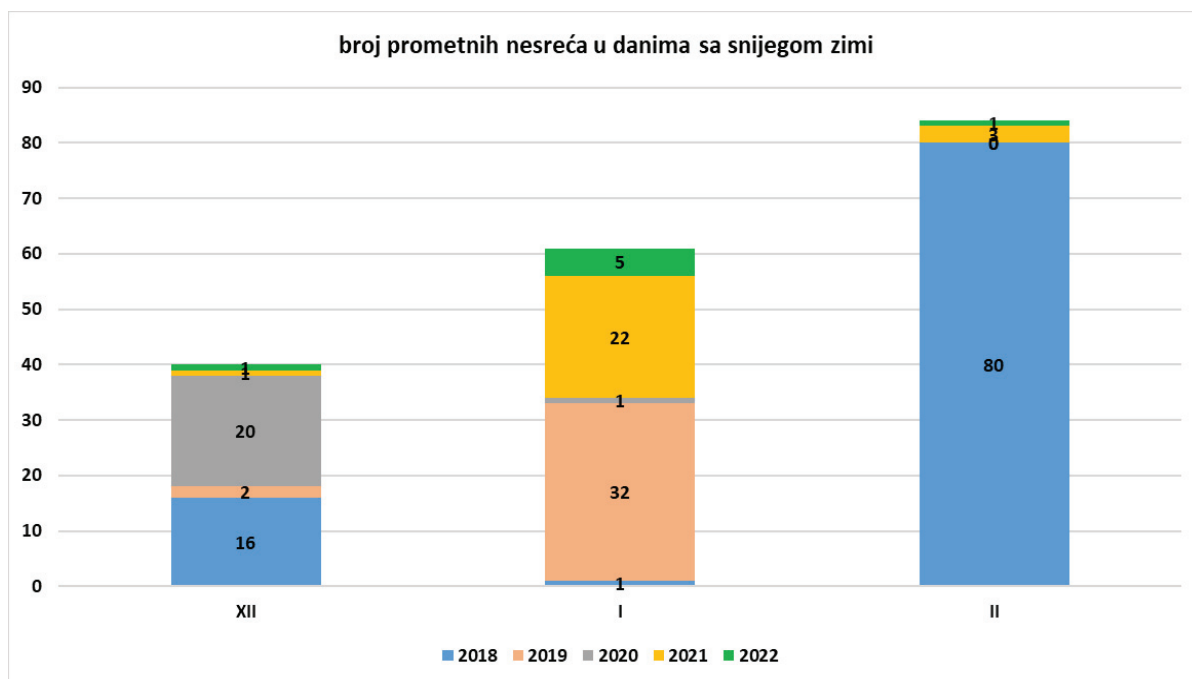
4.2 PROMETNE NESREĆE U DANIMA S MAGLOM I SNIJEGOM

Sezonska raspodjela osobito dolazi do izražaja kada promatramo broj prometnih nesreća u danima s maglom (slika 6), odnosno snijegom (slika 7). Pritom je najveći broj prometnih nesreća u danima s maglom (80) i snijegom (84) gotovo identičan.



Slika 6 – broj prometnih nesreća na području grada Zagreba u razdoblju od 2018. do 2022. u danima s maglom u hladnijem dijelu godine

Najveći broj prometnih nesreća u promatranom razdoblju u danima s maglom dogodio se u studenom. To možemo dovesti u vezu s činjenicom da su na zagrebačkom području tijekom studenog česte stabilne situacije pod utjecajem anticiklone te uz pojavu temperaturne inverzije, što za posljedicu ima stvaranje magle ili niskih oblaka uz smanjenu vidljivost i vlažne kolnike, koji direktno mogu utjecati na promet.



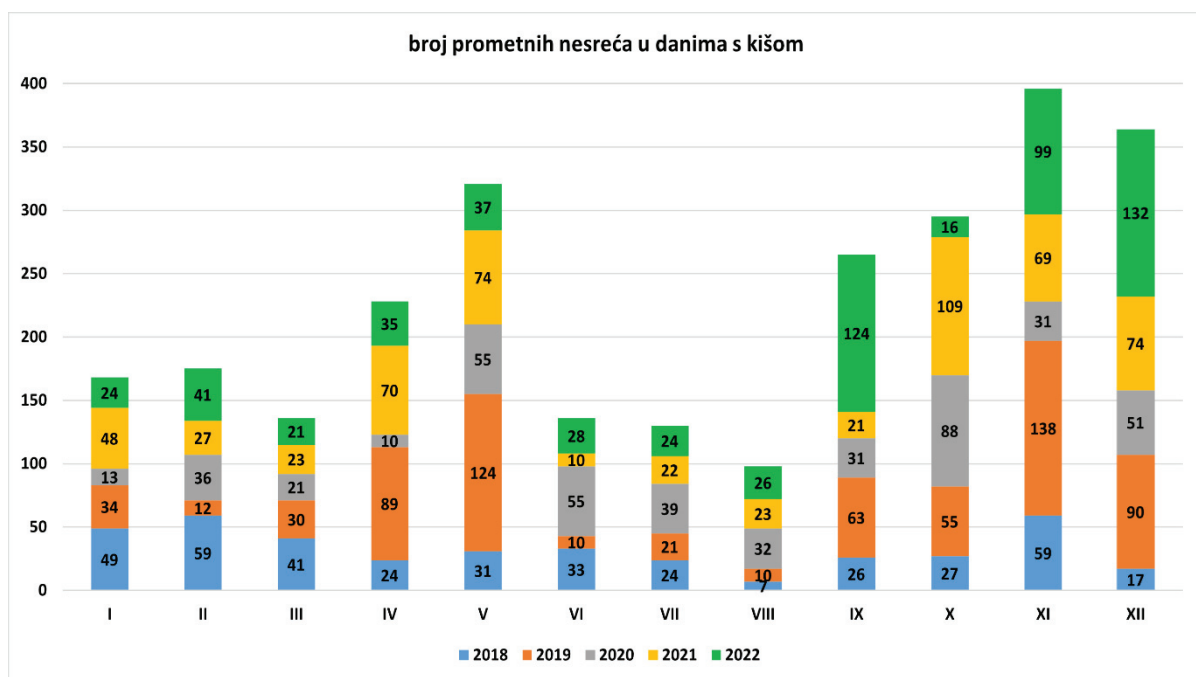
Slika 7 – broj prometnih nesreća na području grada Zagreba u razdoblju od 2018. do 2022. u danima sa snijegom zimi

Broj prometnih nesreća u danima sa snijegom u razmjerno kratkom vremenskom razdoblju od 5 godina nije reprezentativan. Naime, kako smo svjedoci sve češćih zima u kojima ima malo ili čak nimalo snijega, odnosno snježnog pokrivača, podatak da je u 2018. godini bilo najviše prometnih nesreća u takvim uvjetima, zapravo znači da je te godine bilo snijega. Tako prema podacima DHMZa (postaja Zagreb Maksimir) u veljači 2018. čak je tijekom 13 dana padao snijeg (količina oborine veća od 0,1 mm), pri čemu je 12 dana snježni pokrivač na postaji bio veći od 1 cm te čak tijekom 8 dana veći od 10 cm. Pritom je na kolnicima bilo vlažno/mokro, što je uz nisku temperaturu omogućavalo uvjete za poledicu.

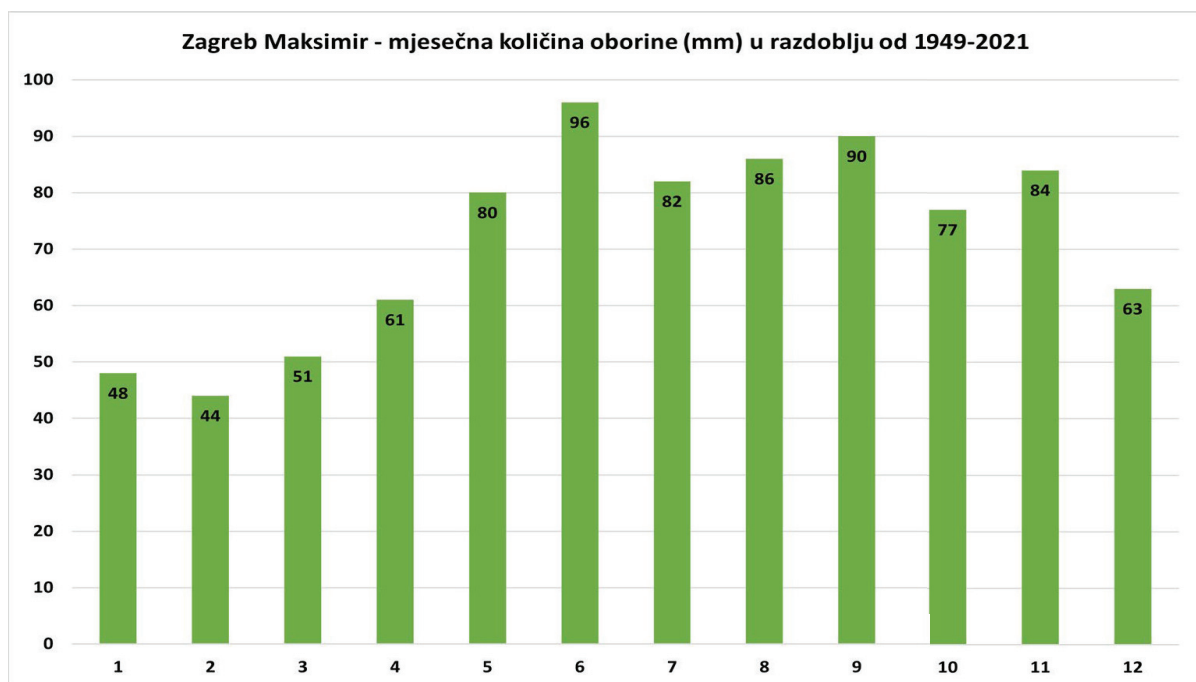
4.3 PROMETNE NESREĆE U DANIMA S KIŠOM

I na kraju, kako je kiša meteorološka pojava koja se javlja tijekom cijele godine, bez obzira na sezonu, na slici 9 prikazana je srednja mjesečna količina oborine na postaji Zagreb Maksimir u razdoblju od 1949. do 2021., odnosno od kada postoje mjerenja [4]. U prosjeku najveća količina oborine na području grada Zagreba mjeri se u lipnju (96 mm), najmanja u veljači (44 mm), pri čemu je razdoblje između svibnja i studenog kišovitije od preostalih mjeseci. U proljetnim (svibanj) i jesenskim mjesecima (rujan do studeni) oborine su na zagrebačkom području najčešće posljedica premještanja frontalnih poremećaja odnosno ciklonalne aktivnosti. U ljetnim mjesecima oborine su posljedica uglavnom konvektivnih procesa uz pljuskovitost lokalnog karaktera.

Najveći broj prometnih nesreća na mjesečnoj skali u danima s kišom zabilježen je u studenom (396 - slika 8). Nešto manje bilo ih je u prosincu (364), a zatim slijedi svibanj (321). Najmanji broj prometnih nesreća evidentiran je u ljetnim mjesecima (osobito u kolovozu). To se može objasniti činjenicom što se u to vrijeme u Zagrebu osjetno primijeti odsustvo stanovnika zbog godišnjih odmora, intenzitet prometa je manji, a i vrijeme je uglavnom stabilno.



Slika 8 – broj prometnih nesreća na području grada Zagreba u danima s kišom u razdoblju od 2018. do 2022.



Slika 9 – Srednja mjesečna količina oborine (mm) za postaju Zagreb Maksimir za razdoblje od 1949. do 2021.

5. ZAKLJUČAK

Od ukupnog broja prometnih nesreća na području grada Zagreba u razdoblju od 5 godina (2018.-2022.), možemo reći da je uočena mjesečna, odnosno sezonska raspodjela vezana uz vremenske prilike koje su jedan od faktora kod prometnih nesreća.

Od 9 do 12 % ukupnog broja prometnih nesreća na području grada Zagreba dogodilo se u danima s oborinom – kišom ili snijegom – pri čemu najviše 2019. (710), a najmanje 2018. (545). Stoga se opravdano može pretpostaviti kako je broj prometnih nesreća u 2019. bio najveći i zbog toga što je ta godina prema klimatološkoj godini DHMZa na području Zagreba bila kišna – bila je zamjetno veća od klimatološkog srednjaka za razdoblje 1981.-2010.

Zanimljivo je uočiti da se na godišnjoj skali, najveći broj prometnih nesreća, kada gledamo vedre i oblačne dane dogodio za vrijeme vedrog vremena 2018. (3416) i 2019. (2375), a za vrijeme oblačnog dana u preostale 3 godine.

Na mjesečnoj skali najveći broj nesreća u promatranom razdoblju za vedrog vremena zabilježen je u lipnju (1010). Ipak, više prometnih nesreća dogodilo se za oblačnog vremena (1591), osobito u prosincu.

Najveći broj prometnih nesreća na mjesečnoj skali u danima s kišom zabilježen je u studenom. Najmanji broj prometnih nesreća evidentiran je u ljetnim mjesecima (osobito u kolovozu), kada se broj prometnih nesreća, osim s prevladavajuće stabilnim vremenskim prilikama, može povezati i s manjim intenzitetom prometa u gradu.

Sezonska raspodjela dolazi do izražaja kada promatramo broj prometnih nesreća u danima s maglom, odnosno snijegom, kojih je bilo gotovo podjednako (80-ak).

Oprez je u prometu nužan bez obzira na vrijeme. No, da bi se smanjila vjerojatnost njegovog utjecaja na promet valjalo bi prije kretanja na put pratiti vremensku prognozu i osobito upozorenja na opasne vremenske pojave.

LITERATURA

- [1]: Zbornik o sigurnosti cestovnog prometa 2021., Ministarstvo unutarnjih poslova, RH, 2022.
- [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 odvijanja cestovnog prometa, Zbornik radova CESTE 2020, 2020.
- [4]: Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), www.meteo.hr
- [5]: Vakula, Z.: O vremenu i prometnim nesrećama kod suhih dana i onih s oborinama, HRT, Vrijeme i promet, 2021. (<https://vrijeme-i-promet.hrt.hr/meteo-kutak/o-vremenu-i-prometnim-nesrecama-kod-suhih-dana-i-onih-s-oborinama-1174674>)

UTJECAJ NAČINA REGULACIJE PROMETA NA PJEŠAČKOM PRIJELAZU NA PONAŠANJE PJEŠAKA

THE INFLUENCE OF THE WAY OF TRAFFIC REGULATION AT THE PEDESTIAN CROSSING ON THE BEHAVIOR OF PEDESTRIANS

Goran KALAMANDA master inž. saobraćaja,
ADOMNE d.o.o. goran.kalamanda@adomne.rs
Marko RADANOVIĆ, dipl. inž. saobraćaja
ADOMNE d.o.o. marko.radanović@adomne.rs
mr Miodrag POČUČ, dipl. inž. saobraćaja
ADOMNE d.o.o. Miodrag.pocuc@adomne.rs
Igor VUKOBRATOVIĆ, dipl. inž. saobraćaja
ADOMNE d.o.o. igor.vukobratovic@adomne.rs

Sažetak:

Prijelaz pješaka preko pješačkog prejelaza ovisi o velikom broju čimbenika koji utječu na njihovu odluku i način prelaska. Prilikom prelaska kolnika ponašanje može biti jedan od čimbenika koji utječu na nastanak prometne nezgode. U radu je izvršeno istraživanje kako pješaci prelaze cestu na izolovanom pješačkom prelazu prije postavljanja uređaja za odbrojavanje vremena nakon postavljanja istih na semaforisani na pješački prelaz.

Ključne riječi: pješački prijelaz, semaforisani prijelaz za pješake, bezbjednost pješaka

Summary:

Pedestrian crossing over a pedestrian crossing depends on a large number of factors that influence their decision and the way of crossing. When crossing the road, the behavior of pedestrians can be one of the factors that influence the occurrence of a traffic accident. The paper investigated how pedestrians cross the road before and after the installation of pedestrian announcement buttons at a separate signalized pedestrian crossing.

Keywords: pedestrian crossing, signalized pedestrian crossing, pedestrian safety

1. UVOD

Na semaforiziranim pješačkim prijelazima vjerojatnost da se nesreća dogodi kada pješak prijeđe crveno svjetlo neposredno prije paljenja zelenog svjetla je i do 8 puta veća u odnosu na vjerojatnost da se nesreća dogodi pri prelasku za vrijeme zelenog svjetla [1]. U našim uvjetima postoji masovno zanemarivanje svjetlosnih signala. U Beogradu se u razdoblju od 1997. do 2002. godine oko 20% svih nesreća s pješacima dogodilo na pješačkim prijelazima. Značajan broj ovih nesreća dogodio se na semaforiziranim prijelazima. Oko 60% nesreća na semaforiziranim prijelazima dogodilo se prilikom prelaska ulice u vrijeme kada je za pješake bilo upaljeno crveno svjetlo. Velika ulaganja u signalizaciju raskrižja i pješačkih prijelaza te njihovu suvremenu regulaciju imaju suprotan učinak zbog ponašanja sudionika u prometu. Imajući to u vidu, može se slobodno zaključiti da je nepoštivanje crvenog svjetla jedno od najznačajnijih nesigurnih ponašanja u prometu [2].

Predmet istraživanja ovog rada je pješački prelaz u Rumenačkoj ulici u Novom Sadu i način na koji pješaci koriste ovaj prelaz u zavisnosti od vrste regulacije. Analiza načina korištenja prijelaza ovisno o vrsti regulacije odnosi se na ponašanje pješaka na ovom signaliziranom pješačkom prijelazu prije i nakon uvođenja sustava najave pješačkog prijelaza.

U sklopu rada u dva slučaja ispitano je ponašanje pješaka pri prelasku kolnika izvan pješačkog prijelaza i na pješačkom prijelazu. Prvi slučaj je kada je pješački prijelaz opremljen svjetlosnom signalizacijom, a drugi slučaj je kada je pješački prijelaz dodatno opremljen tipkom za najavu pješaka koji prelaze kolnik i uređajem koji pokazuje preostalo vrijeme do paljenja zelenog svjetla za pješake. .

Cilj rada je istražiti koliki postotak pješaka prelazi cestu na pješačkom prijelazu kada je upaljeno crveno ili zeleno svjetlo prije i nakon postavljanja tipke za najavu prelaska, kako bi se izvršila komparativna analiza dobivenih rezultata te predložiti odgovarajuće mjere kako bi se nesigurno ponašanje pješaka pri prelasku ceste smanjilo.

2. PREGLED LITERATURE

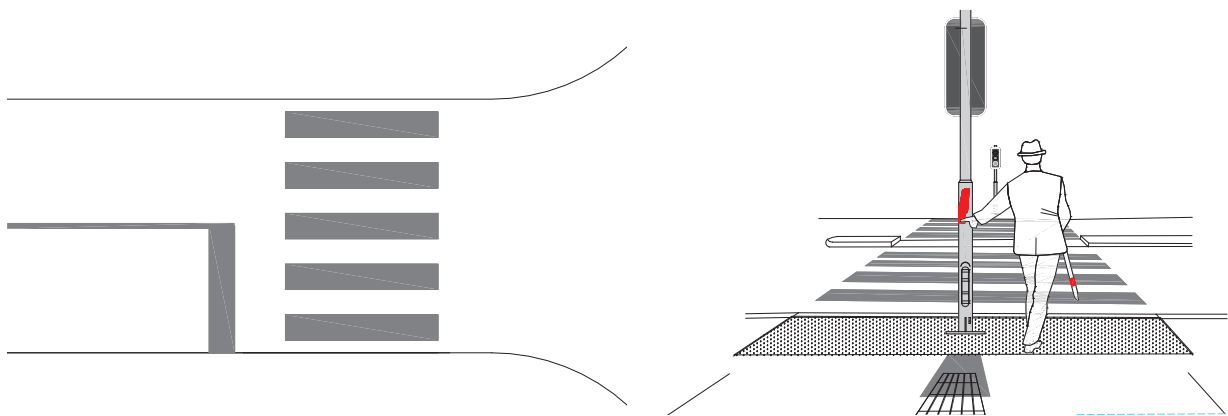
Zbog svojih specifičnosti i uloge u prometnom sustavu, pješaci u urbanim sredinama su u stalnoj interakciji s drugim sudionicima u prometu, što uvelike utječe na uvjete odvijanja pješačkog prometa i razinu usluge pješačkih tokova na svim prometnim površinama. Na vremenske gubitke pješaka na semaforiziranim raskrižjima najviše utječe trajanje faza, odnosno zeleno vrijeme koje je namijenjeno prolasku vozila kroz raskrižje. Broj vozila koja se polukružno okreću na raskrižju također utječe na gubitke vremena pješaka, kao i na ukupnu razinu usluge promatranog raskrižja. Na nesignaliziranim raskrižjima povećani obim motornog prometa utječe na vremenske gubitke pješaka smanjujući mogućnosti prelaska pješaka preko kolnika. Utjecaj motornih vozila na pješake na nesignaliziranim

raskrižjima također ovisi o primjeni i poštivanju prometnih propisa koji se odnose na zaustavljanje vozila radi propuštanja pješaka preko kolnika. Utjecaj biciklističkog prometa na pješake puno je izraženiji na površinama namijenjenim njihovom zajedničkom korištenju. Bicikli, prvenstveno zbog veće brzine, mogu negativno utjecati na propusnost pješačkih i biciklističkih prometnica kao i na razinu usluge na takvim zajedničkim površinama.

Razna dosadašnja istraživanja pokazala su da postavljanje brojača na pješačkim prijelazima pozitivno utječe na ponašanje pješaka [3], [4], [5], dok neki autori ne mogu donijeti konačnu odluku o tome na koji način brojači utječu na ponašanje pješaka [6], [7].

2.1. Zebra pješački prelaz

Zebra pješački prijelazi (slika 1) prvi put su uvedeni u Velikoj Britaniji 1949. godine. Prvobitno je zebra bila vrlo uspješna metoda omogućavanja sigurnog prijelaza pješacima ceste, iako posljednjih godina vozači oklijevaju usporiti ili se zaustaviti kako bi pustili pješake da prijeđu cestu. Iako su zebre jeftini za postavljanje u usporedbi s modernim kontroliranim pješačkim prijelazima, oni se postupno ukidaju zbog sigurnosnih razloga [8].



Slika 1 Primjer zebra pješačkog prelaza

3. PODRUČIJE I METODE ISTRAŽIVANJA

Predmetno istraživanje je obavljeno na izdvojenom semaforizovanom pješačkom prelazu u Rumenačkoj ulici (slika 2) između raskrsnica Rumenačke ulice sa Ulicom Kornelija Stankovića i Ulicom Oblačića Rada u Novom Sadu. Navedena raskrižja su signalizirana i nalaze se 250 metara, odnosno 300 metara od promatranog pješačkog prijelaza. Pješački prijelaz je opremljen svjetlosnom prometnom signalizacijom. Svjetlosna signalizacija na promatranom pješačkom prijelazu radi usklađeno sa svjetlosnom signalizacijom na susjednim raskrižjima. Pješački prijelaz je širok 6 metara i dugačak 15

metara s pješačkim otokom. Cesta se sastoji od 2 kolovoza sa po dvije prometne trake. U neposrednoj blizini pješačkog prijelaza nalazi se autobusna stanica. Autobusno stajalište postavlja se nakon pješačkog prijelaza u smjeru kretanja od raskrižja Rumenačke ulice s Ulicom Kornelija Stankovića do raskrižja Rumenačke ulice s Ulicom Oblačića Rada.



Slika 2 Lokacija pješačkog prelaza

Prebrojavanje je obavljeno u dvije faze. U prvoj fazi prebrojavanje je obavljeno 08.06.2017. godine, a u drugoj fazi prebrojavanje je obavljeno 13.03.2018. godine nakon ugradnje tipke za najavu prelaska pješaka na pješačkom prijelazu (slika 3.) i uređaja za prikaz vremena do paljenja zelenog svjetla za pješake (slika 4.), na navedenom pješačkom prijelazu. U oba slučaja vremenske prilike bile su povoljne za pješački promet. Brojanje je obavljeno u obje faze u vremenskim intervalima 07:00-09:00, 11:00-13:00, 14:00-16:00 i 18:00-20:00. Prilikom brojanja u prvoj fazi, broj prelazaka kada je na semaforu upaljeno zeleno svjetlo, broj prelazaka kada je upaljeno crveno svjetlo, broj prelazaka izvan pješačkog prijelaza kada je upaljeno crveno svjetlo i broj prelazaka izvan pješačkog prijelaza. utvrđen je pješački prijelaz kada je upaljeno zeleno svjetlo na semaforu. U drugoj fazi brojanje je obavljeno na isti način, s tim da se osim toga utvrđivao i način prelaska na pješačkom prijelazu kada se pritisne tipka za najavu prelaska, tj. da li pješaci prelaze na crveno svjetlo ili čekaju da se upali zeleno svjetlo ovisno o preostalom vremenu dok se ne pojavi zeleno svjetlo za pješake.



Slika 3 Taster za najavu prelaska pješaka

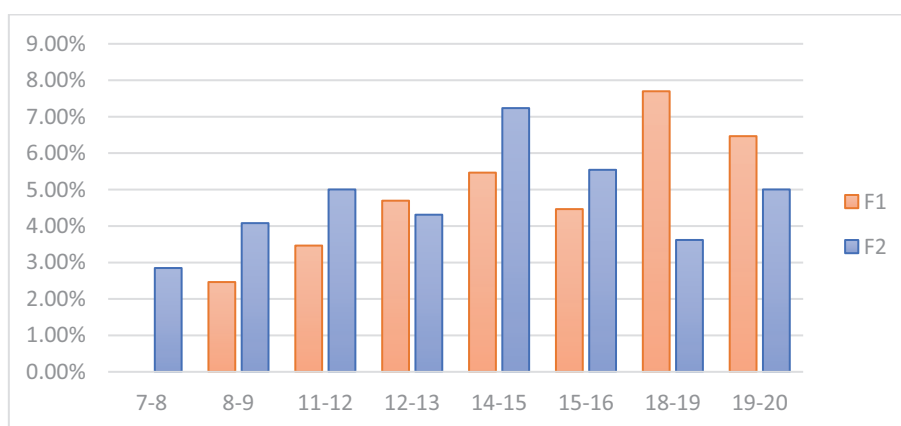


Slika 4 Uređaj koji pokazuje vrijeme dok se ne pojavi zeleno svjetlo za pješake

4. REZULTATI

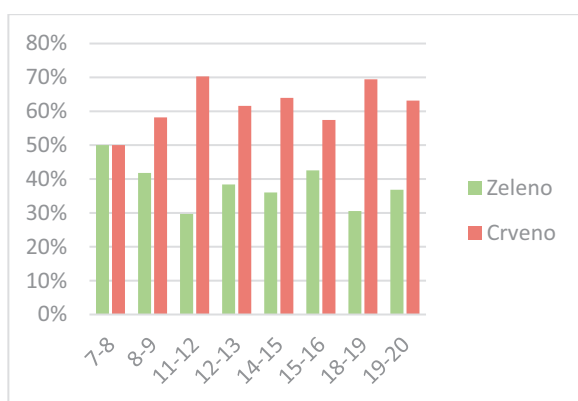
Broj pješaka u prvoj i drugoj fazi bio je približno jednak. U prvoj fazi zabilježeno je ukupno 765 prijelaza ili prosječno 96 prijelaza po razredu, a u drugoj fazi ukupno 807 prijelaza ili prosječno 101 prijelaz po razredu.

Gledajući ukupan broj prelazaka, najveći broj prelazaka na crveno u prvoj fazi dogodio se između 18 i 19 sati, dok je u drugoj fazi najveći broj prelazaka na crveno bio između 14 i 15 sati (Grafikon 4.1).

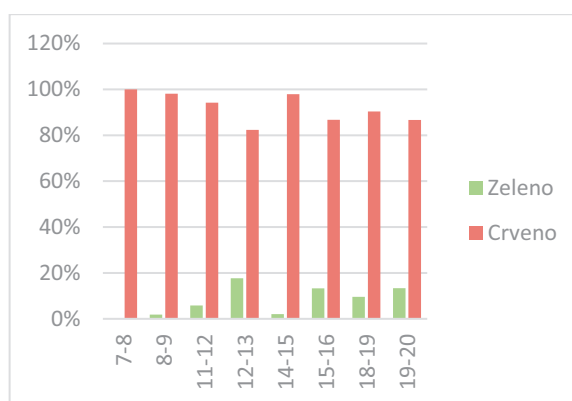


Grafik 4.1 Sudjelovanje prolaska kroz crveno u fazama 1 i 2

Uzimajući u obzir sve prijelaze po fazama, može se zaključiti da je u fazi 1 prosječno 61% prijelaza na crveno svjetlo, dok je u fazi 2 s ugrađenim brojačem proteklog vremena 92,05%, što predstavlja značajan povećanje prijelaza u crveno svjetlo.



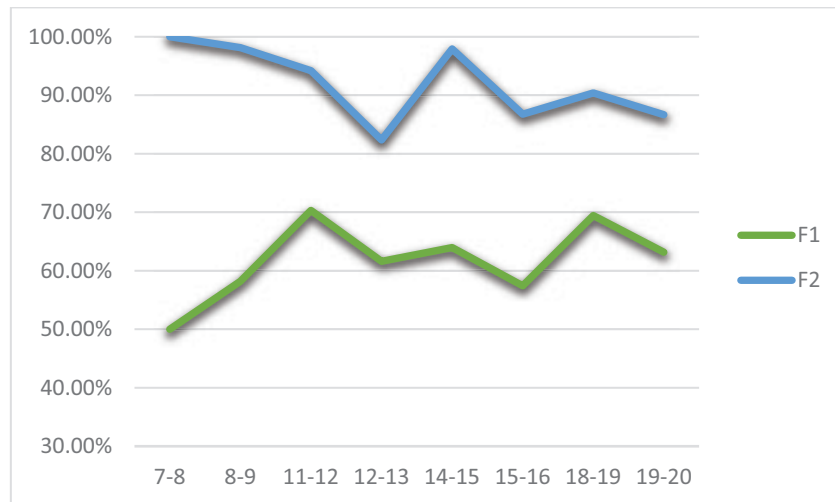
a) Bez tastera za najavu prelaska



b) Sa tasterom za najavu prelaska

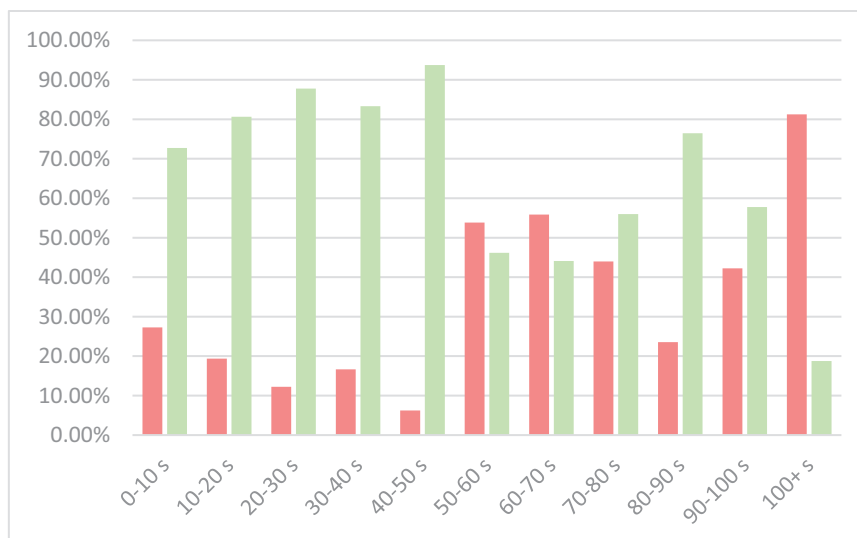
Grafik 4.2 Grafički prikaz raspodjele prelazaka po vremenskim intervalima u odnosu na ukupan broj prelazaka

Najveća razlika u broju prolazaka kroz crveno između dvije varijante javlja se u jutarnjim satima kada je broj vozila na mreži manji i kada ima više kritičnih intervala koje pješaci mogu koristiti. (Grafikon 4.3). Na grafikonu 4.3. prikazan je udio prolaska kroz crveno svjetlo za svaku fazu u odnosu na ukupan broj pješačkih prijelaza u svakoj fazi.



Grafik 4.3 Sudjelovanje u prolascima kroz crveno u fazama 1 i 2

Maksimalno vrijeme čekanja pri aktiviranju tipke je 120 sekundi. Promatrajući grafikon 4.3, zaključujemo da što je dulji period od najave do pojave zelenog svjetla, to je veći broj prijelaza na crveno svjetlo. Promatrajući odnos između prelaska na zeleno i crveno svjetlo, možemo zaključiti da je prihvatljiv interval čekanja za prelazak na pješačkom prijelazu oko 60 sekundi, te je u tom slučaju broj prelazaka na crveno oko 15%, dok je za intervale preko 60 sekundi, učešće prijelaza na crveno svjetlo je u prosjeku preko 40%.



Grafik 4.4. Broj pješačkih prijelaza ovisno o preostalom vremenu na brojaču

6. ZAKLJUČAK

Na temelju prikazanih rezultata može se zaključiti da je ugradnjom tipke za najavu prelaska i brojača preostalog vremena povećan broj prolazaka na crveno svjetlo, što nije dobro sa aspekta sigurnosti svih sudionika u prometu, a posebno pješaka. S obzirom da postoji razdjelni otok, pješaci koriste kritične intervale u obje faze snimanja za prelazak bez obzira na crveno svjetlo na semaforu. Analizom je utvrđeno da je prihvatljiv interval čekanja na zeleno svjetlo oko 60 sekundi, a u slučaju dužeg čekanja veći će se broj pješaka odlučiti proći kroz crveno. U zadnjih 10 sekundi prije nego što se pojavi zeleno svjetlo događa se oko 3% prelazaka na crveno, a to možemo pripisati pješacima koji su primijetili da je upaljeno crveno svjetlo na signalizaciji za vozače i namjeravali su prijeći cestu. Kako bi se ovaj utjecaj eliminirao, potrebno je razmotriti isključivanje preostalog vremena za pješake u zadnjih 10 sekundi. Na ovaj način bi pješaci morali čekati do kraja vremena da se pojavi zeleno svjetlo.

7.LITERATURA

- [1] Garunović N., Papić Z., Bogdanović V., Milošević M., Behavior of students pedestrians on crosswalk with countdown in comparison with behavior on crosswalk without countdown
- [2] Lipovac K., Jovanović D., Vujanić M., 2014, Osnove bezbednosti saobraćaja
- [3] Lambrianidou, P., Basbas, S., Politis, I. 2012, Can pedestrians crossing countdown signal timers promote green and safe mobility?, Sustainable Cities and Society, SCS-70
- [4] Kennedy, J., Sexton, B., 2009, Literature review of road safety at traffic signals and signalized crossings, published project report PPR436. London: Transport Research Laboratory
- [5] Lipovac, K., Vujanic, M., Maric, B., Nesic, M., 2013, Behavior of pedestrians at signalized pedestrian crossings. Journal of Transportation Engineering, 139 (2), 165–172.
- [6] Reddy, V., Datta, T., Savolainen, P., Pinapaka, S., 2008, A study of the effectiveness of countdown pedestrian signals., Florida Department of Transportation, Florida

[7] Camden, A., Buliung, R., Rothman, L., Macarthur, C., Howard, A., 2011, The impact of pedestrian countdown signals on pedestrian–motor vehicle collisions: A quasi-experimental study, *Injury Prevention*, 18(4), 210–215.

[8] <https://www.drivingtesttips.biz/pedestrian-crossing.html>

Problem uporabe električnih romobila u cestovnom prometu i aktivnosti na osvještavanju korisnika

The problem of using electric scooters in road traffic and activities to raise awareness among users

Mr. sc. Elvis Alojzij Herbaj
elvis.herbaj@policija.si
Policijska uprava Celje

Sažetak

Sadašnjost od nas zahtijeva da budemo aktivni i agilni do starosti. Mobilnost pojedinca ovisi i ovisit će o prijevoznom sredstvu koje će omogućiti lakše svladavanje udaljenosti. Jedno od modernijih prijevoznih sredstava, čija je uporaba sve veća, su električni romobili. E-romobil preuzima ulogu "favorita" za prijevoz u gradskim središtima. Međutim, korištenje e-romobila može biti i opasno. Naša cestovna infrastruktura zamka je za nestručne i/ili neodgovorne korisnike. Otkako je uporaba e-romobila u Sloveniji zakonski dopuštena (od 1. kolovoza 2021) Slovenska policija rješavala je 293 prometnih nesreća u kojima su sudjelovali vozači e-romobila. Većina vozača e-romobila koji sudjeluju u prometnim nesrećama zadobi ozljede glave, prijelome gornjih ekstremiteta, ključne kosti i prsnog koša. Liječenje i rehabilitacija je dugotrajna, neke ozljede doživotne (estetska oštećenja lica, psihički poremećaji kao posljedica teških potresa mozga i oštećenja mozga).

Policijska uprava Celje s partnerima je provodila preventivne aktivnosti pod zajedničkim nazivom „Ljeto će stići, zato glavom na e-romobil!“. U nastavku ukratko predstavljamo provedene aktivnosti i prijedloge za izmjene zakonske regulative.

Ključne riječi: e-romobil, prometna nesreća, preventivne aktivnosti, cestovni promet

Summary

The present requires us to be active and agile until old age. The mobility of the individual depends and will depend on the means of transport that will enable the distance to be covered more easily. One of the more modern means of transport, the use of which is increasing, are electric scooters. E-scooter assumes the role of "favorite" for transportation in city centers. However, using an e-mobile can be dangerous. Our road infrastructure is a trap for unprofessional and/or irresponsible users. Since the use of e-scooters was legally allowed in Slovenia (from August 1, 2021), the Slovenian police solved 293 traffic accidents involving e-scooter drivers. Most drivers who are involved in traffic accidents suffer head injuries, fractures of the upper extremities, collarbones and chest. Treatment and rehabilitation is long-term, some injuries are lifelong (aesthetic damage to the face, psychological disorders as a result of severe concussions and brain damage).

The Police Department of Celje and its partners carried out preventive activities under the common name "Summer will be, so use your mind when ride on e-scooter!". In the

following, we present the implemented activities and proposals for the changing the legislation.

Keywords: e-scooter, traffic accident, preventive activities, road traffic

Uvod

Sadašnjost, a još više bliska budućnost od nas traži (radnu) aktivnost i agilnost do duboke starosti. Mobilnost pojedinca i društva tako će ovisiti i o prijevoznim sredstvima koja će olakšati svladavanje udaljenosti. S obzirom na težnje i očekivanja donositelja odluka za čišćim okolišem, aktivnim životom cijele populacije čovječanstva, pomicanjem starih načina (opuštajućeg) života i očekivanjem velikih promjena u razmišljanju prosječnog čovjeka o načinima i vrste održive mobilnosti, a time i prilagodbe načina svladavanja udaljenosti, „prisiljeni“ smo mijenjati svoje navike, i sa stajališta korištenja različitih vrsta prijevoznih sredstava i planiranja ruta, posebice onih dužih.

Tendencije za prihvatljivijim korištenjem izvora energije (ne više fosilnih goriva) u prijevoznim sredstvima dovode do razvoja tehnologija cestovnog prometa i raznolikosti pogonskih agregata, posebice elektromotora. Nove vrste (ili ažurirana postojeća) prijevozna sredstva pojavljuju se gotovo svakodnevno. Jedno od modernijih prijevoznih sredstava koje postaje sve popularnije su električni romobili (u daljnjem tekstu e-romobili).

E-romobil kao prijevozno sredstvo jedno je od prijevoznih sredstava koje je u posljednjih nekoliko godina poprimilo ulogu "favorita" za prijevoz u gradskim središtima, jer je okretan, brz, lagan, ne zahtijeva puno prostora za skladištenje, a ne i najmanje važno, ne za parkiranje nakon upotrebe.

Pa ipak. Jesmo li svjesni da korištenje e-romobila može biti vrlo opasno? Naša cestovna infrastruktura (kolnici, biciklistički putevi i biciklističke staze, pješačke površine, svugdje gdje se mogu koristiti e-romobili) zamka je za nestručne i/ili neodgovorne korisnike. U godinu i pol dana otkako je u Sloveniji zakonski dopuštena uporaba e-romobila, slovenska je policija rješavala 293 prometne nesreće u kojima su sudjelovali vozači e-romobila.

S ciljem prezentiranja raznih činjenica sadašnjim i budućim korisnicima e-romobila, Policijska uprava Celje odlučila je u suradnji s partnerima koji se na ovaj ili onaj način susrećemo s korisnicima e-romobila (Opća bolnica Celje, Srednja škola za uslužne djelatnosti i logistiku Celje, Zavod Vozim, Agencija za sigurnost prometa Republike Slovenije, Auto-moto savez Slovenije, Triglav Osiguranje d. d., Eko Drive d.o.o., Javna vatrogasna postrojba Celje) provesti preventivne aktivnosti pod zajedničkim nazivom "Ljeto će stići, zato glavom na e-romobil!".

Rasprava

E-romobili su postali moderno vozilo i relativno su lako dostupni svima. Ipak, sama vožnja nije tako laka. S druge strane, pojavljivanje ovog vozila u cestovnom prometu zbog neodgovornog i/ili needuciranog korisnika može značiti opasnost za samog korisnika kao i druge sudionike u prometu.

E-romobili su se u Sloveniji u značajnijoj količini pojavili tek 2019. godine. Do tada slovenska policija nije bilježila nikakve pojedinosti, a još manje je bilježila sudjelovanje vozača e-romobila prometnim nesrećama, jer ih nije bilo. U 2019. godini dogodile su se prve kritične situacije u kojima su sudjelovali vozači e-romobila, kao i prometne nesreće s njihovim (su)sudjelovanjem.

Tablica 1: Prometne nesreće sa e-romobilima od 2019 do 2022

Prometne nesreće sa e-romobilima	2019	2020	2021	2022	Σ
Zajedno	9	51	109	229	398
Sa smrtnim ishodom	0	0	0	2	2
S teškom tjelesnom ozljedom	1	3	18	34	56
S lakšom tjelesnom ozljedom	5	43	78	170	296
Uz materijalnu štetu	3	5	13	23	44

Izvor: policijske statistike (2023) [1]

Tablica 1 pokazuje da je rast prometnih nesreća u kojima sudjeluju vozači e-skutera eksponencijalan iz godine u godinu.

Problem do sredine 2021. bio je i taj što u Sloveniji nismo imali zakonski reguliranu upotrebu e-romobila (uporaba je zakonski regulirana od 1. kolovoza 2021.). Od tada se slovenska policija detaljnije bavi ovom problematikom.

Tablica 2: Prometne nesreće sa e-romobilima od 1. 8. 2019 do 31. 12. 2022

Prometne nesreće sa e-romobilima	1. 8. - 31. 12. 2021	2022	Σ
Zajedno	64	229	293
Sa smrtnim ishodom	0	2	2
S teškom tjelesnom ozljedom	10	34	44
S lakšom tjelesnom ozljedom	50	170	220
Uz materijalnu štetu	4	23	27

Izvor: policijske statistike (2023) [2]

U tablici 2 prikazan je broj i posljedice prometnih nesreća u kojima su sudjelovali vozači e-romobila nakon legalizacije njihove uporabe. Ono što posebno upada u oči je činjenica da velika većina ozlijeđenih vozača ima ozljede glave (teške ozljede kostiju lica i različiti stupnjevi potresa mozga), prijelome gornjih ekstremiteta, ključne kosti i prsnog koša. Liječenje i rehabilitacija takvih ozljeda može biti dugotrajna, a neke su doživotne (estetska oštećenja lica, psihički poremećaji kao posljedica teških potresa mozga i oštećenja mozga). Da je korištenje e-romobila zahtjevno i da ne prašta pogreške svjedoče oba slučaja smrtonosnih nesreća. U jednoj je alkoholizirani 52-godišnji vozač s preuređenim e-romobilom zbog prevelike brzine naletio na betonski rubnjak, izgubio nadzor nad vozilom, pao i glavom udario u ogradu uz cestu. Budući da nije nosio zaštitnu kacigu, zadobio je teške ozljede glave da je preminuo na mjestu. Druga smrtno stradala je 83-godišnja vozačica koja također e-romobilom nije vozila kontrolirano, uslijed čega je pala i preminula nekoliko dana kasnije u bolnici.

Još jedna okolnost koja nije zanemariva, a koju policijski službenici utvrđuju postupajući u prometnim nesrećama u kojima su sudjelovali vozači e-romobila je da je većina muških sudionika starija od 40 godina te da e-romobilom upravljaju pod visokim stupnjem alkohola (iznad 1,2 promila). Većina takvih ozlijeđenih osoba već je izgubila vozačku dozvolu zbog upravljanja motornim vozilima pod utjecajem alkohola te više ne smiju upravljati osobnim automobilima. Ili su e-romobil vozili pod utjecajem alkohola jer im za korištenje nije potrebna vozačka dozvola, a samim tim ne postoji opasnost od gubitka dozvole, a time i prava na vožnju, u slučaju policijske kontrole alkoholiziranosti. Međutim, takvo razmišljanje i ponašanje potpuno je pogrešno.

Izuzmemo li prometne nesreće, sve je više obustavljenih vožnji e-romobilima na gotovo svim površinama gdje je moguća vožnja, raznih kršenja prometnih propisa, korištenja e-romobila koji se nikako ne smiju koristiti, vandalizma i na kraju ne manje važno, krađa ovih prijevoznih sredstava.

Enormni porast prometnih nesreća, a naravno i posljedice tih nesreća, nedorečenost zakonske regulative i potpuna konstatacija da mnogi korisnici niti ne poznaju pravni okvir niti tehničke i vozne karakteristike e-romobila, potaknuli su nas da provedemo niz preventivnih aktivnosti.

U svrhu preventivnih aktivnosti proveli smo i snimili predavanje za srednjoškolce na kojem su predstavljeni sljedeći aspekti: zakonska regulativa za upotrebu e-romobila, fizičke karakteristike uporabe i opasnosti, ozljede i tretman ozlijeđenih vozača e-romobila, vrste e-romobila i odgovarajuću zaštitnu opremu. Izrađen je i poseban poligon za vožnju e-romobila na kojem su prikazane prepreke s kojima se vozači e-romobila susreću na cesti (rampe, grbe i druge neravnine, vožnja između čunjeva, tjesnaca, zaustavljanje pred preprekom). Vožnja na poligonu također je snimljena i zajedno s teorijskim radom prosljeđena na web portal youtube.com, kako bi svi korisnici mogli vidjeti obje teme. Također smo proveli dvije neovisne online ankete kako bismo utvrdili mišljenja korisnika i onih koji to ne koriste o e-romobilima u cestovnom prometu. Održali smo tri događanja u jednom od većih trgovačkih centara u Celju, gdje smo posjetitelje animirali o pravilnom korištenju e-romobila te im omogućili korištenje poligona na kojem su mogli isprobati svoje vještine rukovanja. Na jednom od događanja organizirali smo i medijski popraćenu stručnu tribinu na kojoj su svoja stajališta iznijeli stručnjaci iz različitih područja. Završna mišljenja stručnog povjerenstva prosljedili smo i Ministarstvu za infrastrukturu Republike Slovenije, budući da primjećujemo da trenutno zakonodavstvo ne prati stvarno stanje.

U provođenju preventivnih aktivnosti naišli smo na nedorečenosti zakonske regulative (smještaj i razvrstavanje e-romobila, korisnika prava na korištenje e-romobila), nedovoljnu zaštitnu opremu, te na kraju, ali ne manje važno, ogroman broj problema s cestovno infrastrukturom.

Iz tog razloga smo donositeljima odluka prosljedili inicijative za promjenu odnosno izmjena zakonske regulative (u nastavku predstavljamo naše prijedloge). Prvo smo usporedili zakonske odredbe u nama bliskim zemljama. Prije svega sve regulacije fokusirane su na čisto osnovnu regulaciju, koja ni na koji način ne prati tehničke karakteristike i moguću namjenu e-romobila.

Tablica 3: Usporedba uvjeta korištenja e-skutera

	Slovenija	Austrija	Francija	Italija	Njemačka
korisnik	12 godina + biciklistički ispit 14 godina i više - bez ograničenja	12 godina mlađi (biciklistička kaciga) u pratnji osobe od 16 godina	više od 8 godina (do 12 godina obavezna biciklistička kaciga)	14 godina	14 godina ili više
brzina	do 25 km/h	do 25 km/h	do 25 km/h	do 20 km/h	do 20 km/h
vozne ceste	biciklistička staza biciklistički put biciklistička traka kolnik u naselju (do max 50 km/h)	biciklistička staza biciklistički put kolosijek za motorizirani cestovni promet u pješačkim zonama brzinom kretanja pješaka	biciklistička staza Kolni trak za motorizirani promet (do max 50 km/h) izvan naselja, ako su uređene biciklističke staze/putevi u pješačkim zonama pri brzini do 8 km/h	biciklistička staza prioritetne biciklističke staze gradske prometnice (do max 50 km/h) u pješačkim zonama pri brzini do 6 km/h	biciklistička staza kolni trak za motorizirani promet
zaštitna oprema	biciklistička kaciga (do 18 let)	nije propisano	nije propisano	propisana biciklistička kaciga od 14 do 18 godina	kaciga nije obavezna
drugo	zabrana korištenja GSM-a,	GSM samo sa »hands-	GSM samo sa »hands-	bez putnika	max snaga elektromotora do 500 W;

	slušalica, karnevalskih maski i sl.	free« spremom	free« spremom		zahtjevi za osiguranje od odgovornosti prema trećim osobama
	bez putnika	ako dopušta brzinu iznad 25 km/h i snagu elektromotora iznad 600 W - obavezna prijava i osiguranje	bez putnika	zvono, žmigavci i svjetlosno tijelo – STOP	
	noću korištenje bijelog svjetla (sprijeda), crvenog svjetla (straga); s obje strane žuti ili narančasti bočni katadioptri	kočnica prednje i stražnje svjetlo	kočnice, prednje i stražnje svjetlo, zvono; u vrijeme smanjene vidljivosti (noći ili danju) – reflektirajući prsluk	u vrijeme smanjene vidljivosti (noći ili po danju) – reflektirajući prsluk	dvije neovisne kočnice, zvono i rasvjetni uređaj sprijeda i straga

(vlastiti izvor, 2022.)

U Republici Hrvatskoj ovu tematiku regulirali ste u srpnju 2022 godine uveli e-romobil kao osobno prijevozno sredstvo, uz vrlo slične uvjete kao i ostale zemlje prikazane u gornji slici.

Iz tablice 3 se vidi da su regulatori strogo (neovisno) ograničili zakonom i da nisu vidjeli (niti htjeli vidjeti) prodaju bilo čega osim e-romobila koji razvija brzinu od 25 km/h, da obvezna zaštitna oprema koju nalaže nije ni učinkovita ni dostatna, a prije svega da su e-romobili i prijevozno sredstvo, što korisnicima omogućuje da ih koriste u različite svrhe i na drugim mjestima, ne samo tamo gdje je regulator postavio ih.

Dat ćemo nekoliko prijedloga za uređenje situacije u Sloveniji (koji se po želji mogu koristiti i u drugim državama), točnije:

E-romobil

Prema Zakonu o pravilima prometa na cestama [3] E-skuter spada u "laka motorna vozila" čija je konstruktivno ograničena brzina na 25 km/h. Problem je što u "isti koš" stavlja tehnički i konstrukcijski različita vozila (od e-romobila, snage motora 50 W, težine 4,6 kg i brzine do 12 km/h, do e-romobila snage motora do 4800 W, mase 61 kg i brzine do 80 i više km/h). Već iz ove usporedbe jasno je da zakonska regulativa ne prati razvoj prijevoznih sredstava, već kao posljedično imamo sasvim drugačija prijevozna sredstva na cestama i drugim površinama, a sve to je lako motorno vozilo pod jedinstvenom šifrom. Budući da Zakon o motornim vozilima [4] poznaje definiciju lakog motornog vozila, policijski službenici, kada slijede takva vozila (ako voze brzinom do 25 km/h) i posumnjaju da se radi o 'jačem' i/ili bržem vozilu, ne mogu obaviti hitan tehnički pregled kod ovlaštene organizacije, jer takvo vozilo nije motorno vozilo ili ako bi takav pregled bio naložen, međutim ovlaštena organizacija nema niti uređaje i mogućnost provjere tehničkog stanja vozila (brzina, učinak kočenja, snaga motora). Ukratko, sve što ima oblik e-romobil može se koristiti, čak i ako se ne kvalificira kao lako motorno vozilo.

Na slici ispod, pojedinačni e-romobili su numerirani kako bi se lakše pratile daljnje indikacije. Tako su, prema navodima ponuđača, dječji e-romobili, koji su prikladni za vožnju djece od 6 do 10 godina (dakle, kategorija vozača koji se ne bi trebali pojavljivati na cesti - više o dobnom statusu u nastavku), označeni pod brojem "1" i nazvan "mini e-romobil". E-romobil pod brojem "2" u nastavku nazivamo "cestovni e-romobil", koji u načelu ispunjava zakonske uvjete za lako motorno vozilo. No, brojkom "3" i oznakom "svestran e-romobil" označeno je znatno jače, sposobnije prijevozno sredstvo, koje nije namijenjeno samo vožnji kao što je dopušteno važećim zakonima, već korisniku može ponuditi mnogo više, čak i izvan asfaltne površine (više u nastavku).



Slika 1: Tipovi e-romobila [5], [6] i [7]

Tablica 4: Tehničke karakteristike različitih e-romobila (vlastiti izvor, 2022.)

	»mini e-romobil »1«	»cestovni e-romobil« »2«	»svestran e-romobil« »3«
teža	4,6 kg	16,9 kg	61 kg
domet	do 5 km (sa jednim punjenjem)	do 30 km (sa jednim punjenjem)	od 80 – 220 km (ovisno o težini vozača, brzini, stilu)

			vožnje, temperaturi, terena i upravljanju baterijom)
brzina	do 12 km/h	25 km/h	mak 85 km/h (blokiranje na 25 km/h)
kapacitet baterije	2.500 mAh	10.200 mAh	60 V 31,2 AH / 60 V 42 Ah
nosivost	max 40 kg	max 20 kg	max 150 kg
motor	50 Watt	300 Watt	3.000 V (2 k 1.500 V svaki - jedan motor na svakom kotaču)

(vlastiti izvor, 2022.)

Naš prijedlog je da se sukladno Uredbi (EU) br. 168/2013 Europskog parlamenta i Vijeća od 15. siječnja 2013 [8] zakonodavcu omogući donošenje nove uredbe o zaštiti okoliša. U slučaju e-romobila, e-romobil je uključen u odgovarajuću kategoriju vozila (L) i unutar sljedećih podvrsta: "mini e-romobil", "cestovni e-romobil" i "svestrani e-romobil" (upotrijebili smo ove izraze u nastavku kako bismo pojasnili svoje prijedloge). Time bi se sve kategorije različitih e-romobila unijele u pozitivno zakonodavstvo. Nakon toga bi se sektorskim zakonima uredila druga pravila korištenja (tko i kako ga može koristiti, gdje se smije koristiti, odgovarajuća zaštitna oprema i sl.).

Korisnik

Pozitivno zakonodavstvo propisuje da vozač e-romobila može biti svatko tko ima 14 ili više godina i dijete od 12 do 14 godina koje ima biciklističku dozvolu (Zakon o vozačima) [9]. S obzirom na to da su e-romobili dostupni u slobodnoj prodaji te u cestovnom prometu (koji uz malo poznavanja računala prelazi brzine od 25 km/h i koje mogu doseći i djeca), bilo bi razumno, prema dosadašnjoj "kategorizacijom" e-romobila uvesti i pravila dobrog ograničenja i dokazivanje odgovarajuće osposobljenosti budućih korisnika.

Što je najvažnije, bilo bi potrebno regulirati pragove ulaska u svijet "motorizirane" mobilnosti. Na primjer: "mini e-romobile", koji ne razvijaju brzinu veću od 20 km/h, mogla bi, kao i do sada, koristiti djeca starija od 12 godina, uz dodatni uvjet - dokazivanje vještine upravljanja takvim vozilom. Za korištenje „cestovnih e-romobila“ koji razvijaju brzine iznad 20-45 km/h podići dobni prag na 15 godina (izjednačavanje s dobim uvjetom za polaganje vozačkog ispita AM kategorije i sličnog ispita praktične osposobljenosti). Za "svestrane e-romobile", koji omogućuju brzinu veću od 45 km/h, uvesti novu potkategoriju u skupini vozačkih dozvola kategorije A, koja bi bila usporediva s uvjetima za vožnju motocikala kategorije A1 (najmanje 16 godine, prikaz praktičnih vještina).

Odgovarajuća oprema

Zakon o pravilima prometa na cestama nalaže korištenje zaštitne biciklističke kacige kao jedinog elementa zaštite (do dopunjene 18 godine). Procjenjujemo da je takva

zaštita premala i preslaba. Za korištenje "mini e-romobila" eventualno je dovoljna biciklistička kaciga, dok za veće, jače i brže e-romobile nije dovoljna.



Slika 2: Prijedlog različitih vrsta kaciga za vozače e-romobila [10], [11] i [12]

Naš prijedlog je da se izmjenama zakona, kako je gore predloženo, propisuju i dodatna sredstva zaštite i to: za „cestovne e-romobile“ ima smisla legalizirati korištenje barem je motoklističke kacige s vizirom. Za "svestrane e-romobile", uz enduro motoklistička kaciga (korisnici ovakvih e-romobila obavljaju brojne vožnje po raznim terenima, a ne samo po asfaltnim kolnicima), bilo bi potrebno propisati obveznu zaštitnu opremu (za leđa, zaštita za ramena, laktove, koljena i rukavice).



Slika 3: Prijedlog zaštitne opreme za vozače e-romobila [13], [14], [15] i [16]

Slijedi primjer odgovornog korisnika svestranog e-romobila koji koristi zaštitnu opremu za terensku vožnju.

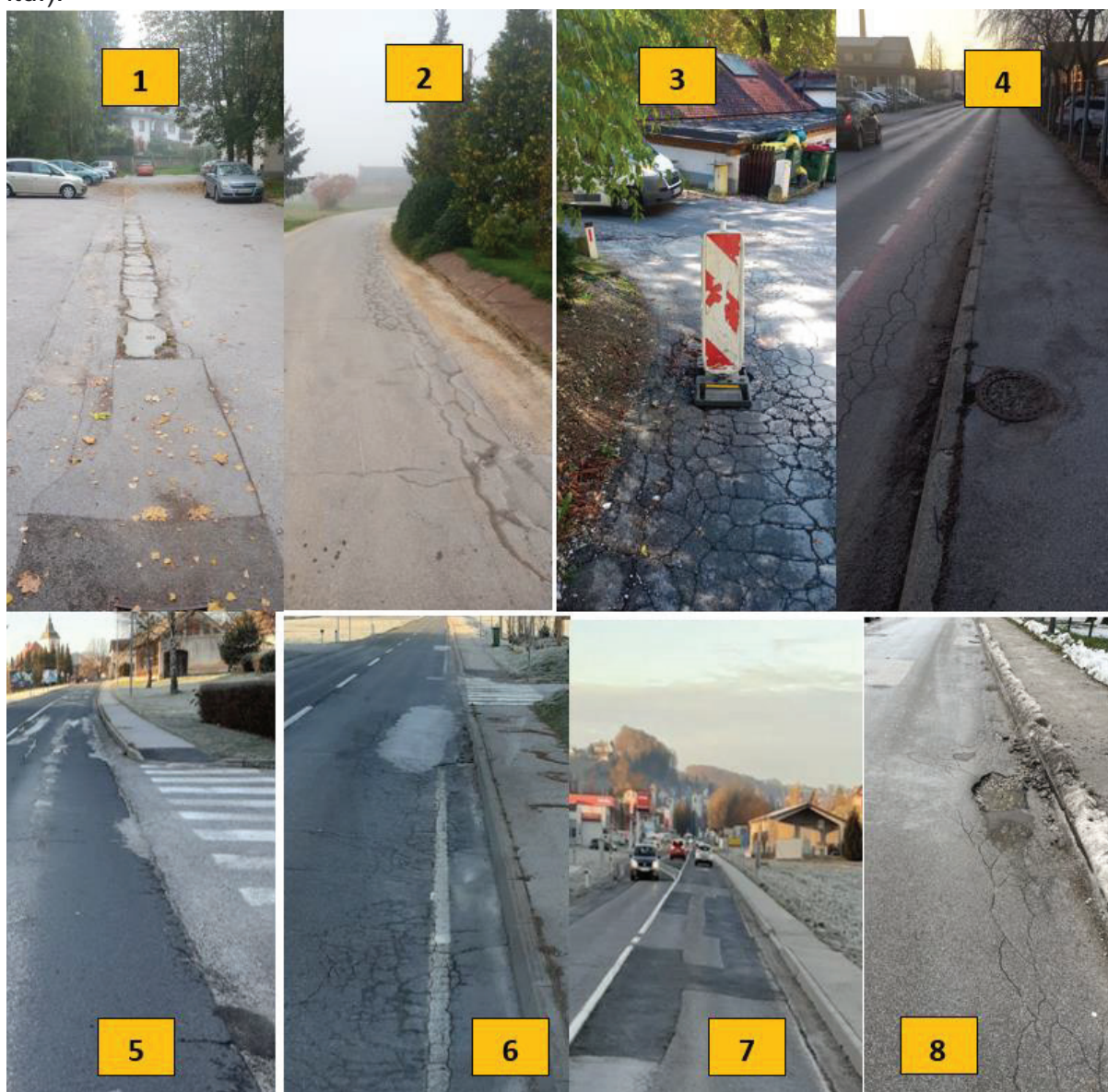


Slika 4: Zaštitna oprema vozača svestranog e-romobila (vlastiti izvor, 2022.)

Prometna infrastruktura

Zakon o pravilima prometa na cestama također definira gdje korisnici e-romobila smiju voziti. To su: biciklistički put, biciklistička staza i prometnice u naselju odnosno na cestama u naselju na kojima je najveća dopuštena brzina do 50 km/h. Ukratko, vozačima e-romobila zabranjena je vožnja površinama u naseljima gdje je dozvoljena brzina veća od 50 km/h a i izvan naselja. Ocjenjujemo da je takva dikcija besmislena u svjetlu naših prijedloga. Potrebno je prihvatiti činjenicu da su "svestrani e-romobili" u uporabi te se shodno tome moraju postavljati i u cestovnom prometu (kao i na drugim prometnim i/ili ne prometnim površinama).

Činjenica je da na mnogim mjestima u Sloveniji imamo lošu cestovnu infrastrukturu, jer su vozne površine često oštećene, arhitektonski neadekvatne i/ili na drugi način opasne (udarne rupe, uzdužno ili poprečno ispucani kolnik, druge neravnine na voznoj površini - razni poklopci šahtova, prljavština, pijesak, odbačeni dijelovi vozila, rampe itd.).



Slika 4: Primjeri ozljeda i drugih nepravilnosti koje otežavaju vožnju e-skutera [17]

Osim toga, prilikom izgradnje novih prometnica ili rekonstrukcije postojećih bit će potrebno razmišljati o proširenju površina za vozače svih vrsta jednotračnih vozila, koje će, sa stajališta održive mobilnosti, zauzimati sve više i ujedno "istisnuti" ostala prijevozna sredstva s kolnika, što ujedno znači da voznu površinu moraju učiniti sigurnom i ugodnom za vožnju.

Obveza registracije i osiguranja od odgovornosti e-romobila

Uz odgovarajuće smještanje različitih vrsta e-romobila u samostalne kategorije motornih vozila, bit će potrebno regulirati i obvezu registracije „cestovnih e-romobila” i „svestranih e-romobila” kao i periodične provjere ispunjavanje tehničkih uvjeta za sudjelovanje tih vozila u prometu na cestama.

Također ima smisla uvesti obvezno osiguranje za "cestovne e-romobile" i "svestrane e-romobile", jer bi se time osigurala i pravna sigurnost (odštetna odgovornost) sudionicima u prometnim nesrećama koje su inače uzrokovane sa strane vozača e-romobila. U sadašnjoj situaciji žrtva prometne nesreće koju je skrivio vozač e-romobila u potpunosti je prepuštena "dobroj volji" počinitelja (vozača e-romobila), ako je nema, oštećeniku ostaje samo pravni postupak sa zahtjevom za naknadu štete.

Na kraju, također predlažemo da, kako bi se zaštitili vozači e-romobila i ostali sudionici u prometu, svi e-romobili trebaju biti opremljeni odgovarajućim zvučnim signalom ili zvonom, koje bi korisnici e-romobila mogli koristiti za upozorenje drugim sudionicima njihovog sudjelovanja u zajedničkim prostorima. Također bi bilo primjereno i potrebno, radi veće sigurnosti u tamnom dijelu dana, propisati obveznu uporabu reflektirajućih prsluka ili drugih reflektirajućih tijela za korisnike e-romobila koji voze noću ili uz smanjenu vidljivost.

Zaključak

U radu prikazujemo dileme koje ukazuju na potrebu da donositelji odluka dobro promisle želimo li doista koristiti e-romobile u svim njegovim značajkama ili želimo zadržati status quo. Ne smijemo i ne možemo zatvarati oči pred činjenicom da istaknute dileme postoje. Razni e-romobili su u svakodnevnoj upotrebi, kritične situacije i/ili prometne nesreće događaju se svakodnevno. Nadzorno tijelo (policija) je nemoćno, jer ne postoji odgovarajuća pravna osnova za učinkovito i ispravno postupanje i/ili sankcioniranje.

Želimo li što brže i učinkovitije slijediti smjernice za čišći okoliš i održivi razvoj, vrijeme je da se navedene dileme razjasne i na odgovarajući način urede.

I sasvim za kraj najvažnija poruka svih partnera u preventivnom projektu „Ljeto će stići, zato glavom na e-romobil!” je: e-romobil je kao prijevožno sredstvo za mikromobilnost i sa stajališta razvoja i uvođenja održive mobilnosti primjereno prijevožno sredstvo, ali uz odgovornog (i primjereno osposobljenog) korisnika i uz uređenu zakonsku regulativu, dakako s odgovarajućom prometnom infrastrukturom koja korisniku omogućuje udobnu vožnju i sigurno korištenje.

Literatura i izvori:

- [1] <http://statssrs.itsp.sipol.pri/reports/report/Teko%C4%8Da%20statistika/Prometna%20varnost/Prometne%20nesre%C4%8De/PRNESR01%20-%20Prometne%20nesre%C4%8De%20in%20posledice%20po%20enotah%20in%20%C4%8Dasovnih%20intervalih>, stečeno 20. 1. 2023
- [2] <http://statssrs.itsp.sipol.pri/reports/report/Teko%C4%8Da%20statistika/Prometna%20varnost/Prometne%20nesre%C4%8De/PRNESR01%20-%20Prometne%20nesre%C4%8De%20in%20posledice%20po%20enotah%20in%20%C4%8Dasovnih%20intervalih>, stečeno 20. 1. 2023
- [3] Zakon o pravilih cestnega prometa (ZPrCP). (2021). Uradni list Republike Slovenije, br. 156/22 – UPB i 161/22
- [4] Zakon o motornih vozilih (ZMV-1). (2017). Uradni list Republike Slovenije br. 75/17 i 92/20 - ZPrCP-E
- [5] <https://www.mimovrste.com/elektricni-skiroji/segway-zing-a6-ninebot-elektricni-skiro-turkizno-siv>, stečeno 20. 1. 2023
- [6] <https://www.mimovrste.com/elektricni-skiroji/segway-f30e-elektricni-skiro-crn?tab=description>, stečeno 20. 1. 2023
- [7] <https://www.ekodrive.si/izdelek/elektricni-skiro-vsett-11/#&gid=1&pid=1>, stečeno 20. 1. 2023
- [8] Uredba (EU) br. 168/2013 Evropskega parlamenta in Sveta od 15. siječnja 2013
- [9] Zakon o voznikih (ZVoz-1). (2022). Uradni list Republike Slovenije, br. 92/22
- [10] vlastiti izvor (2023.)
- [11] vlastiti izvor (2023.)
- [12] vlastiti izvor (2023.)
- [13] vlastiti izvor (2023.)
- [14] vlastiti izvor (2023.)
- [15] vlastiti izvor (2023.)
- [16] vlastiti izvor (2023.)
- [17] Izvor slika: br. 1, 2, 3 i 4: Vodovod – Kanalizacija Celje, javno podjetje, d. o. o (2022.); br. 5, 6 i 7: Občina Šmarje pri Jelšah (2023.) i br. 8: vlastiti izvor (2023.)

REVIZIJA CESTOVNE SIGURNOSTI NA AUTOCESTI NA KORIDORU Vc u F BiH

ROAD SAFETY AUDIT ON THE MOTORWAY ON CORRIDOR Vc IN F BiH

Marijana Prkačin Goluža, mag.građ.
JP Autoceste F BiH, Adema Buća 20, Mostar, BiH
e-mail:p.marijana@jpautoceste.ba

Mr.sc.Esad Jalovčić, dipl.ing.saob.
JP Autoceste F BiH, Adema Buća 20, Mostar, BiH
e-mail:j.esad@jpautoceste.ba

Muamer Suljević, dipl.ing.saob.
JP Autoceste F BiH, Adema Buća 20, Mostar, BiH
e-mail:s.muamer@jpautoceste.ba

Zlatko Demirovski, dipl.ing.saob.
JP Autoceste F BiH, Adema Buća 20, Mostar, BiH
e-mail:d.zlatko@jpautoceste.ba

Mario Rotim, dipl.ing.građ.
JP Autoceste F BiH, Adema Buća 20, Mostar, BiH
e-mail:r.mario@jpautoceste.ba

Sažetak

Revizija cestovne sigurnosti kao važan alat Direktive 2008/96/EC nije podržana zakonskim rješenjima u Federaciji BiH. Međutim, Autocesta na Koridoru Vc kao dio TEN-T mreže uglavnom je finansirana iz Međunarodnih finansijskih institucija, na prvom mjestu od EBRD-a i EIB-a, koji su opredjeljeni na finansiranje sigurnih projekata. Iz ovog razloga na većem broju dionica, odnosno projekata (idejnih ili glavnih) je nametnuta obaveza i provedena revizija cestovne sigurnosti.

Iako se još uvijek ne provodi kroz sve četiri faze životnog ciklusa nekog projekta (dionice) i dalje se postižu značajni efekti na povećanju sigurnosti saobraćaja. JP Autoceste F BiH su izradile Proceduru o načinu postupanja prema EU direktivama iz oblasti sigurnosti saobraćaja na autocestama i brzim cestama i imenovala stalnu komisiju sa obučanim kadrovima sa ciljem provođenja direktiva i praćenja efekata istih.

Ključne riječi: Direktiva 2008/96/EC, Revizija cestovne sigurnosti

Summary

Road Safety Audit as an important tool of Directive 2008/96/EC is not supported by legal solutions in the Federation of BiH. However, the Motorway on the Corridor Vc as a part of the TEN-T network is mainly financed by International Financial Institutions, primarily by the EBRD and EIB, which are committed to financing safe projects. For this reason, for a large number of sections, that is, designs (preliminary or main) an obligation was imposed and a road safety audit was carried out. Although it is still not implemented through all four phases of the life cycle of a project (section), significant effects on increasing traffic safety are still being achieved. PC Motorway of F BiH created a Procedure on how to act according to EU directives in the field of traffic safety on motorways and expressways and appointed a permanent commission with trained staff with the aim of implementing the directives and monitoring their effects.

Key words: Directive 2008/96/EC, Road Safety Audit

1. Uvod

Autocesta je cesta najvišeg ranga koja treba da obezbjedi visok kvalitet usluge i sigurnosti za sve korisnike. Kao cesta najvišeg ranga, autocesta bi već po izgradnji trebala da ima „ugrađen“ visok stepen sigurnosti. Ovo se može postići kvalitetnim projektnim zadatkom, projektima, standardima i smjernicama za gradnju autoceste. Međutim, svjedoci smo situacije da iako formalno imamo zadovoljene sve nabrojane kriterije i dalje ima sigurnosnih propusta, a koji proističu iz minimuma primijenjenih standarda, zastarjelih smjernica i nesavremenih projektantskih rješenja. Također, situacija u kojoj se projektuju i finansiraju relativno kratke dionice dovodi do neujednačenih projektantskih rješenja na različitim dionicama.

Primjenom Direktive 2008/96/EZ o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture, odnosno Road Safety Audit (RSA)¹ kao jednog od alata ove direktive, moguće je značajno unaprijediti sigurnost na autocesti još u fazi projektovanja.

U ovom radu će biti prikazan obim i efekti primjene RSA metodologije na Autocesti na Koridoru Vc u F BiH. Obzirom da ne postoji zakonska obaveza primjene Direktive u zakonodavstvu Federacije Bosne i Hercegovine, još uvijek je nedovoljna primjena iste. Počeci primjene Direktive u F BiH vežu se za preuzete obaveze od strane finansijera gradnje Koridora Vc EBRD-a (European Bank for Reconstruction and Development) za dionice Donja Gračanica – Zenica sjever i Buna – Počitelj 2017 godine. Do danas je na još šest dionica autoceste izvršena provjera projektne dokumentacije (idejni i glavni projekti) po metodologiji RSA.

2. Revizija cestovne sigurnosti/Road Safety Audit (RSA)

Revizija cestovne sigurnosti je propisana u EZ Direktivi 96/2008 i stoga je obvezna za sve članice EU. Tokom posljednje decenije korištenja Direktive većina predviđenih postupaka koje je vodila revizija cestovne sigurnosti dala je izvrsne rezultate u sigurnosti na cestama. Stoga je u 2018. godini predložena izmjena i dopuna (proširenje) Direktive. To jasno pokazuje da je Direktiva bila uspješna i da bi dobru praksu trebalo dijeliti među ostalim članicama izvan EU. U novembru 2019. godine donesena je Direktiva (EU) 2019/1936 o izmjeni Direktive 2008/96/EZ o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture.

Revizija Cestovne Sigurnosti - RCS je nezavisna, detaljna, sistemska, tehnička analiza sigurnosti koja se odnosi na projektovane karakteristike projekta cestovne infrastrukture, te koja pokriva sve etape od planiranja do početnog upravljanja cestom. Revizija cestovne sigurnosti treba biti sastavni dio procesa projekovanja infrastrukturnog projekta u fazama idejnog projekta, glavnog projekta, prije puštanja u saobraćaj, i u početnom razdoblju upravljanja cestom.

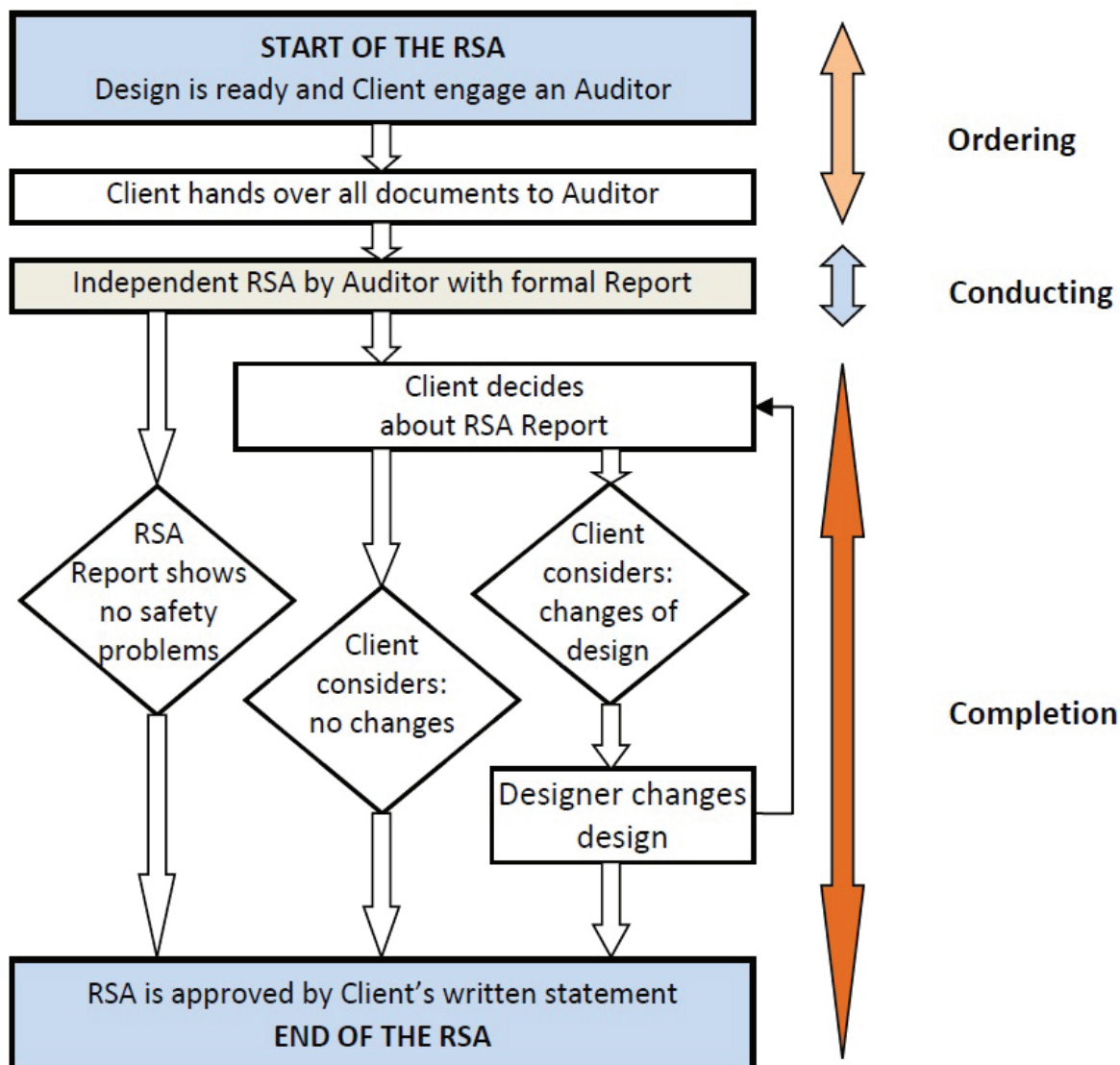
Cilj revizije sigurnosti saobraćaja na cestama je identifikovanje sigurnosnih problema na cesti tokom različitih faza razvoja cestovnog projekta i davanje konkretnih preporuka koje u mnogome jačaju sigurnost. Revizija sigurnosti saobraćaja utiče i na smanjivanje troškova i svođenju istih na minimum, jer se radi u fazi planiranja,

¹ U različitim zemljama u regiji se ovaj pojam različito prevodi, tako da će u daljem tekstu uglavnom biti naveden kao RSA

projektovanja i izgradnje i na vrijeme prepoznaje sigurnosne probleme. Svako kasnije uticaje na sigurnost ceste, tokom eksploatacije ceste, zahtjeva uglavnom velike troškove i saobraćajne nezgode i njihove posljedice. RSA predstavlja proaktivnu metodu, koju obavljaju obučeni stručnjaci koristeći najbolje svjetske prakse. Obzirom da se u prve dvije faze radi na nivou projektne dokumentacije, poboljšanja projekta i u konačnici ceste je u ovim fazama najjeftinija i provodi se puno prije nego se počnu dešavati saobraćajne nezgode koje potencijalno loša tehnička rješenja mogu da proizvedu.

Revizija sigurnosti cestovnog saobraćaja uzima u obzir sigurnosne potrebe svih učesnika u saobraćaju i nije provjera usklađenosti sa nacionalnim standardima. Zapravo, neki od sigurnosnih problema identificiranih u reviziji mogu biti posljedica korištenja nacionalnih standarda koji više nisu priznati kao „sigurni“ prema međunarodnim kriterijima. Poštivanje nacionalnih standarda ne garantuje sigurnost. Možda je to dobra osnova za početak, ali inženjeri-auditori moraju sigurnost saobraćaja i praktično posmatrati i biti spremni osporiti ih.

Na narednoj slici je prikazan RSA proces:



Slika 1. RSA proces

Za kvalitetno provođenje procesa bitna je osnova za njegovo pokretanje (najbolje zakonska), zatim kvalitet tima za provođenje RSA, kvalitet kadrova klijenta te poznavanje RSA procesa od strane projektanta i spremnost projektanta da izmjeni (unaprijedi) vlastiti projekat.

3. Road Safety Audit na Autocesti na Koridoru Vc u FBiH

Trenutno je u zemljama sa niskim i srednjim prihodima (LMICs)² sistematska primjena ili prihvaćenost RSA veoma mala. RSA koji se sprovode uglavnom se vrše na insistiranju IFI³-a koje finansiraju putne projekte i često ih sprovode strane konsultantske kompanije i odnose se samo na oko 5% putne mreže koju finansiraju IFI. Čak i kada se provode ovakvi RSA, nadležni organi za ceste ne sprovode uvijek navedene RSA preporuke. RSA se obično ne sprovodi na 95% mreže koje se finansira iz državnih sredstava. U nekim novijim IFI projektima pokušano je da se uspostave lokalni kapaciteti za implementaciju RSA u zemljama sa niskim i srednjim prihodima i urađeni su pilot projekti, ali ih je za sada jako malo. Edukacija i obuka revizora sigurnosti na cestama ostaje najslabija tačka u cijelom RSA lancu. Razlog za to je relativno kratka istorija RSA, nedostatak razumijevanja RSA metodologije i procedura, nedostatak RSA literature na lokalnim jezicima, itd.

Sami počeci RSA na autocestama i uopšte na cestama u Federaciji BiH vezuju se za 2017-tu godinu kada je kroz ESAP (Enviromnet and Social Action Plan) nametnuta obaveza od strane EBRD-a da se na dionicama, koje je ova banka finansirala, provede RSA. EBRD i nešto kasnije EIB (European Investment Bank) su pokazale jasnu opredijeljenost da žele finansirati samo sigurne projekte cestovne infrastrukture. U tom trenutku u F BiH nije bilo obučenog osoblja za RSA kako u projektantskim kompanijama tako ni kod upravitelja. Prve audite je uglavnom radila kompanija IMC Worlwide (London) koja je angažovana od strane EBRD-a. Praktično ovo je bila i ostala jedina mogućnost za provođenje metodologije RSA na projektima cestovne infrastrukture, obzirom da do danas zakonodavstvo u F BiH ne nudi mogućnosti za provođenje iste.

U toku 2019. godine Federalno ministarstvo prometa i komunikacija organizovalo je obuku stručnih lica iz oblasti građenja i saobraćaja, po metodologiji Road Safety Inspection (RSI) i Road Safety Audit (RSA). Ovo je bio još jedan od pokušaja da se Direktiva inkorporira u domaće zakonodavstvo, međutim bezuspješno. Najveća korist ovog projekta jeste 20-tak certificiranih kadrova iz građevinske i saobraćajne struke. Ovo će se pokazati vrlo korisnim, obzirom da ipak certificirani domaći stručnjaci dobro razumiju naše pravilnike, standarde i smjernice, ali i neke opšte probleme na našim cestama.

Kako je najviše aktivnosti iz oblasti RSA bilo u okviru JP Autoceste FBiH, naše preduzeće je izradilo internu proceduru kako bi što bolje upravljale procesom RSA. U tom smislu izrađena je *Procedura o načinu postupanja sa EU direktivama iz oblasti sigurnosti saobraćaja na autocestama i brzim cestama*.

² LMICs - Low and Middle Income Countries

³ IFI – International Financial Institutions

Procedura definiše obaveze i odgovornosti službi unutar javnog preduzeća u postupcima provođenja revizije cestovne sigurnosti (RSA) na projektima autocesta i brzih cesta, kao i kontrole cestovne sigurnosti (RSI) na dionicama u upotrebi. Procedurom su definisani međusobni odnosi sudionika u postupku provođenja revizije i kontrole cestovne sigurnosti, obaveze, odgovornosti, rokovi, način praćenja realizacije revizije i kontrole cestovne sigurnosti, način praćenja implementacije predloženih mjera, forma izvještavanja i vođenje evidencije o izvještajima. Pored nabrojanih ciljeva, Procedura ima za cilj i ujednačavanje pristupa konsultanata prilikom provođenja RSA. Cilj je da se koristi SEETO⁴ priručnik, koji je u skladu sa PIARC⁵ vodičem za provođenje RSA. Dodatno nametnutom obavezom uključivanja domaćih certificiranih revizora (auditora) obezbjeđuje se provođenje procesa prema PIARC-u.

Procedura je obuhvatila sljedeće Direktive:

- Direktiva 2008/96/EZ o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture
- Direktiva 2019/1936 Evropskog Parlamenta i Vijeća o izmjeni Direktive 2008/96/EZ o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture
- Direktiva 2004/54/EZ o minimalnim zahtjevima za tunele u Transevropskoj cestovnoj mreži
- Direktiva 2010/40/EU Evropskog Parlamenta i Vijeća o okviru za uvođenje inteligentnih saobraćajnih sistema u cestovnom saobraćaju i veze s ostalim vrstama prevoza

U najvećoj mjeri su obrađene prve dvije direktive i to sa aspekta RSI i RSA. Druge dvije direktive su također nezastupljene u domaćem zakonodavstvu, a JP Autoceste F BiH se čak i u većoj mjeri bave ovim oblastima, obzirom na veliki broj tunela i razvijen sistem ITS-a, odnosno upravljanja i nadzora autocestom.

Do sada je kroz RSA je obrađeno osam dionica autoceste ukupne dužine 72,5 kilometara:

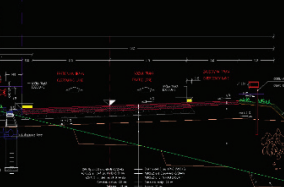
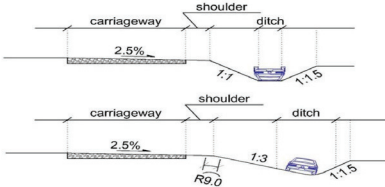
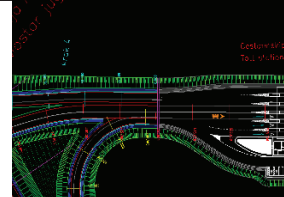
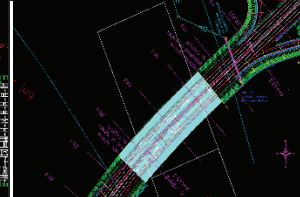
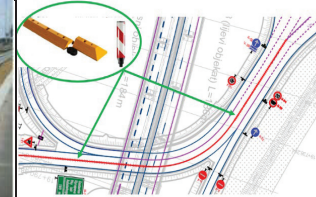
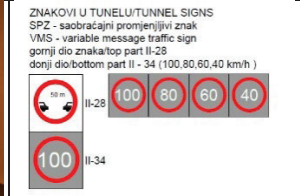
- Donja Gračanica - Zenica sjever (2,1 km)
- Buna - Počitelj (7,2 km)
- Doboj Jug - Medakovo (8.5 km)
- Mostar jug – Buna (9,2 km)
- Medakovo - Ozimica (21,3 km)
- Ozimice - Poprikuše (11,9 km)
- Tarčin - tunel Ivan (6,8 km)
- Poprikuse - Nemila (5,5 km)

Do sada su izgrađene samo dionice Donja Gračanica – Zenica, Tarčin – tunel Ivan, te Buna – Počitelj, međutim ova dionica iako izgrađena, još uvijek nije u eksploataciji. Većina audita je provedeno nad glavnim projektima navedenih dionica. Također, većinu audita su radile inostrane kompanije i konsultanti, međutim donošenjem gore spomenute Procedure na koju su i banke finansijeri dale saglasnost, obaveza je uključivanje domaćih certificiranih stručnjaka u proces RSA.

U nastavku je dat pregled tipičnih nedostataka i mjera koje su auditori identifikovali u projektnoj dokumentaciji navedenih dionica:

⁴ SEETO – South-East Europe Transport Observatory, sada Transportan zajednica

⁵ PIARC – World Road Association

Sigurnosni problem	Preporuka
Trasa i poprečni presjek	
- Smanjenje zaustavne preglednosti uslijed postavljanja barijera za zaštitu od buke - Kratki prekidi između zaštitnih ograda - Veliki omjer kosina (3:1) - Širina zaustavne trake (2,5 m)	- Osigurati zaustavnu preglednost pomjeranjem zvučnih barijera ili proširivanjem bankine - Projektovanje blažih kosina ili zaštita postojećih ogradama - Proširivanje zaustavne trake na 3+ m
 	
Petlje i naplatna mjesta	
- Tankoslojna horizontalna signalizacija u zoni petlji - Mali radijusi na krakovima petlji koji mogu dovesti do izlijetanja vozila - Nezaštićena mjesta razdvajanja tokova na kojima je obično postavljen „T“ portal - Mogućnost pojave krivog smjera - Opasni betonski zidovi na prilazima naplatnim rampama - Generalna primjedba mali prostor za lociranje petlji i naplatnih mjesta, što stvara probleme u odvijanju saobraćaja	- Projektovanje zvučne horizontalne signalizacije - Povećanje radijusa, povećanje poprečnog nagiba, naglašavanje krivine signalizacijom, fizičko razdvajanje tokova - Zaštita ublaživačima udara - Postavljanje znakova „KRIVI SMJER“
   	
Tuneli	
- Zaštita ulaznih portala i ugibališta - Visoki ivičnjaci u tunelima uslijed naleta vozila utiču na gubitak kontrole nad vozilom - Nedostatak prelaza kolovoznih traka ispred tunela za interventne službe - Nedozvoljeni prikazi na promjenljivoj signalizaciji	- Zaštita ogradama i ublaživačima udara - Projektovati ivičnjake do 7,5 cm visine; horizontalna signalizacija sa vibro ili zvučnim efektom - Projektovanje upravljivih rampi u blizini tunelskih portala - Onemogućavanje nedozvoljenih prikaza
 	 
Zaštitne ograde u ublaživači udara	
- Kosi završeci ograda - Kratki razmaci između susjednih ograda <80 m	„End Terminali“ - Izbjegavanje kratkih razmaka („rupa“) između zaštitnih ograda

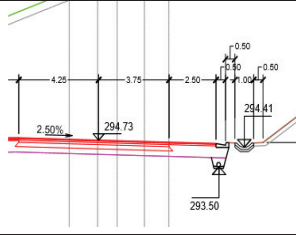
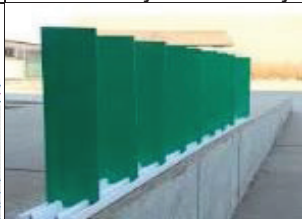
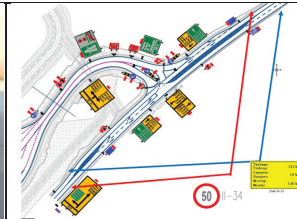
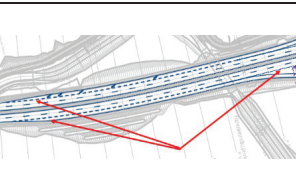
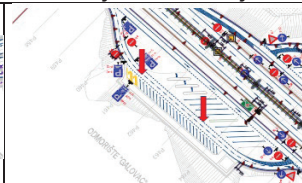
- Spojevi ograda mostova sa ogradama na trasi - Nezaštićene betonske kanalice odvodnje - Opasni otvori na ogradama na lokacijama SOS telefona	- Generalna preporuka, poštivanje standarda EN1317; upotreba atestiranih sistema, obraćanje pažnje na radnu širinu i sl. -		
			
Pristupne ceste			
- Svjetla vozila sa pristupnih i drugih cesta u nivou može dovesti do zaslepljivanja vozača na autocesti - Vrsta priključaka pristupnih cesta na postojeće ceste (lokalne, regionalne, magistralne) - Elementi poprečnog profila i trase, te preglednos na priključcima - Nedovoljno jasno obilježavanje na pristupnim cestama	- Projektovati zaštitu od zaslepljivanja između autoceste i pristupnih cesta - U većini slučajeva kada se cesta priključuje na prometniju regionalnu ili magistralnu cestu, predlaže se kružni tok - Poboljšanje elemenata ceste ili čak smanjivanje širine traka sa 3,5 na 3,25 ili 3 m - Projektovanje adekvatne signalizacije za vođenje saobraćaja		
			
Saobraćajna signalizacija			
- Upravljanje brzinama na trasi i na izlazima iz tunela - Na dionicama sa gušćim saobraćajem, problem može predstavljati razmak između vozila - Na petljama, tunelima i trasi obična tankoslojna horizontalna linija nije dovoljna da upozori vozače na neželjena preostrojanja - Nepravilna signalizacija na mjestima razdvajanja tokova, na odmorištima i sl. može navesti vozače na pogrešne radnje - Nedostatak strelica za vođenje saobraćaja	- Usklađivanje brzina, posebno na izlazima iz tunela u kojima je ograničenje 100 km/h - Projektovanje znakova (sekcija) koje upozoravaju na pravilno držanje razmaka - Projektovanje horizontalne signalizacije sa vibro i zvučnim efektom - Pravilno i unificirano projektovanje signalizacije na mjestima razdvajanja tokova, odmorištima i sl.		
			

Tabela 1. Tipični nedostaci i predložene mjere iz RSA izvještaja

U tabeli su predstavljeni neki od tipičnih sigurnosnih nedostataka identifikovanih u projektnoj dokumentaciji pobrojanih dionica. Nakon što auditori prepoznaju i opišu problem, za svaki od njih daju prijedlog mjere za otklanjanje nedostatka, odnosno

unaprjeđenje sigurnosti. Naredni korak u RSA procesu jeste osvrt projektanta prema postavljenim problemima i mjerama. Na samim počecima, kod prvih RSA izvještaja, kada projektanti nisu bili upoznati sa metodologijom, prilično su se tvrdo postavljali prema ukazanim sigurnosnim neodstacima. Odgovori su uglavnom bili na način da se po svaku cijenu opravda projektantsko rješenje, pozivajući se na projektni zadatak, smjernice, standarde i sl. Međutim, kako su i projektanti dijelom prošli kroz proces edukacije i sertifikacije za RSA i RSI, svijest o sigurnosnim mjerama, koje su u načelu jeftine i značajno unaprjeđuju finalni projekat, se bitno promijenila.

Slična situacija je bila i na strani upravitelja, ali više iz drugog razloga. Većina provedenih audita je urađena dosta kasno, kada su projekti već finalizirani i kada je krenuo proces izbora izvođača za gradnju dionice ili čak kada je on izabran. Ovo je primoralo upravitelja da isto tako nekada bude tvrd u prihvatanju mjera, znajući da će to proizvesti skupe varijacije u procesu izgradnje. Auditi i danas kasne, ali ipak sada je većem broju uposlenih u lancu jasno da RSA mora biti inkorporiran u odgovarajuću dionicu, pa tako u različitim fazama procesa on bude proveden, na zadovoljstvo finansijera (IFI), ali i upravitelja.

Isto tako, danas su sve kvalitetniji projekti, pa čak imamo i primjer posljednjih RSA izvještaja koji su reklo bi se kozmetičke prirode za glavni projekat i u dobroj mjeri se odnose na saobraćajno tehničku opremu. Ovakve izvještaje praktično nije zahtjevano provesti čak ni u fazi gradnje neke od dionica autoceste, a same izmjene konstatovati kroz projekte izvedenog stanja.

4. Zaključak

Do sada provedeni auditi na autocesti su u značajnoj mjeri poboljšali projektnu dokumentaciju sa aspekta sigurnosti saobraćaja. Većina audita je provedena kroz jednu od četiri faze, uglavnom se to radilo o idejnom ili glavnom projektu. Auditiranje kroz sve četiri faze bi značajno poboljšalo sigurnost, obuhvatajući praktično sve faze životnog vijeka projekta, od kojih su prve tri isključivo proaktivne.

Međutim, najznačajniji doprinos sigurnosti cestovne infrastrukture za sve ceste bilo bi kroz inkorporiranje Direktive u domaće zakonodavstvo. Kako je stanje saobraćajne sigurnosti u F BiH na veoma niskom nivou, zbog velikog broja poginulih i povrijeđenih, nameće se velika potreba za provođenjem i ostalih (proaktivnih i reaktivnih) metodologija, na prvom mjestu Road Safety Inspection, kojim bi se otklonili nedostaci na postojećim cestama koji generišu navedene posljedice. Također, izmjena zastarjelih smjernica za projektovanje obezbijedilo bi jedinstven pristup projektovanju modernih i sigurnih cesta.

LITERATURA

- [1] Direktiva 2008/96/EZ o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture
- [2] SEETO ROAD SAFETY INSPECTION MANUAL, 2016
- [3] Priručnik za reviziju bezbednosti saobraćaja, 2014, COWI
- [4] RSA izvještaji, JP Autoceste F BiH

Kontrola sigurnosti cesta (RSI) na magistralnim cestama u Federaciji Bosne i Hercegovine

Road safety inspection (RSI) on main network in Federation Bosnia and Herzegovina

Dželila Šehić,
dip.inž.saob.
JP CESTE FBiH
sdzelila@jpdcfbih.ba

Lejla Kukavica,
dip.inž.građ.
JP CESTE FBiH
lejla.kukavica@jpdcfbih.ba

Senad Smajlović,
dip.inž.građ.
JP CESTE FBiH
ssenad@jpdcfbih.ba

Sažetak

Revizija sigurnosti cestovnog prometa (RSA) propisana je Direktivom EC 96/2008 i stoga je obvezna za sve članice EU. Tijekom posljednjeg desetljeća primjene Direktive većina provedenih postupaka, predvođenih revizijom sigurnosti cestovnog prometa, dala je izvrsne rezultate povećanja sigurnosti cestovnog prometa. Zbog toga su daljnje izmjene i dopune Direktive (proširenje) uvedene u svibnju 2018. i veljači 2019.godine. To jasno pokazuje da se Direktiva smatra vrlo uspješnom i da ovu dobru praksu treba podijeliti s zemljama koje nisu članice EU-a.

Pored RSA za nove ceste, Direktivom je propisana Kontrola sigurnosti cesta (RSI) za postojeće ceste. Naime, RSI je alat posvećen postojećim cestama i problemima/mjerama sigurnosti na cestama koje se mogu provesti kroz održavanje.

U radu su prikazani rezultati Izvještaja o izvršenom RSI na magistralnim cestama u Federaciji BiH u ukupnoj dužini od 446,44 km, a koji predstavljaju sustavni pregled na licu mjesta proveden od strane neovisnih stručnjaka za sigurnost cestovnog prometa postojeće ceste ili dionice ceste gdje su identificirana opasna mjesta i nedostaci koji mogu uticati na sigurnost u prometu.

Ključne riječi: Direktiva EC 96/2008, Kontrola sigurnosti cesta (RSI), magistralne ceste, dionice magistralnih cesta, sigurnost, kratkoročne, FBiH.

Abstract

Road Safety Audit (RSA) is stipulated within EC Directive 96/2008 and therefore mandatory for all EU members. During the last decade of Directive usage most of the implemented procedures, led by Road Safety Audit, provided excellent road safety results. This is why further Directive amendments (extension) were introduced in May 2018 and February 2019. This clearly indicates that Directive was seen as being very successful and that this good practice should be shared with Non-EU members.

In addition to RSA for new roads, the Directive prescribes Road Safety Inspection (RSI) for existing roads. Namely, RSI is a tool dedicated to existing roads and road safety issues/measures that can be implemented through maintenance.

Presented in the paper are the results of the Reports on the RSI performed on the main networks in the Federation of BiH with a total length of 446,44 km, which represent a systematic on-site inspection carried out by independent road traffic safety experts of the existing road or road section where dangerous places have been identified and defects that can affect safety in traffic.

Key words: Direktive EC 96/2008, Road Safety Audit, main roads, section of main road, FB&H, safety, short-term measures.

1. Uvod

Prometne nezgode su jedan od najznačajnijih problema sa kojima se suočavaju moderna društva. Osim humanog aspekta smanjenja broja smrtno stradalih i povrijeđenih u prometnim nezgodama, postoje snažni argumenti za smanjenje broja smrtno stradalih u prometnim nezgodama sa ekonomskog aspekta jer iste oduzimaju ogromne financijske resurse. Mnoge države sa niskim ili srednjim prihodima mogu imati velike društveno-ekonomske gubitke čiji su uzrok prometne nezgode. Osim toga, većina smrtno stradalih ili teže povrijeđenih su starosti između 15 i 44 godina i nalaze se u najproduktivnijim životnim fazama, te gubitak njihove produktivnosti može biti prepreka za budući ekonomski rast.

U slučaju Federacije Bosne i Hercegovine (FBiH) i na osnovu korištene metodologije Svjetske banke procjenjuje se da ekonomski gubici iznose 400 milijuna eura godišnje¹, a u Republici Srpskoj 170 milijuna eura godišnje². Broj smrtno stradalih osoba i ozbiljni ekonomski gubici uzrokovani prometnim nezgodama u Bosni i Hercegovini (BiH) zahtijevaju hitnu i kontinuiranu pažnju vlasti, a resurse koji se koriste za tu aktivnost potrebno je povećati u skladu sa porastom prometa. S obzirom da je sigurnost prometa kritično pitanje u BiH, pri čemu je stopa prometnih nezgoda sa fatalnim ishodom po glavi stanovnika znatno veća nego u zemljama zapadne Europe koje u tom segmentu bilježe najbolje rezultate, postoji snažna potreba za sistemskim pristupom koji može dovesti do rezultata.

Bosna i Hercegovina je dobila financijska sredstva od Međunarodne banke za obnovu i razvoj (IBRD) u cilju podrške u sprovođenju Projekta modernizacije drumskog sektora u FBiH. Ukupni cilj ovog projekta je unapređenje prometne povezanosti i sigurnosti za korisnike cesta koji su obuhvaćeni projektom kao i jačanje kapaciteta za održivo upravljanje osnovnom cestovnom mrežom. Tijekom 2019. godine urađena je iRAP Studija, u okviru koje je izvršen pregled cjelokupne magistralne mreže na području Federacije BiH u dužini od 2.293,70 km. Provedenim analizama utvrđen je veliki broj vertikalnih prepreka uz cestu koje mogu rezultirati teškim prometnim nezgodama. Na određenom broju pregledanih segmenata analiziranih dionica cesta postoji mogućnost naleta vozila na nezaštićene završne elemente zaštitnih ograda, kao i mogućnost udara vozila u krute prepreke koje se nalaze uz cestu, a koje potencijalno mogu dovesti do teških ili smrtonosnih ozljeda sudionika u prometu. Jedna od vrlo čestih situacija na analiziranoj cestovnoj mreži su duboki odvodni kanali koji se nalazi uz ceste, što može imati za posljedicu teške prometne nezgode uslijed iskliznuća vozila s ceste. Za analizu stanja kolničke površine dionica izvršena je procjena cestovne mreže i provedena je kumulativna analiza relevantnih skupova podataka koji su uključivali:

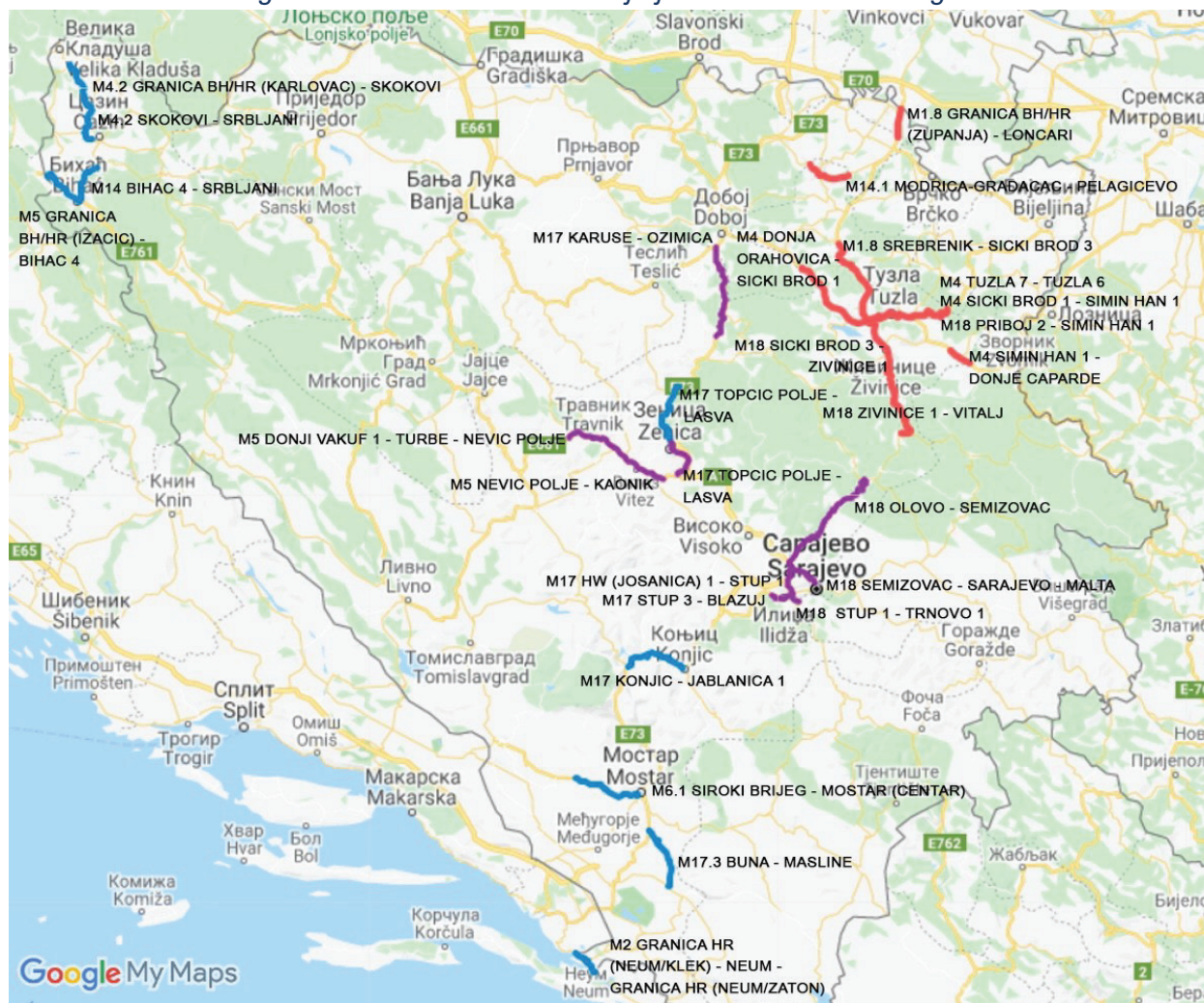
- 1) SRS – broj zvjezdica;
- 2) IRI – Međunarodni indeks hrapavosti (engl. IRI – International Roughness Indeks);
- 3) Vrijednosti kolotraga kolnika;
- 4) Prosječne godišnje dnevne vrijednosti prometa (PGDS) na segmentima procijenjene cestovne mreže.

¹ Studija: Troškovi prometnih nezgoda u FBiH, Kolovoz 2011. godine (https://jpcfbih.ba/assets/upload/dokumenti-o-sigurnosti/troskovi_saobracajnih_nezgoda_u_.pdf)

² Studija: Troškovi prometnih nezgoda u RS, Travanj 2012 godine
https://www.absrs.org/sajt/doc/File/troskovi/Troskovi_saobracajnih_nezgoda_u_Republici_Srpskoj.pdf

Na osnovu navedenih podataka provedena je percentilna analiza vrijednosti kumulativnih rizika. Prvi korak je bio sortiranje statističkih uzoraka silaznim redoslijedom na osnovu prethodno izračunatih vrijednosti kumulativne razine rizika (od maksimalne do minimalne vrijednosti NCRI indeksa). Sortirani statistički uzorak podijeljen je na 100 jednakih dijelova za određivanje normaliziranih percentilnih vrijednosti NCRI indeksa. U posljednjem koraku statističke analize, na osnovu dobivene percentilne krivulje, određena je minimalno dopuštena granična vrijednost NCRI indeksa. Ova vrijednost je naknadno odabrana za konačni odabir kritičnih dionica. Na taj način je identificirano 20% kritičnih dionica na magistralnoj mreži (Slika 1) na kojima je potrebno primijeniti mjere za povećanje razine sigurnosti prometa na zadovoljavajuću razinu.

Slika 1: Pregledna karta 28 dionica za koje je izvršena kontrola sigurnosti cesta



Izvor: Izvještaji o kontroli sigurnosti cesta u FBiH

Nakon rezultata iRap-ove studije, naredni korak bila je kontrola sigurnosti cesta, kako bi se za kritične dionice izvršili detaljni pregledi sa prijedlogom ekonomičnih/niskobudžetnih, ali visoko efikasnih mjera koje se mogu primijeniti prvenstveno u okviru redovnog održavanja cesta.

2. Opis poslova

Glavni cilj kontrole sigurnosti cesta je utvrđivanje nedostataka u oblasti sigurnosti prometa na 28 odabranih dionica magistralnih cesta (Tabela 1), procjena njihovih rizika po sudionike u prometu i predlaganje ekonomičnih/niskobudžetnih i veoma učinkovitih mjera za sigurnost prometa koje će se provoditi u okviru redovnog održavanja cesta.

Kontrola sigurnosti cesta realizirana je za 446,44 km mreže magistralnih cesta na području Federacije BiH, a kojima upravlja JP Ceste Federacije, odnosno za 28 odabranih dionice cesta koje spadaju među najrizičnije dionice (u skladu sa vrijednostima NCRI indeksa) prema rezultatima iz iRAP-a Studije iz 2019. godine.

Tabela 1: Spisak dionica magistralnih cesta za koje je izvršena Kontrola sigurnosti cesta

Redni broj	Dionica magistralne mreže	Stacionaža km	Naziv	Dužina (km)
1	M5 010 Donji Vakuf - Turbe	24+000-26+440	Turbe - Nević Polje	14,75
	M5 011 Turbe - Nević Polje	0+000-12+304		
2	M4.2 001 Gr.Hrvatske - Skokovi	8+600-24+026	Grahovo - Skokovi	15,43
3	M17 012 Konjic - Jablanica	0+000-21+243	Konjic - Ostrožac	21,24
			Ostrožac - Jablanica	
4	M-5 001 Izačić - Bihać	0+000-14+138	Kamenica - Bihać	14,14
5	M4.2 002 Skokovi - Srbljani	0+000-12+000	Skokovi - Cazin	12,00
6	M4 012 Simin Han - Caparde	16+600-23+000	Kalesija - Caparde	6,40
7	M18 005 Priboj 2 - Simin Han	9+100-25+113	gr.Entiteta-Simin Han	16,01
8	M18 009 Olovo - Semizovac	0+000-39+711	Olovo - Semizovac	39,71
9	M18 010 Semizovac - Sarajevo	0+000-10+900	Semizovac - Sarajevo	10,90
29	M17 005 Karuše - Ozimice	0+000-29+497	Maglaj - Ozimica	29,50
11	M17 007 Topčić Polje - Lašva	19+000-32+606	Zenica - Lašva	13,6
12	M18 006 Šićki Brod - Živinice	0+000-12+439	Šićki Brod - Živinice	12,44
13	M14 001 Bihać 4 - Srbljani	0+000-11+672	Bihać - Srbljani	11,67
14	M17 009 Stup 3 - Blažuj	1+200-6+400	Stup - Blažuj	5,20
15	M18 007 Živinice 1 - Vitalj	0+000-30+080	Živinice - Vitalj	30,080
16	M5 012 Nević Polje - Kaonik	0+000-17+350	Vitez - Lašva	17,35
17	M4 011 Šićki Brod - Simin Han 1	0+000-14+435	Tuzla - Simin Han	14,43
18	M17 007 Topčić Polje - Lašva	0+000-19+000	Nemila - Zenica	19,00
19	M1.8 004 Srebrenik - Šićki Brod 3	0+000-27+550	Srebrenik - Šićki Brod	27,55
20	M2 001 Gr Hrvatske - Neum	0+000-3+308	Neum1-Neum2	3,31
	M2 002 Neum - gr.Hrvatske	0+000-5+951		5,95
21	M17 008 HW (Jošanica) 1 - Stup 1	0+000+8+625	josanica - stup	8,62
22	M6.1 010 Široki Brijeg - Mostar	0+000-21+286	Široki Brijeg - Mostar	21,29
23	M1.8 001 Granica BH/HR (Županja) - Lončari	0+000-7+990	Županja (gr. R.h.) - lončari	7,99
24	M4 311 Tuzla7 - Tuzla 6	0+000-6+253	Šićki Brod - Tuzla	6,253
25	M18 011 Stup 1 - Trnovo 1	0+000-3+600	Stup - (gr. R.s.) Kula	3,60
26	M14.1 008 Modriča - Gradačac	13+400-16+556	Modriča-Pelagićevo	3,16
	M14.1 009 Gradačac - Pelagićevo	0+000-9+700	Modriča - Pelagićevo	9,70
27	M17.3 001 Buna - Masline	0+000-19+070	Buna - Masline	19,07
28	M4 010 Donja Orahovica - Šićki Brod	0+000-26+100	Lukavac - Šicki Brod	26,10
Izvor: Studija iRap 2019 godine.			Ukupno (km)	446,44

Tijekom kontrole sigurnosti cesta na mreži magistralnih cesta u FBiH primljenjene su međunarodne najbolje prakse i tehnički detalji iz zahtjeva uz prilagođavanje lokalnim uvjetima i potrebama. Pored terenskog rada, aktivnosti su se odnosile i na izradu Izvještaj o provedenoj kontroli sigurnosti cesta, a u skladu sa zahtjevima Direktive EC 96/2008. U cilju realizacije što većeg broja mjera iz RSI Izvještaja zahtijevano je, a tokom realizacije i urađeno, da se mjere grupišu u tri grupe, kratkoročne, srednjoročne i dugoročne mjere. Kratkoročne mjere su uključivala prijedlog mjera koje se mogu realizirati u okviru redovnog održavanja magistralnih cesta. Odnosno, zahtijevano je da se u izvještajima o kontroli sigurnosti cesta fokusira na identifikaciju nedostataka cestovne sigurnosti na postojećim cestama koje su predmet inspekcije i da se predlože nisko-budžetne, a visoko učinkovite mjere za poboljšanje sigurnosnih uvjeta za sve sudionike u prometu.

Zbog obima posla formirana su tri tima kojima su dodijeljene točno definirane dionice, kako bi se potrebne aktivnosti na terenu i u kancelariji mogle paralelno obavljati i kako bi se ispoštovao planirani rok završetka svih aktivnosti za kontrolu sigurnosti cesta.

Neophodne aktivnosti koje su realizirane se mogu podijeliti u tri faze: Početna faza, faza implementacije i završna faza. U okviru svake od navedenih faza poduzete su potrebne aktivnosti terenskog rada i rada u kancelariji neophodnih za prikupljanje podataka sa terena, analizu podataka i izradu Izvještaja o kontroli sigurnosti cesta.

3. Analiza RSI izvještaja

Kontrola sigurnosti cesta provedena je na odabranim dionicama magistralnih cesta i dostavljeno je 28 Izvještaja o kontroli sigurnosti cesta. Pored toga, u cilju praćenja i evaluacije mjera propisanih u RSI Izvještajima izrađena je „zidna karta“ dionica magistralnih cesta obuhvaćenih kontrolom sigurnosti cesta sa identificiranim glavnim nedostacima, ključnim prijedlozima za unapređenje (mjerama) i procjeni troškova za predložene mjere, a u skladu sa podacima navedenim u Izvještajima.

RSI Izvještaji su pripremljeni u skladu sa Direktivom 2008/96/EZ o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture, te Direktivom EU 2019/1936 o izmjeni Direktive 2008/96/EZ.

RSI Izvještaji su koncipirani u šest (6) poglavlja. Specifični nedostaci sigurnosti prometa prikazani su u trećem potpoglavlju Izvještaja kroz 9 točaka, a u skladu sa zahtjevima iz Direktive 2019/1936, a sa osnovnim ciljem identifikacije rizika za sve sudionike u prometu, sagledavanjem očekivanih tipova nezgoda i prijedlogom niskobudžetnih, a visoko efikasnih konkretnih mjera koje se mogu primijeniti prvenstveno u okviru redovnog održavanja cesta.

U okviru prva dva poglavlja dati su opći podaci o razmatranoj dionici. U trećem poglavlju su prikazani i analizirani specifični problemi i nepravilnosti koji ugrožavaju sigurno odvijanje prometa na dionicama. Treće poglavlje sadrži potpoglavlja u kojima su opisani specifični problemi sigurnosti prometa koji su utvrđeni i razvrstani u skladu sa primijenjenom metodologijom rada i analizom sljedećih elemenata:

- (1) horizontalno i vertikalno pružanje trase;
- (2) raskrižja i čvorišta/petlje;
- (3) sadržaj za ranjive sudionike u prometu;
- (4) rasvjeta, znakovi i oznake;
- (5) prometni signali;
- (6) objekti, zemljišni pojasevi uz cestu i zaštitni sustavi cesta;

- (7) kolovoz;
- (8) mostovi i tuneli;
- (9) ostala pitanja;

Analizom svih 28 izvještaja utvrđeni su opći i najvažniji nedostaci na svim promatranim dionicama, a koji su sumarno prikazani u narednoj tabeli:

Tabela 2: Opći pregled dostavljenih RSI Izvještaja– broj uočenih problema sigurnosti prometa na cestama prema svakom poglavlju Izvještaja i procijenjeni trošak predloženih mjera

Br	Grupa problema	Broj uočenih problema	Trošak [KM]	Prosjek [KM / mjera]	Prosjek [KM /km]
1.	Horizontalno i vertikalno pružanje trase	72	1 509 398	20 964	3 382
2.	Raskrižja i čvorišta	106	4 253 950	40 132	9 531
3.	Sadržaj za ranjive kategorije korisnika cesta	59	6 082 500	103 093	13 627
4.	Rasvjeta, znakovi i oznake	101	2 651 010	26 248	5 939
5.	Prometni signali	3	107 620	35 873	241
6.	Objekti, slobodne zone i zaštitni sustavi cesta	104	14 719 950	141 538	32 979
7.	Kolnik	83	11 361 200	136 882	25 454
8.	Mostovi i tuneli	20	2 144 600	107 230	4 805

Izvor: Projekt modernizacije cesta u FBiH , Završni Izvještaj za Projekt „ Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“

U okviru poglavlja horizontalno i vertikalno pružanje trase obrađene su sljedeće teme: vidljivost i preglednost; ograničenje brzine kretanja i određivanje brzinskih zona; samorazumljivo pružanje trase, pristup susjednim nekretninama i kompleksima; pristup interventnih vozila i vozila za servisiranje; tretmani kod mostova i propusta; i izgled područja uz cestu.

Na nekim razmatranim dionicama kao nedostaci su uočene „oštre“ krivine na kojima je ugrožena sigurnost sudionika u prometu jer je prisutna kombinacija horizontalne krivine malog radijusa (radijusa 60 m) i konveksne vertikalne krivine (Slika 2) zbog čega se cesta vizualno „gubi“ iz vidnog polja vozača.

Slika 2: Kombinacija vertikalne i horizontalne krivine i predloženo rješenje



Izvor: RSI Izvještaj „ Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“

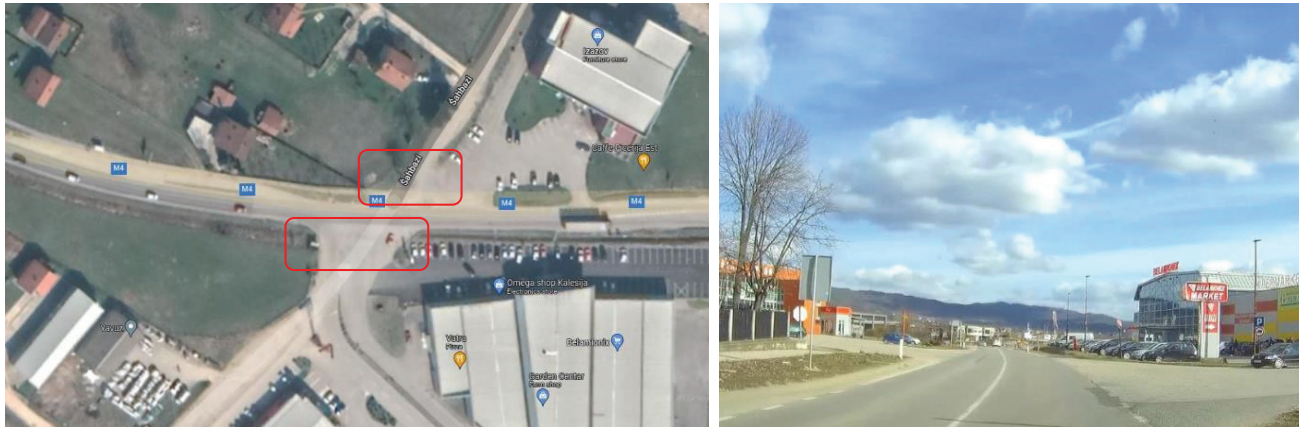
U cilju otklanjanja uočenog nedostatka, predložena je upotreba uzdužnih razdjelnih linija sa zvučnim efektom, dok je za uređenje prilaza objektu (kanaliziranje) predložena

dogradnja nedostajućeg trotoara/pješačke staze koji će dati bolje vođenje i smirivanje brzine, uz dodatne prometne elemente vođenja (markere) i obilježavanja krivine

Raskrižja i čvorišta

Za većinu raskrižja i čvorišta uočena je izražajno velika širina sporednih cesta na samom raskrižju zbog čega se javlja široko konfliktno područje (Slika 3). Predložene su mjere kanalisiranja raskrižja na način da se izvrši suženje sporednih cesta na mjestu priključenja kako bi se smanjilo konfliktno područje, a da se pri tome priključenje na raskrižje vrši u točki sa najvećom preglednošću.

Slika 3: Ortofoto snimak i snimak sa terena raskrsnice na km 19+862 razmatrane dionice



Izvor: RSI Izvještaj „Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“

Kao dugoročna mjera za ovakve uočene nedostatke, predložena je rekonstrukcija raskrižja na način da se izvrši kanaliziranje prometnih tokova na sporednim prilazima, kao i uređenje priključaka servisnih površina na sporedne prilaze.

Pored nedostataka koji se odnose na velike širine raskrižja, evidentirana su i raskrižja tipa „Y“. Kao primjer prikazano je raskrižje tipa „Y“ (Slika 4) koje predstavlja ukrštanje magistralne ceste sa sporednim putem koji uglavnom koriste poljoprivredna vozila za pristup zemljištu. Vozeći se magistralnom cestom stvara se dojam da je priključni kraj ceste glavni pravac.

Pristup sporednoj cesti je preširok i table za usmjerenje nemaju dobar efekt za usmjeravanje saobraćaja na glavni pravac kretanja.

Slika 4: Ortofoto snimak i snimak sa terena raskrižje i predloženo rješenje



Izvor: RSI Izvještaj „Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“

U cilju otklanjanja uočenog nedostatka, predloženo je da se raskrižje kanališe i modifikuje u „T“ oblik, te da se zasadi vegetacija (nisko rastinje) kako bi se blokirao pogled prema sporednoj cesti koji trenutno djeluje zbunjujuće za vozače. Krivinu je potrebno naglasiti tablama za usmjerenje III-71 na žuto-zelenoj podlozi sa minimalno II klasom retrorefleksije kojima će se povećati uočljivost znaka u svim uvjetima vožnje (Slika 5).

Formiranje naselja duž magistralnih cesta i sadržaj za ranjive kategorije korisnika cesta

Jedan od izraženih problema s kojim se susreće JP Ceste FBiH je formiranje naselja duž magistralnih cesta. Ovaj problem je prisutan dugi niz godina, ali JP Ceste FBiH ne mogu uticati i spriječiti taj trend, a što za posljedicu ima formiranje velikog broja nesigurnih priključaka i prilaza stambenim i/ili stambeno poslovnim objektima sa prisustvom pješaka.

Tipične prometne nezgode koje mogu da nastanu su nalet vozila na pješaka, biciklistu, te nalet na drugo vozilo (bočni sudar).

Slika 5: Primjeri nesigurnih prilaza uz magistralnu cestu u naseljenim mjestima



Izvor: RSI Izvještaj „ Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“

Kratkoročne mjere koje su predložene za ovakav ili sličan tip prilaza odnose se na kanaliziranje preširokih prilaza / sužavanje pristupa na jednu točku ili što manje pristupnih točki fizičkim/uzdignutim otocima (Slika 6) kako bi se onemogućio nekontrolirani izlazak/uključenje vozila na magistralnu cestu.

Slika 6: Primjeri predloženih rješenja za nesigurne prilaze u naseljenim mjestima



Izvor: RSI Izvještaj „ Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“

Obzirom da određeni segmenti dionica magistralnih cesta prolaze kroz naseljena područja kao jedan od nedostataka koji je zabilježen na svim promatranim dionicama jeste nedovoljan obim sadržaja za ranjive kategorije korisnika cesta. Iako je izgrađen veliki broj pothodnika, ali čak i u slučajevima kada je konfiguracija terena pogodna za korištenje pothodnika, pješaci ne koriste pothodnike već prelaze direktno preko magistralne ceste, tako da se na tim područjima pored pothodnika obilježavaju pješačke staze (Slika 7).

Slika 7: Pješački prelaz na stacionaži km 0+275 razmatrane dionice



Izvor: RSI Izvještaj „Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“

Neadekvatne zaštitne ograde

Na svim razmatranim dionicama primijenjeni su kosi i obli završeci na početku i na kraju ograde. Kosi završeci su izvedeni na način da je jedan plašt pobijen u zemlju i uglavnom bez zakošenja prema vanjskoj strani bankine, pa kao takvi predstavljaju opasnost za vozila koja nalete na njih, obzirom da u takvim slučajevima djeluju kao „katapult“. Također, na određenim segmentima razmatranih dionica ugrađene su zaštitne ograde sa oblim završecima, uglavnom na krajevima ograda. Prilikom udara u ove elemente može doći do prodiranja ograde u kabinu vozila što bitno može da utiče na ozbiljnost povreda.

Slika 8: Završeci zaštitnih ograda na razmatranim dionicama magistralnih cesta



Izvor: RSI Izvještaj „Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“

Kao kratkoročna mjera predložena je korekcija (postojećih) kosih završetaka sa zakošenjem na vanjsku stranu bankine kako ne bi došlo do naleta i podizanja („katapultiranja“) vozila, te ugradnja kosih završetaka na mjestima gdje nedostaju. Na nekim mjestima predložena je ugradnja „end terminala“, odnosno završetka sa efektom ublažavanja udara.

4. Zaključak

Provođenje kontrole sigurnosti cesta na 446,44 km mreže magistralnih cesta bio je intenzivan i zahtjevan zadatak. Korištenjem višekriterijske evaluacije koja uključuje crne točke identifikovane iRAP studijom iz 2019. godine, za provođenje RSI odabrano je 28 dionica magistralnih cesta. Glavni ciljevi realizacije kontrole sigurnosti cesta bili su identifikacija nedostataka sigurnosti na cestama, procjena rizika za korisnike cesta i prijedlog specifičnih, niskobudžetnih/ekonomičnih i visoko učinkovitih mjera za povećanje sigurnosti na cestama koje se u što većem broju mogu realizirati u okviru održavanja cesta. Predložene mjere imaju za cilj smanjenje rizika za sigurnost prometa na dionicama magistralnih cesta koje su predmet kontrole sigurnosti cesta.

Procijenjeni trošak predloženih mjera za 28 dionica magistralnih cesta, uz fokus na ekonomične/niskobudžetne mjere je prilično visok i iznosi 43.675.628 KM (22.330.994 Eura). Može se zaključiti da se predložene mjere u RSI Izvještajima za 28 cestovnih dionica u najvećem broju odnose na unaprjeđenje zaštitnih cestovnih sistema na odabranim cestama, a njihovo rješavanje u financijskom smislu najviše se odnosi na zamjenu i postavljanje zaštitnih odbojnih ograda klase H1Wn, a ostale predložene mjere se u velikom broju mogu riješiti kroz postojeće ugovore o redovnom održavanju magistralnih cesta, a zahtjevnije i veće zahvate (rekonstrukcije raskrsnica itd.) će se planirati u okviru plan poslovanja JP Ceste FBiH.

S ciljem uniformiranja načina obilježavanja određenih elemenata na mreži magistralnih cesta, pored predloženih mjera u okviru RSI Izvještaja, kao prilozi Izvještaju predložena su tipska rješenja za obilježavanje zone škole, obilježavanje izolovanog pješačkog prelaza, obilježavanje ulaza u naselja, pravilnog postavljanja početno-završnih konstrukcija zaštitnih ograda na putu, kao i primjeri prijelaznih konstrukcija zaštitnih ograda prema standardu EN1317.

5. Literatura

- [1] *International Road Assessment Programme - iRAP Studija*, 2019.
- [2] *Studija: Troškovi prometnih nezgoda u FBiH*, Kolovoz 2011.
- [3] *Studija: Troškovi prometnih nezgoda u RS*, Travanj 2012.
- [4] *Direktiva EC 96/2008 Europskog Parlamenta i Vijeća o upravljanju sigurnošću cestovne infrastrukture*, Studeni 2008.
- [5] *SEETO Road Safety Inspection Manual / Priručnik za provjeru sigurnosti prometa*, Lipanj 2016.
- [6] *Izveštaji o kontroli sigurnosti cesta u FBiH za Projekat „ Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“ 2022.*
- [7] *Završni Izveštaj za Projekat „ Kontrola sigurnosti cesta na odabranim dionicama magistralnih cesta u FBiH“* Rujan 2022.

MOGUĆNOST PRIMENE POLIMERA SUPERPLAST I UTICAJ NA OTPORNOST PRI NISKIM TEMPERATURAMA ASFALTNIH MEŠAVINA

SUPERPLAST POLYMER APPLICATION POSSIBILITY AND IMPACT ON THE LOW-TEMPERATURE RESISTANCE OF ASPHALT MIXTURES

Nikola Rangelov¹, China Shandong International Economic & Technical Cooperation Group Ltd
Aleksandar Milojević², Koridori Srbije

Sažetak: Smanjenjem prirodnih resursa i minerala ukazala se potreba za inovacijama u procesima proizvodnje i ugradnje asfaltnih mešavina. Ranijim laboratorijskim ispitivanjima i izvođenjem različitih probnih deonica potvrđeni su benefiti upotrebe superplastifikatora u asfaltnim betonima. Ono što do sada nije ispitano, a što je prikazano u ovom radu jeste uporedna analiza asfaltnih mešavina sa i bez dodatka ovog polimera pri niskim temperaturama. Eksplicitno su predstavljeni pozitivni efekti upotrebe ovog aditiva u proizvodnji i ugradnji, ekonomska i ekološka analiza u odnosu na mešavine izradjene sa običnim putnim, odnosno polimer - modifikovanim bitumenom. Ispitivanjem otpornosti pri niskim temperaturama pomera se granica u iskustvima upotrebe superplastifikatora u Republici Srbiji i stvaraju se povoljne okolnosti za sistemsku upotrebu u proizvodnji i ugradnji asfaltnih mešavina.

Ključne reči: Asfaltne mešavine, Superplast, Otpornost pri niskim temperaturama

Abstract: The reduction of minerals and natural resources has highlighted the need for improvements in the methods used to manufacture and install asphalt mixtures. Superplasticizers are advantageous when used in asphalt concrete, as demonstrated by previous laboratory studies and the execution of numerous test sections. The comparison of asphalt mixtures with and without the addition of this polymer at low temperatures is what has not yet been looked at and is demonstrated in this article. In comparison to mixtures formed with regular road bitumen or with Polymer-modified Bitumens, the advantages of using this addition in production and installation, economic analysis, and ecological analysis are fully outlined. The previous experience in the Republic of Serbia has been moved one step further by using superplasticizers and testing the resistance at low temperatures, which also creates ideal conditions for their systematic usage in the manufacture and installation of asphalt mixtures.

Keywords: Asphalt mixtures, Superplast, Resistance to low temperatures

¹ Responsible Contractor for Roads at Valjevo Project; nikolarangelov14@gmail.com

² Leading Engineer in the laboratory of Koridori Srbije, a.milojevic@koridorisrbije.rs

1. UVOD

Sa ciljem poboljšanja fizičko-mehaničkih karakteristika asfaltnih mešavina razvijeni su različiti aditivi za modifikaciju veziva (polimer – modifikovani bitumen PmB). Proizvodnja, ugradnja i kontrola asfaltnih mešavina sa PmB-om predstavlja složen proces u pogledu neophodne opremljenosti asfaltnih postrojenja, skladištenja, logistike veziva i proizvodnje asfaltnih betona. S tim u vezi razvijena je izrada bitumenskih mešavina primenom tehnologije polimer modifikovanog asfalta (PMA), koja podrazumeva proizvodnju asfaltne mešavine tzv. "suvom metodom" sa standardnim putnim bitumenima i dodavanjem polimernih kompozita u obliku granula tokom samog procesa proizvodnje asfaltne mešavine, direktno na asfaltnom postrojenju (asfaltnoj bazi). Cilj ovog rada jeste uporedna analiza asfaltnih mešavina pri niskim temperaturama spravljenih sa standardnim putnim bitumenom, PmB-om i putnim bitumenom sa dodatkom polimernog kompozita – Superplast. Osnovna pretpostavka od koje se polazi jeste da asfaltne mešavine spravljene prema PMA tehnologiji poseduju istu ili veću otpornost pri niskim temperaturama u odnosu na kolovozne konstrukcije vezane PmB-om, kao i da je upotreba ovih aditiva ekonomski i ekološki isplativa.

2. PRETHODNA ISKUSTVA PROIZVODNJE I UGRADNJE ASFALJNIH MEŠAVINA SA DODATKOM POLIMERA SUPERPLAST

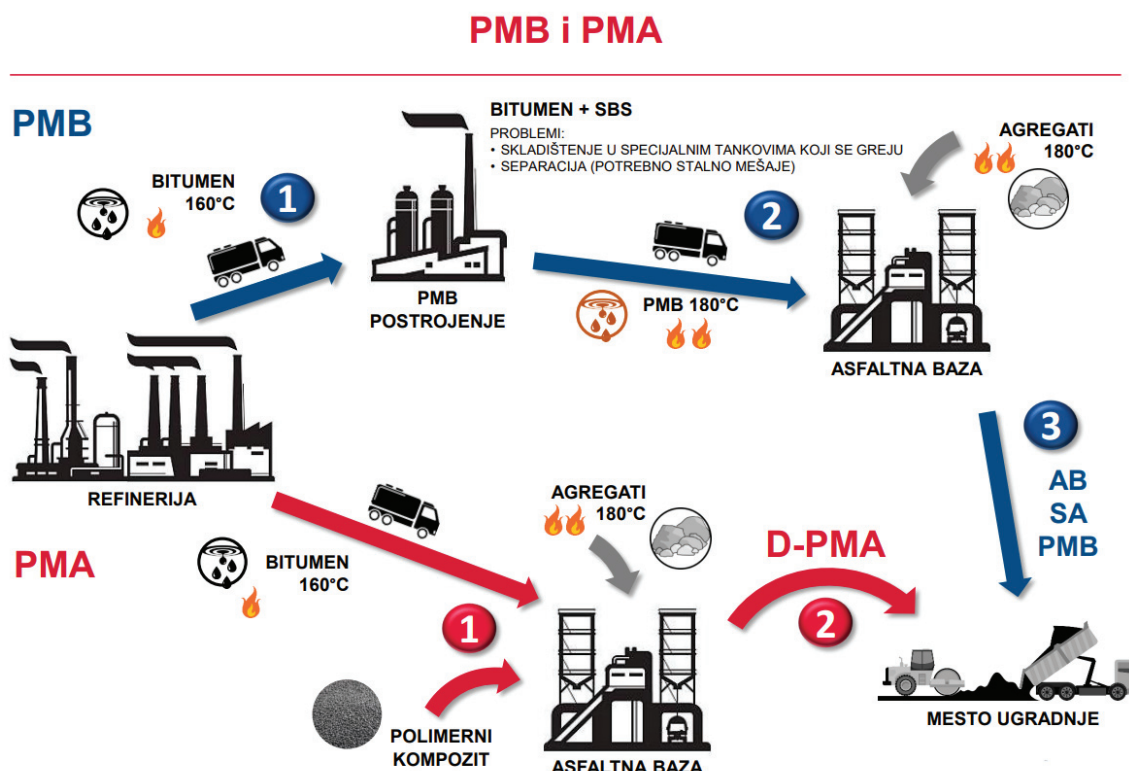
Ranijim laboratorijskim ispitivanjima i izradom velikog broja probnih deonica dokazani su pozitivni uticaji upotrebe polimera Superplast prilikom proizvodnje i ugradnje asfaltnih mešavina. Ono što su obuhvatila prethodna ispitivanja jeste uporedna analiza mineralnih mešavina sa običnim putnim bitumenom, polimer – modifikovanim kao i asfaltne mešavine spravljene sa putnim bitumenom i dodatkom polimera superplast u količini 4-8% u odnosu na količinu veziva.

Dokazano je da mešavine sa dodatkom polimera Superplast u odnosu na osnovnu mešavinu AB 11s B 50/70 poseduju veću krutost i otpornost na trajne deformacije (otpornost na kolotrage), kao i veću stabilnost i odnos stabilnosti i tečenja (Tošković & Tatić 2022).

Kao osnovne prednosti izrade i ugradnje "suvih" asfaltnih mešavina - PMA u odnosu na mešavine spravljene sa polimer – modifikovanim bitumenom navode se:

- Manji gubitak proizvoda – u radu sa PmB-om načelno se 5% ne iskoristi u proizvodnji asfaltna mešavine
- Ne postoji problem stabilnosti tokom skladištenja, što je tipičan slučaj u radu sa PmB-om
- Nema potrebe za specijalnom cisternom za prevoz veziva od rafinerije do mesta proizvodnje
- Nema potrebe za specijalnim tankovima za održavanje visoke temperature skladištenja bitumena i konstantno mešanje
- Fleksibilnost u radu i niži troškovi (Ekonomska analiza prikazana u poglavlju br. 4)
- Duži eksploatacioni vek kolovozne konstrukcije – ušteda u troškovima održavanja
- Postizanjem većih modula krutosti omogućena ugradnja tanjih slojeva kolovozne konstrukcije

Na slici ispod prikazane su osnovne razlike u proizvodnji asfaltnih mešavina sa Polimer-modifikovanim bitumenom i sa standardnim putnim bitumenom uz dodatku polimernih kompozita u procesu mešanja.



Slika 1. Šema proizvodnje i ugradnje asfaltnih mešavina sa PmB-om i sa Polimernim kompozitima

Ono što do sada nije ispitano jeste otpornost asfaltnih mešavina sa dodatkom polimera pri niskim temperaturama. S tim u vezi, u narednom poglavlju prikazan je eksperimentalni deo, metodologija ispitivanja i uporedna analiza rezultata za tri tipa asfaltnih mešavina pri temperaturama 0°C i -5°C.

3. UPOREDNA ANALIZA ASFALJNIH MEŠAVINA PRI NISKIM TEMPERATURAMA SA I BEZ DODATKA POLIMERA SUPERPLAST

Za ispitivanje otpornosti asfaltnih mešavina pri niskim temperaturama sproveden je test prema standardu EN 12697 – 44: Ispitivanje širenja pukotine opitom zatezanja polucilindričnog uzorka. U poglavlju 3.2 ukratko je prikazana metodologija ispitivanja. Uzimajući u obzir aproksimaciju rezultata ispitivanja, za eksplicitne podatke neophodno je pripremiti asfaltne mešavine u istim uslovima i pored ovog testiranja izvršiti analizu u skladu sa standardom EN 12697-46, koji obuhvata sledeće opite: jednoaksijalni opit zatezanja - UTST, opit zatezanja uklještenog uzorka - TSRST, jednoaksijalni ciklični opit zatezanja - UCTST.

3.1 Sastav asfaltnih mešavina AB 11s

Optimalni sastav asfaltnih mešavina AB11s sa različitim vezivima (bitumen i polimer-modifikovani bitumen), kao i mešavine sa dodatkom 6% Superplast-a na količinu bitumena BIT 50/70 prikazan je u tabelama u nastavku.

Tabela 1. Sastav asfaltne mešavine AB 11s sa putnim bitumenom BIT 50/70

AB 11s (BIT 50/70)		
Naziv osnovnih materijala	Mineralna mešavina	Asfaltna mešavina
Kameno brašno "Venčac"	6.0%	5.7%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 0/2mm	32.0%	30.3%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 2/4mm	16.0%	15.1%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 4/8mm	25.0%	23.6%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 8/11mm	21.0%	19.8%
Evro Bitumen BIT 50/70 "NIS"		5.5%
Ukupno:	100.0%	100.0%

Tabela 2. Sastav asfaltne mešavine AB 11s sa polimer – modifikovanim bitumenom PmB 45/80-65

AB 11s (PmB 45/80-65)		
Naziv osnovnih materijala	Mineralna mešavina	Asfaltna mešavina
Kameno brašno "Venčac"	7.0%	6.6%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 0/2mm	33.0%	31.2%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 2/4mm	15.0%	14.2%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 4/8mm	24.0%	22.6%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 8/11mm	21.0%	19.8%
Polimer modifikovani bitumen PmB 45/80-65 "NIS"		5.6%
Ukupno:	100.0%	100.0%

Tabela 3. Sastav asfaltne mešavine AB 11s sa dodatkom polimera Superplast

AB 11s (BIT 50/70 + Superplast)		
Naziv osnovnih materijala	Mineralna mešavina	Asfaltna mešavina
Kameno brašno "Venčac"	6.0%	5.6%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 0/2mm	32.0%	30.2%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 2/4mm	16.0%	15.1%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 4/8mm	25.0%	23.5%
Drobljeni separisani pesak "METALFER STEEL MILL, Mrčići", frakcija 8/11mm	21.0%	19.8%
Evro Bitumen BIT 50/70 "NIS"		5.5%
Polimer "SUPERPLAST" 6% na BIT 50/70		0.3%
Ukupno:	100.0%	100.0%

Optimalni sadržaj bitumena za asfaltnu mešavinu sa polimer - modifikovanim bitumenom je 5.6% dok je za mešavinu sa putnim bitumenom i mešavinu sa dodatkom polimera 5.5%.

3.2 Metodologija ispitivanja otpornosti pri niskim temperaturama

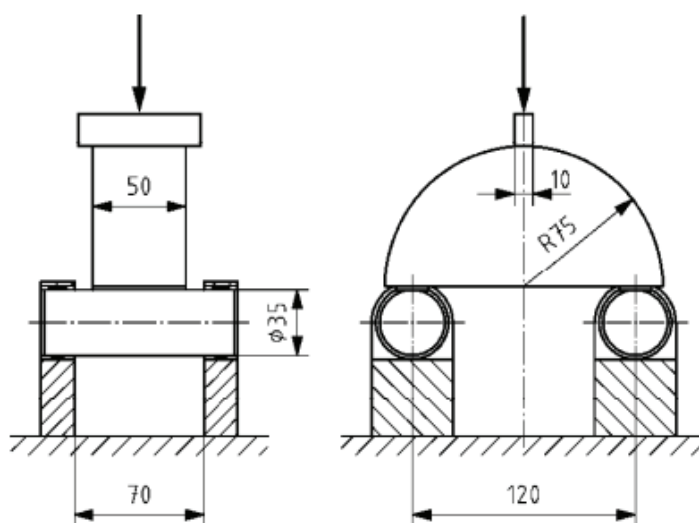
Ispitivanje predmetnih asfaltnih mešavina sprovedeno je prema standardu EN 12697 – 44: Ispitivanje širenja pukotine opitom zatezanja polucilindričnog uzorka (U daljem tekstu "SCB test").

Ovaj evropski standard prema kome je vršeno ispitivanje prikazuje čvrstoću zatezanja, odnosno žilavost loma uzorka za procenu potencijala širenja pukotine.

Opis ispitivanja

Polucilindrični uzorak asfaltne mešavine sa prethodno iniciranom pukotinom u sredini, opterećuje se zatezanjem u tri tačke, tako da je sredina ispitnog uzorka podvrgnuta naponu zatezanja. Tokom ispitivanja, deformacija se povećava konstantnom brzinom od 5mm/min. Opterećenje kome se uzorak izlaže konstantno se povećava, sve dok ne dostigne maksimalnu vrednost, F_{max} , koja je u direktnoj vezi sa žilavošću loma ispitnog uzorka, odnosno očitava se neposredno pre loma asfaltnog uzorka.

Na slici ispod prikazani su uređaj i uzorak za ispitivanje prema SCB testu.



Slika 2. Ispitivanje polucilindričnog asfaltnog uzorka prema SCB testu (EN 12697 – 44)

Kao što je napomenuto, za pripremu uzoraka za ispitivanje korišćene su tri različite mešavine:

1. Asfaltna mešavina AB 11s sa BIT 50/70 (asfaltna baza)
2. Asfaltna mešavina AB 11s sa PmB 45/80-65 (asfaltna baza)
3. Asfaltna mešavina AB 11S sa BIT 50/70 + Superplast (laboratorija)

S obzirom da su prve dve mešavine pripremljene na asfaltnom postrojenju a treća u laboratoriji, pošlo se od pretpostavke da će se rezultati ispitivanja razlikovati zbog uslova i načina pripreme samih mešavina. Iz tog razloga napravljena je i mešavina sa standardnim putnim bitumenom BIT 50/70 u laboratoriji:

4. Asfaltna mešavina AB 11s sa BIT 50/70 (laboratorija)

Izvršeno je ispitivanje iste asfaltne mešavine, sa različitim uslovima proizvodnje, na 0 °C. Rezultati ispitivanja metodom SCB su dati u nastavku.

Tabela 4. AB 11s sa standardnim putnim bitumenom B50/70 (asfaltna baza) (0°C)

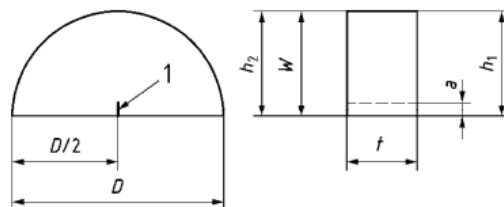
SCB TEST [EN 12697 - 44]									
r.br.uzorka	t	D	H	a	F _{max}	ε _{max}	σ _{max}	YI	K _{IC}
	Debljina uzorka	Prečnik uzorka	Visina uzorka	Dubina zareza	Maksimalna sila	Dilatacija pri maksimalnoj sili	Najveći napon pri lomu	Geometrijski faktor	Žilavost loma
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[mm]	[N/mm ²]	/	[N/mm ^{1.5}]
1	50.60	149.00	74.60	9.03	7,861	1.09	1.043	4.782	26.56
2	50.50	149.00	74.50	9.73	7,905	1.19	1.051	4.781	27.77
3	49.60	149.00	74.70	9,9	7,862	1.22	1.064	4.780	28.36
4	49.50	149.00	74.30	9.07	7,742	1.26	1.050	4.781	26.80
Srednja vrednost	50.05	149.00	74.53	9.28	7,843	1.19	1.052	4.781	27.37

Tabela 5. AB 11s sa standardnim putnim bitumenom B50/70 (laboratorija) (0°C)

SCB TEST [EN 12697 - 44]									
r.br.uzorka	t	D	H	a	F _{max}	ε _{max}	σ _{max}	YI	K _{IC}
	Debljina uzorka	Prečnik uzorka	Visina uzorka	Dubina zareza	Maksimalna sila	Dilatacija pri maksimalnoj sili	Najveći napon pri lomu	Geometrijski faktor	Žilavost loma
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[mm]	[N/mm ²]	/	[N/mm ^{1.5}]
1	49.3	149.00	74.20	9.10	7525	0.80	1.024	4.782	26.16
2	49.4	149.00	74.50	9.29	6354	0.72	0.863	4.782	22.30
3	50.2	149.00	74.10	10.22	6202	0.78	0.829	4.780	22.46
4	50.2	149.00	74.30	9.56	7156	0.83	0.957	4.781	25.07
Srednja vrednost	49.8	149.00	74.28	9.54	6809	0.78	0.918	4.781	24.00

Gde su:

- t – debljina uzorka u milimetrima (mm);
- D - prečnik uzorka u milimetrima (mm);
- H – visina uzorka u milimetrima (mm)
- a – dubina zareza u milimetrima (mm) (10±1mm);
- F_{max} – maksimalna postignuta sila pre loma (N);
- ε_{max} – vertikalna dilatacija pri maksimalnoj sili u milimetrima (mm);
- σ_{max} – napon pri maksimalnoj sili (N/mm²);



$$\sigma_{max,i} = \left(\frac{F_{max,i}}{D_i t_i} \right)$$

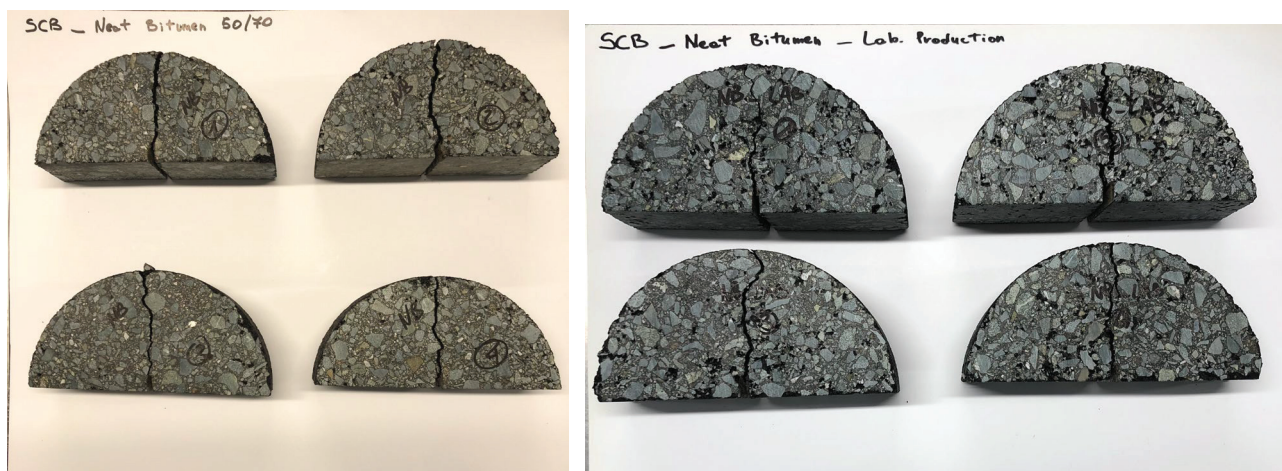
- Y_i – geometrijski faktor

$$Y_i = 4.782 - 1.219 \left(\frac{a_i}{r_i} \right) + 0.063 \exp \left(7.045 \left(\frac{a_i}{r_i} \right) \right)$$

- r_i – radijus polucilindričnog uzorka u milimetrima (mm);
- K_{IC} – žilavost loma uzorka, otpornost vertikalnog širenja pukotine (N/mm^{1.5})

$$K_{IC,i} = \sigma_{max,i} Y_i \sqrt{\pi a_i}$$

Kao što je na početku pretpostavljeno, rezultati ispitivanja asfaltnih mešavina pripremljenih od istih komponentalnih materijala se razlikuju u zavisnosti od mesta i uslova proizvodnje. Asfaltna mešavina proizvedena na asfaltnom postrojenju pokazuje veću otpornost na širenje pukotine pri niskim temperaturama. Na *slici 3* prikazani si polucilindrični uzorci nakon ispitivanja SCB metodom.



Slika 3. Polucilindrični uzorci spravljeni od mešavine AB 11s na asfaltnoj bazi (levo) i u laboratoriji (desno) nakon ispitivanja na 0 °C

Kako bi bilo moguće izvršiti aproksimaciju kao da su sve tri asfaltne mešavine pripremljene u istim uslovima proizvodnje (na asfaltnoj bazi, odnosno u laboratoriji) na osnovu gore-navedenih rezultata ispitivanja za mešavinu sa standardnim putnim bitumenom BIT 50/70, izračunat je korektivni faktor u odnosu na mesto proizvodnje.

Tabela 7. Proračun faktora korekcije na osnovu mesta proizvodnje asfaltne mešavine

Mesto proizvodnje	K_{IC} [N/mm ^{1.5}]	Korektivni faktor (k)
Asfaltno postrojenje	27.37	1.14
Laboratorija	24.00	

Važno je napomenuti da su rezultati koji će biti prikazani u nastavku hipotetički i da je za njihovo dokazivanje neophodno nastaviti istraživanje i proizvesti sve asfaltne mešavine u istim uslovima te zatim napraviti uporednu analizu rezultata.

3.3 Rezultati ispitivanja

U tabeli 8 dat je prikaz svih rezultata ispitivanja asfaltnih mešavina vezanih za krutost i otpornost širenju pukotine na niskim temperaturama. Takodje, pored rezultata za tri

mešavine za koje se vrši uporedna analiza rezultata prikazana je i žilavost loma na uzorku pripremljenom u laboratoriji sa standardnim putnim bitumenom BIT 50/70.

Tabela 8. Rezultati ispitivanja krutosti asfaltne mešavine i SCB testa

Parametar	Standard	PmB (asf. baza)	BIT 50/70 (asf.baza)	BIT 50/70 (laboratorija)	Superplast (laboratorija)	Jedinica
Temperatura proizvodnje	-	-	-	155	180	°C
Temperatura zbijanja	-	165	150	150	150	°C
Procenat bitumena	EN 12697 -1	5.6	5.5	5.5	5.5	%
Maksimalna zapreminska masa agregata (ρ _a)	EN 1097 - 6	2822	2822	2822	2822	kg/m ³
TMD	EN 12697 - 5	2568	2572	2572	2556	kg/m ³
Krutost asf. mešavine E*	2 x 50 udaraca na Maršalovim uzorcima					
Zapreminska masa asfaltnog uzorka	EN 12697 - 6	2,432	2,388	-	2,388	kg/m3
Krutost E* (5°C, 124ms, 4 μm)	EN 12697 - 26	14,223	14,304	-	19,796	Mpa
Krutost E* (20°C, 124ms, 7 μm)		5,074	5,844	-	8,292	Mpa
Krutost E* (40°C, 124ms, 9 μm)		790	767	-	2,075	Mpa
SCB						
Zapreminska masa asfaltnog uzorka	EN 12697 -6	2,391	2,395	2,395	2,380	kg/m ³
Žilavost loma (0 °C)	EN 12697 - 44	29.81	27.37	24	26.55	N/mm ^{1.5}
Žilavost loma (-5 °C)		27.41	26.37	-	25.07	N/mm ^{1.5}

Kao što je prethodno prikazano u tabeli 7, na osnovu uporedne analize rezultata ispitivanja na 0°C dobijen je faktor korekcije, za aproksimaciju rezultata. Na osnovu primene korektivnog faktora mogući rezultati ispitivanja uzoraka sa laboratorije, odnosno asfaltne baze prikazani su u narednoj tabeli.

Tabela 9. Rezultati ispitivanja SCB testa nakon korekcije faktorom k

Parametar	Standard	PmB	BIT 50/70	Superplast	Jedinica
SCB	Laboratorija				
Zapreminska masa asfaltnog uzorka	EN 12697 -6	2391	2395	2380	kg/m ³
Žilavost loma (0 °C)	EN 12697 - 44	26.14	24	26.55	N/mm ^{1.5}
Žilavost loma (-5 °C)		24.04	23.12	25.07	N/mm ^{1.5}
SCB	Asfatlna baza				
Zapreminska masa asfaltnog uzorka	EN 12697 -6	2391	2395	2380	kg/m ³
Žilavost loma (0 °C)	EN 12697 - 44	29.81	27.37	30.28	N/mm ^{1.5}
Žilavost loma (-5 °C)		27.41	26.37	28.59	N/mm ^{1.5}

3.4 Analiza rezultata ispitivanja

Na osnovu poredjenja rezultata laboratorijskih ispitivanja za asfaltne mešavine AB 11s sa različitim vrstama veziva, može se zaključiti sledeće:

- Modul krutosti asfaltne mešavine AB 11s sa standardnim putnim bitumenom BIT 50/70 i dodatkom kompozitnog polimera Superplast, nakon ispitivanja na 5°C je veći za 38% u odnosu na mešavine sa PmB-om, odnosno sa standardnim putnim bitumenom bez dodataka polimera.
- Ispitivanjem modula krutosti za iste asfaltne mešavine na 20°C dokazano je da, mešavina sa dodatkom polimera Superplast poseduje 63% veći modul krutosti u odnosu na mešavinu sa PmB-om, odnosno 41% veći modul u odnosu na mešavinu sa standardnim putnim bitumenom.
- Što se tiče ispitivanja krutosti asfaltnih mešavina na 40°C, očekivano su dobijene znatno niže vrednosti, dok mešavina sa dodatkom Superplast-a u ovom slučaju poseduje veću vrednost kompleksnog modula za 170% u odnosu na mešavinu sa PmB-om, odnosno za 162% poredeći sa mešavinom gde je vezivo standardni putni bitumen BIT 50/70.

Veće vrednosti krutosti omogućuju ugradnju tanjih asfaltnih slojeva, smanjujući troškove izgradnje. Ipak, treba imati u vidu i da izuzetno velika krutost, zbog smanjene fleksibilnosti asfaltnih slojeva, može dovesti do pojave termičkih pukotina. (Radević, A. 2017)

Nakon korekcije rezultata ispitivanja primenom SCB testa, i aproksimacije kao da su sve asfaltne mešavine proizvedene pod istim uslovima (na asfaltnom postrojenju, odnosno u laboratoriji) u tabeli 10 prikazani su benefiti upotrebe polimera Superplast na niske temperature u odnosu na iste asfaltne mešavine sa različitim vezivom.

Tabela 10. Prirast otpornosti na širenje pukotine upotrebom polimera Superplast na 0°C i -5°C

SCB ispitivanje na 0 °C			
AB 11s + Superplast		AB 11s + Superplast	
	1,6%		10,6%
AB 11s (PmB)		AB 11s (BIT 50/70)	
SCB ispitivanje na -5 °C			
AB 11s + Superplast		AB 11s + Superplast	
	4,3%		8,4%
AB 11s (PmB)		AB 11s (BIT 50/70)	

Kao što je prikazano u tabeli dodatak Superplast-a u procesu mešanja, povećava otpornost širenju pukotina pri niskim temperaturama. U poredjenju sa istom asfaltnom mešavinom gde je kao vezivo primenjem polimer - modifikovani bitumen, na 0°C žilavost loma ovakvog uzorka veća je za 1.6%, dok je na -5°C ta razlika 4.3%. Iste asfaltne mešavine sa dodatkom kompozitnog polimera poseduju veću otpornost pri niskim temperaturama, na 0°C razlika je 10.6% a na -5°C ta razlika iznosi 8.4% u korist mešavine sa dodatkom kompozitnog polimera.

4. EKOLOŠKA I EKONOMSKA ANALIZA

Uzimajući u obzir osnovne razlike prilikom proizvodnje i ugradnje asfaltnih mešavina PMA metodom u odnosu na mešavine vezane polimer – modifikovanim bitumenom:

- Razlika u temperaturi transporta standardnog putnog bitumena BIT 50/70 i PmB –a od rafinerije do asfaltnog postrojenja;
- Neophodno održavanje temperature i mešanje u specijalnim tankovima za vezivo na asfaltnom postrojenju, veća potrošnja energije – veća isparenja;

Proizvodnja i ugradnja asfaltnih mešavina PMA tehnologijom jeste ekološki prihvatljivija u odnosu na proizvodnju asfalta sa PmB-om.

Poredeći sastav asfaltnih mešavina i cene svih komponentalnih materijala na dan pisanja rada, dobijene od dobavljača, zaključak je da se upotrebom polimernih kompozita prilikom proizvodnje asfaltnih mešavina ostavaruje ušteda od 11.5% po svakoj toni proizvedenog asfalta.

Kada se u obzir uzme razlika u načinu i temperaturi transporta veziva, lagerovanju i gubitku polimer – modifikovanog bitumena prilikom mešanja ovaj procenat može biti znatno viši u korist mešavina spravljenih PMA tehnologijom.

5. ZAKLJUČAK I PREPORUKE ZA DALJA ISTRAŽIVANJA

Upotrebom polimernog kompozita Superplast prilikom "suve PMA" proizvodnje asfaltnih mešavina ostvaruje se veliki broj pozitivnih efekata u odnosu na tradicionalne metode. Osnovna prednost izrade kolovoznih konstrukcija od asfaltnih mešavina proizvedenih na ovaj način, jeste smanjene štetnog uticaja na životnu sredinu prilikom proizvodnje, značajna finansijska ušteda u procesu proizvodnje kao i činjenica da je logistika višestruko olakšana u odnosu na mešavine sa polimer – modifikovanim bitumenom. Dodatak polimernog kompozita dokazano je primenjiv za sve bituminizirane slojeve, kako za noseće, vezujuće tako i za habajuće.

U ovom radu izvršena je uporedna analiza za habajući sloj od eruptivnog kamenog agregata AB 11s za tri vrste mešavina: sa PmB-om, sa standardnim putnim bitumenom BIT 50/70 i sa dodatkom Superplast-a. Rezultati ispitivanja pokazuju da mešavina sa dodatkom polimernog kompozita pokazuje značajno viši modul krutosti u odnosu na druge dve asfaltne mešavine. Nakon ispitivanja opitom zatezanja polucilincričnog uzorka na 0°C i -5°C mešavina sa dodatkom Superplast-a pokazala je veću otpornost na širenje pukotine.

Kao preporuka za dalje istraživanje predlaže se proizvodnja asfaltnih mešavina pri istim uslovima i izrada ispitivanja prema standardu EN 12697-46. Takodje, izrada opitnih deonica i ponovno ispitivanje nakon određenog perioda eksploatacije. Što se tiče ekološkog aspekta, potrebno je dodatno istražiti upotrebu dodataka od recikliranih materijala prema PMA tehnologiji.

Zbog svih gorenavedenih kriterijama upotreba kompozitnih polimera bi trebala da nadje širu primenu, kako u projektima rehabilitacije i rekonstrukcije tako i novoprojektovanim kolovoznim konstrukcijama, i da doživi sistemsku upotrebu u Republici Srbiji.

6. ZAHVALNOST

Zahvaljujemo se firmi Ras Inženjering Niskogradnja za pripremu asfaltnih mešavina na kojima su vršena ispitivanja. Takodje, zahvaljujemo se kompaniji Iterchimica iz Italije (Suisio,

Bergamo) za sprovođenje laboratorijskih ispitivanja otpornosti asfaltnih mešavina pri niskim temperaturama i aktivno učešće u analizi rezultata.

7. LITERATURA

Cvetanović, A. & Banić, B. (2007). Kolovozne konstrukcije. Beograd: Akademska misao.

EN 1097 – 6. Test for mechanical and physical properties of aggregates – Determination of particle density and water absorption

EN 12697-26. Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt - Part 26: Stiffness

EN 12697-44. Bituminous mixtures — Test methods for hot mix asphalt Part 44: Crack propagation by semi-circular bending test

EN 12697-5. Bituminous mixtures — Test methods for hot mix asphalt - Determination of the maximum density

Mladenović, G. (2018). Predavanja iz predmeta *Kolovozne konstrukcije*. Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Mladenović, G. (2018). Predavanja iz predmeta *Održavanje puteva*. Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Putevi Srbije (2012). Tehnički uslovi za građenje puteva u Republici Srbiji, Javno preduzeće Putevi Srbije

Radević, A. (2017). Karakteristike asfaltnih mešavina sa agregatom od recikliranog betona – Doktorska disertacija. Beograd: Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Tošković, Đ. & Tatić, U. (2022). Izveštaj o mogućnosti primene polimera Superplast za izradu asfaltnih mešavina. Beograd: Institut za puteve

Digitalizacija cestovne ophodarske službe

Digitalization of road monitoring service

¹Saša Šebijan, ¹Božidar Šafran, ²Sadko Mandžuka

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

sasa@viatel.hr, bozidar@viatel.hr

²Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

smandzuka@fpz.hr

Sažetak:

Za osiguranje maksimalne sigurnosti za vozače i učinkovito upravljanje prometom, vrlo važan dio održavanja ceste je usluga nadzora cesta. Ophodarska služba je neophodna za ovu funkciju zbog velikih opasnosti od nesreće ukoliko različite prepreke ostaju na kolniku. Što hitnije uklanjanje različitih prepreka znači da će se vjerojatno dogoditi manji broj nesreća. Stoga je upraviteljima cestovne mreže važno znati gdje su ophodarska vozila, status prometnice i prometa. Kako bi se ubrzao protok informacija (blizu stvarnom vremenu) i sustavno vodila evidencija o podacima o izvješćivanju postoji potreba za digitalizacijom različitih dijelova ophodarske službe. U radu je predstavljeno napredno rješenje za nadzor različitih aktivnosti ophodarske službe. Jedinstveno sučelje za više razina upravljanja uključuje integrirani zaslon za praćenje vozila putem GPS-a. Na temelju prikupljanja podataka ophodnje generiraju se različiti dokumenti.

Ključne riječi: ophodarska služba, digitalizacija, cestovni promet, praćenje, stanje kolnika

Abstract:

For assuring a maximal safety for the drivers and an efficient traffic management very important part of road maintenance is road monitoring services. Monitoring patrol is essential for this functions, due to the high risks of accident if an obstacle remains on the pavement. The sooner the obstacle is removed, the less an accidents is likely to occur. It is therefore of paramount importance for the motorway network manager to know where the patrol vehicles were, status of roads and traffic. In order to speed up the flow of information (near real-time) and systematically keep records of reporting data there is a need for digitization of the various parts of the monitoring service. An advanced solution of monitoring services is presented in paper. The unique interface for more levels of management includes an integrated display for vehicle tracking via the GPS. Based on the data gathering during patrol service various documents are generated.

Keywords: Road monitoring service, Digitalization, Road traffic, Tracking, Pavement

1. Uvod

Ophodarska služba predstavlja važnu sastavnicu održavanja cestovne infrastrukture, kao i izvor značajnog dijela informacija o stanju infrastrukture i prometa koji se odvija na istoj. U tom smislu, uvjeti za uspostavu ove službe na mreži cesta, organizacijski ustroj i potrebna oprema za obavljanje službe te opis temeljnih aktivnosti koje se obavljaju tijekom ophodnje javne ceste, uređuju se posebnim pravilnicima na razini države. U Republici Hrvatskoj to je učinjeno Pravilnikom o ophodnji javnih cesta [11] te Pravilnikom o održavanju cesta [12]. U dosadašnjem načinu rada, nakon ophodnje, ophodar je morao unijeti u Ophodarski dnevnik i Dnevnik redovitog pregleda ceste sve informacije o stanju i prohodnosti javne ceste kao i sve događaje uočene na ophodarskoj dionici, Hrvatske ceste [10]. Ostala dokumentacija, koju je bilo potrebno ispuniti uključuje obrasce „Izvešća o prometnoj nesreći“, „Izvešća o obavljenom izvanrednom pregledu ceste“ te „Putni radni list“. Uz nabrojani set ophodarskih obrazaca i putni radni list, ophodar mora pripremiti eventualnu fotodokumentaciju te po jedan primjerak svakog obrasca dostaviti na ovjeru odgovornoj osobi/osobama.

Osim očiglednog vremenskog raskoraka između nastanka događaja te završetka ophodnje i predaje obrazaca (informacija o stanju, prohodnosti i događajima) odgovornim osobama, značajni je problem i prostorna dislokacija ophodara, stacionara, sjedišta ugovornog izvoditelja radova redovitog održavanja te sjedišta nadležnog tijela za ceste što posljedično zahtjeva dodatno angažirane radne sate povrh službenog vremena ophodnje.

U cilju uspješnijeg i ažurnijeg prijenosa izvještajnih podataka s ophodarskih dionica prema nadležnim tijelima, pokrenuta je odgovarajuća aktivnost digitalizacije ovog procesa kroz projekt Informatizacije protokola za redovno i izvanredno izvještavanje o stanju i prohodnosti s ophodarskih dionica. Kao dodatna pogodnost uvođenja ovakvog sustava, ističe se mogućnost slanja povratne informacije (naloga) iz operativnog centra, odnosno nadležnog tijela prema operativnom osoblju (ophodaru) na terenu, a ujedno i jedinstvena evidencija (baza podataka) svih izvještajnih podataka. Sustav se istovremeno integrira sa sustavom za satelitski nadzor kretanja vozila i omogućuje stvarno-vremenski nadzor lokacije vozila uz automatski unos podataka o kretanju ophodarskom dionicom. Svi podaci mogu se eksportirati i sinkronizirati s drugim poslovno-komunikacijskim sustavima nadležnog tijela i ugovornog izvoditelja redovnog održavanja.

Programsko rješenje sastoji se od WEB i Android mobilne aplikacije te objedinjuje informacije sustava za nadzor kretanja vozila te podatke ophodarskih obrazaca u digitalnom obliku. Mobilna aplikacija omogućuje korisniku (ophodaru) odabir ophodarske dionice iz predefiniranog izbornika te unos opisa izvršenih radova uz mogućnost fotografiranja istih s geotag oznakom. Sustav integrira podatke adresnih dionica iz baze cestovnih podataka te automatski konvertira GPS lokacije radova u broj ceste, dionicu i stacionažu.

U razvoju predloženog rješenja korištena je metodologija dizajniranja u području inteligentnih transportnih sustava, kao nove paradigme rješavanja prometnih problema, [1, 2, 8, 9].

2. Organizacija cestovne ophodarske službe

Kako je u uvodu rečeno, sadržaj rada, organizacijski ustroj te opis temeljnih aktivnosti koje se obavljaju tijekom ophodnje javne ceste uređuju se posebnim pravilnicima na odgovarajućoj razini primjene. U Republici Hrvatskoj, sukladno navedenom Pravilniku, ophodnja javnih cesta obavlja se radi:

- nadziranja stanja i prohodnosti javnih cesta, izvanrednih događaja na njima i meteoroloških uvjeta značajnih za sigurno odvijanje prometa,
- osiguranja iznenadno nastalog izvora opasnosti na javnoj cesti koji se nije mogao predvidjeti,
- provedbe mjera za zaštitu javnih cesta i prometa na njima,
- otklanjanja posljedica izvanrednih događaja na javnim cestama,
- osiguranja redovitih i izvanrednih dojava o stanju i prohodnosti javnih cesta,
- obavljanja radova redovitog održavanja manjeg obima na javnim cestama.

Mjere za zaštitu javnih cesta i prometa koje ophodar mora poduzimati pri ophodnji su:

- nadzor aktivnosti na cesti i uz cestu te u zaštitnom pojasu ceste radi sprečavanja štetnih utjecaja okoline na cestu i na promet na cesti,
- otklanjanje posljedica izvanrednog događaja na cesti koje ugrožavaju cestu ili promet na cesti, odnosno označavanje mjesta na cesti ukoliko posljedice nije moguće odmah ukloniti,
- pružanje potrebnih informacija za obavješćivanje javnosti o prohodnosti, izvanrednim događajima i vremenskim uvjetima značajnim za odvijanje prometa, s propisanom učestalosti dojava i obradom podataka.

3. Korisnički zahtjevi

U postupku izgradnje složenih sustava veoma je važno u početnoj fazi definirati stvarne korisničke zahtjeve. Naime, u prošlosti je bila veoma česta situacija da su se proizveli sustavi koji nisu našli svoju opravdanu primjenu, jer su rađeni na bazi intuicije projektanta bez stvarne veze s potrebama njegovih budućih korisnika. Pri razvoju usluge, osim određivanja njene temeljne funkcije, potrebno je prikupiti korisničke

zahtjeve, kao rezultat analize korisničkih potreba. Korisnički zahtjevi u najvećoj mjeri proizlaze od strane dionika (eng. Stakeholders), koji tako definiraju što žele od usluge, [3, 4]. Dionicima se smatra svaki pojedinac, grupa ljudi, organizacija ili drugi pravni subjekt koji ima izravan ili neizravan interes u sustavu (npr. korištenje sustava, prihodi i slično). To mogu biti razna tijela državne i lokalne uprave, ostale specijalne službe, mediji u privatnom ili državnom vlasništvu, ostali gospodarski subjekti, znanstvene institucije i udruge te korisnici, [5, 6].

3.1. Ključni dionici

Procesni korisnici sustava, sukladno administrativnim pravima, [7, 10] u realnom vremenu mogu pratiti izvještavanje o stanju na cestama putem WEB aplikacije. Ključni procesni dionici su:

a) Ophodarska služba na terenu

Ophodarsko vozilo opremljeno je setom komunikacijske opreme koja uključuje radijsku stanicu, GPS uređaj za satelitski nadzor vozila te laptop ili tablet uređaj s pristupom internetu. Nativna android aplikacija za ophodarsku službu instalira se na tablet uređaj te se uz odgovarajuću identifikaciju korisnika omogućuje pristup pripadajućim funkcijama. Tablet uređaj istovremeno može bilježiti fotografije te video i audio zapise koji se prilažu uz obrazac izvještaja o provedenim radovima, oštećenju kolnika, itd.

Ophodar ispunjava digitalne ophodarske obrasce tijekom ophodnje i istovremeno ih prosljeđuje prema centralnom poslužitelju. Nakon završene ophodnje, ophodar sprema i predaje finalni izvještaj koji se više ne može editirati. Ophodar tijekom ophodnje može slati i „Obrazac izvješća o prometnoj“ nesreći te izvještaje o oštećenju kolnika uz priloženu fotodokumentaciju po potrebi.

Na temelju prijedrenog puta vozila, praćeno putem sustava za satelitski nadzor kretanja, ophodar može pokrenuti izradu „Putnog radnog lista“ uz automatski upis *napomene za pojedino zaustavljanje i izvršene radove iz ophodarskog dnevnika*.

b) Operater u mjestu stalnog dežurstva

Dežurni operater zaprima informacije o stanju i prohodnosti prometnica putem radijskog uređaja i ophodarske aplikacije. Prikupljene informacije prosljeđuje putem OSP sustava nadležnom tijelu za ceste. Ukoliko protokol to zahtijeva, šalje obavijest HAK-u, policiji i drugim nadležnim službama

c) Nadzorni inženjer TI Hrvatskih cesta d.o.o.

Nadzorni inženjer nadležnog tijela za ceste odmah po primitku izvješća može analizirati situaciju, ispisati izvještaj i pokrenuti postupak, odnosno odobriti ili naložiti izvođenje potrebnih radova za otklanjanje nesukladnosti.

d) Nadcestar ugovornog izvođitelja radova

Nadcestar u realnom vremenu može pratiti izvršene radove i uočena oštećenja na kolniku te po potrebi može angažirati grupu za hitne intervencije u mjestu pripravnosti. Grupa za hitne intervencije je opremljena odgovarajućim vozilima, strojevima i alatom s kojim je moguće poduzeti najnužnije mjere za zaštitu javne ceste i prometa na njoj te najnužnije radove za sprječavanje daljnjih oštećenja i ugrožavanja sigurnosti odvijanja prometa na javnoj cesti (Članak 6., NN 75-1405/2014).

e) Dežurni operater Središnjeg centra za nadzor i upravljanje

Dežurni operater Središnjeg centra za nadzor i upravljanje vrši obavješćivanje javnosti o stanju i prohodnosti državnih cesta nakon obrade zaprimljenih informacija (sukladno Šifriranom sustavu dojave) te prevođenjem na DATEX II protokol koji je predviđen za komunikaciju prema Nacionalnoj pristupnoj točki i njezinim korisnicima.

3.2. Definiranje usluga

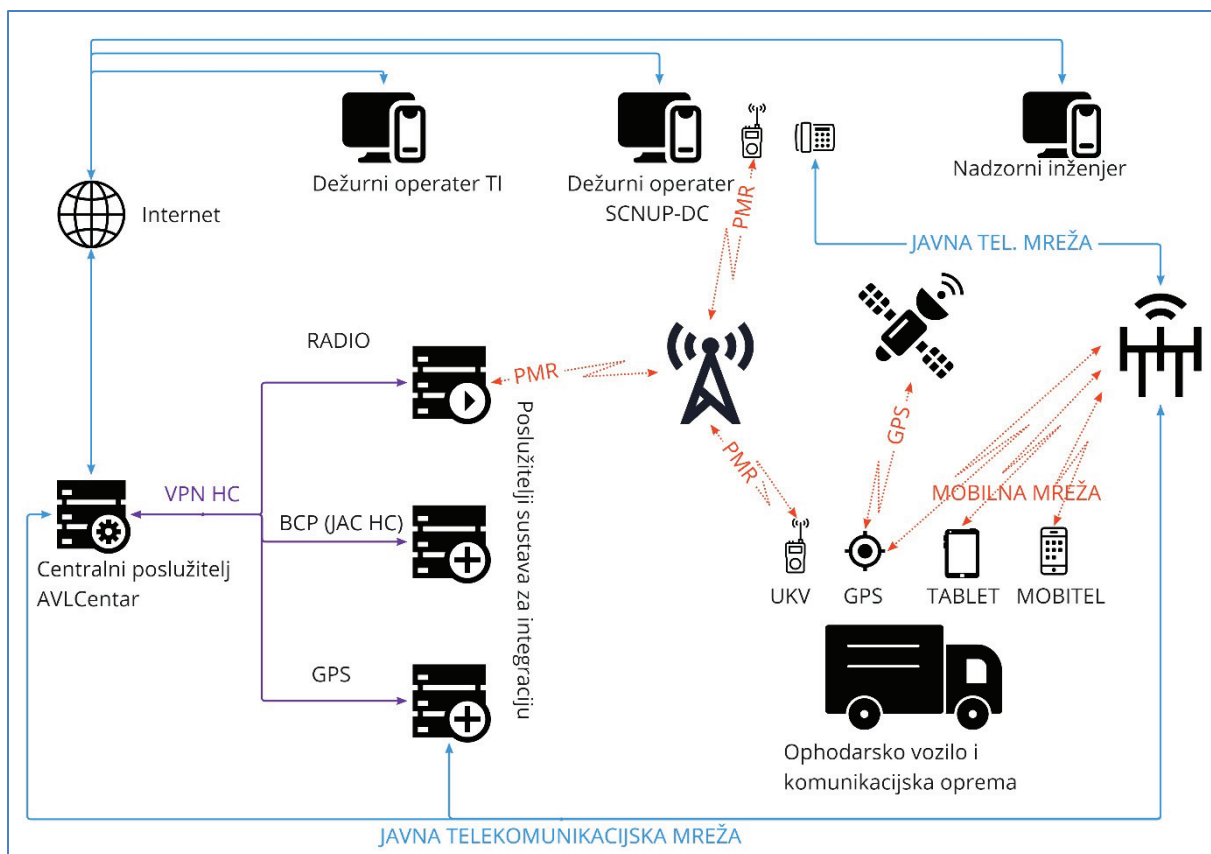
Dionici svojim zahtjevima definiraju funkcionalan i operativan dio usluge kao i sam dizajn. Za ove usluge polazni zahtjev je slijeđenje postojeće dokumentacije koju vodi ophodarska služba. Kako bi se definirala usluga potrebno je prikupiti korisničke zahtjeve koji nakon toga prolaze kroz proces klasifikacije. Prikupljeni korisnički zahtjevi se analiziraju te mijenjaju kako bili jasni te ne bi dolazilo do pogrešaka tijekom razvoja usluge. Prilikom definiranja zahtjeva postoji više koraka, kako bi se na metodološki potpun način definirali svi relevantni zahtjevi. Kao pretpostavka ove procedure potrebno je na osnovu projekcije buduće upotrebe sustava izgraditi odgovarajuće scenarije. Scenariji definiraju realnu sliku upotrebe sustava. U okviru svakog od scenarija u prvom koraku definira se skup ciljeva kojim se želi opisati svrha pojedinog scenarija. To obično odgovara definiranju nekog podscenarija upotrebe. Za svaki od ovih ciljeva definiraju se pojedini projektirani slučajevi upotrebe koji na kraju rezultiraju odgovarajućim zahtjevima, koji proističu iz pojedinih opisa upotrebe.

4. Arhitektura sustava

Arhitektura sustava predstavlja njegovu temeljnu organizaciju koja sadrži ključne komponente, njihove odnose i veze prema okolini te načela njihovog dizajniranja i razvoja, promatrajući cijeli životni ciklus sustava. Takva arhitektura pomaže da se konačna upotreba nekog sustava može planirati na logičan način; uspješno integrirati sa drugim sustavima, ispunjava željene razine performansi, ponaša na željeni način, bude laka za upravljanje, bude laka za održavanje, bude laka za proširivanje te ispunjava očekivanja korisnika. Uobičajena je podjela na fizičku i logičku.

4.1. Fizička arhitektura

Fizička arhitektura definira i opisuje dijelove funkcionalne arhitekture koji mogu biti povezani tako da formiraju fizičke entitete. Na slici 1. prikazani su temeljni entiteti fizičke arhitekture te potreba za ostvarivanjem pojedinih komunikacijskih povezivanja (tijekovi podataka).



Slika 1. Fizička arhitektura

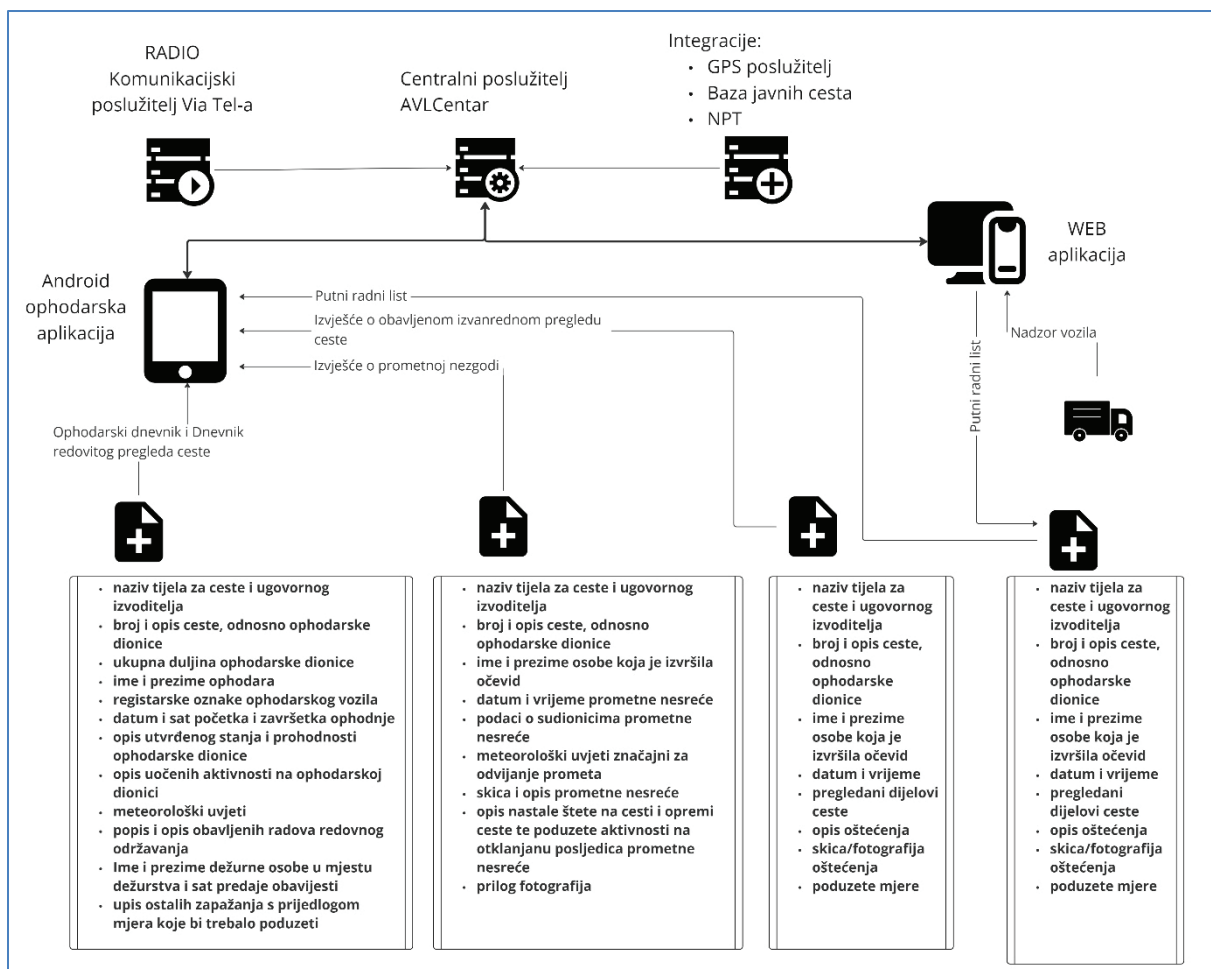
4.2. Logička arhitektura

Logička arhitektura obuhvaća procese i tijekove podataka među procesima. Uspješna arhitektura podrazumijeva da je logička arhitektura nastala prije svega na temelju stvarnih korisničkih zahtjeva te vizije i ukupnog koncepta primjene. Na slici 2. prikazane su temeljne komponente logičke arhitekture sustava informatizacije ophodarske službe.

5. Temeljni dokumenti

Finalni izvještaj sadrži objedinjene informacije o kretanju vozila (popis cesta i ispis rute kretanja na mapi), ispunjene ophodarske obrasce (Dnevnik redovitog pregleda ceste, Izvješće o prometnoj nesreći,...) te putni radni list.

Ispunjena dokumentacija potpisuje se naprednim elektroničkim potpisom davatelja usluge certificiranja FINA-Financijska agencija. Poslovni certifikat za udaljeni e-Potpis (ePotpis u oblaku) korisniku omogućava sigurno potpisivanje s naprednim e-potpisom s bilo kojeg uređaja (pametnog telefona, tableta ili računala). Korisnik ne treba certifikat na kartici ili USB tokenu.



Slika 2. Logička (funkcionalna) arhitektura

a) Ophodarski dnevnik

„Ophodarski dnevnik“ ispunjava se prilikom pregleda ophodarske dionice koja je planom ophodnje predviđena za svakodnevni obilazak. U „Ophodarski dnevnik“ zapisuju se svi događaji na predmetnoj ophodarskoj dionici: „Stanje i prohodnost ophodarske dionice“, „Aktivnosti na ophodarskoj dionici i njenom zaštitnom pojasu“, „Radovi manjeg obima“, „Ostale aktivnosti u funkciji zaštite ophodarske dionice i prometa (Intervencije)“, „Podaci o prometnoj nesreći“. Za svaki događaj bilježi se GPS koordinata i stacionaža, a po procjeni ophodara uzima se i fotografija.

b) Dnevnik redovitog pregleda ceste

„Dnevnik redovitog pregleda“ ispunjava se prilikom pregleda dionice redovitog pregleda koja je planom ophodnje predviđena za obilazak nekoliko puta tjedno ili mjesečno. U dnevnik redovitog pregleda zapisuju se svi događaji istovjetno kao i za „Ophodarski dnevnik“.

c) Izvješće o obavljenom izvanrednom pregledu ceste

U slučaju većih vremenskih nepogoda te posljedično oštećenja trupa i kolnika ceste ispunjava se izvješće o izvanrednom pregledu ceste. Označuju se pregledani dijelovi ceste i opreme, detaljno se opisuje oštećenje i poduzete mjere za sanaciju te se izrađuje se skica / fotografija oštećenja.

d) Izvješće o prometnoj nesreći

Predmetno izvješće ispunjava se u slučaju prometne nesreće. Ophodar izvršava uvid na mjestu nesreće te zapisuje osnovne podatke o vremenu i mjestu nesreće, podatke o sudionicima prometne nesreće te meteorološke uvjete značajne za odvijanje prometa. Izrađuje se skica/fotografija prometne nesreće uz opis prometne nesreće i nastale štete te opis poduzetih aktivnosti na otklanjanju posljedica prometne nesreće.

e) Putni radni list

Po završetku ophodnje ophodar unosi osnovne podatke o početnom i završnom vremenu i kilometraži. Unutar definiranog vremenskog perioda izrađuje se putni radni list temeljem podataka sustava za GPS nadzor vozila te se svako zaustavljanje vozila automatski povezuje s izvršenim radovima iz ophodarskog dnevnika.

f) Izvješćivanje o izvanrednim događajima

Izvanredne obavijesti, sukladno trenutnom pravilniku, proslijeđuju se najprije do dežurnog operatera koji potom po vlastitoj procjeni proslijeđuje bitne obavijesti do sustava za Obavješćivanje o stanju i prohodnosti cesta (OSP), a koje se automatski proslijeđuju i na predefinirane adrese interesnih korisnika.

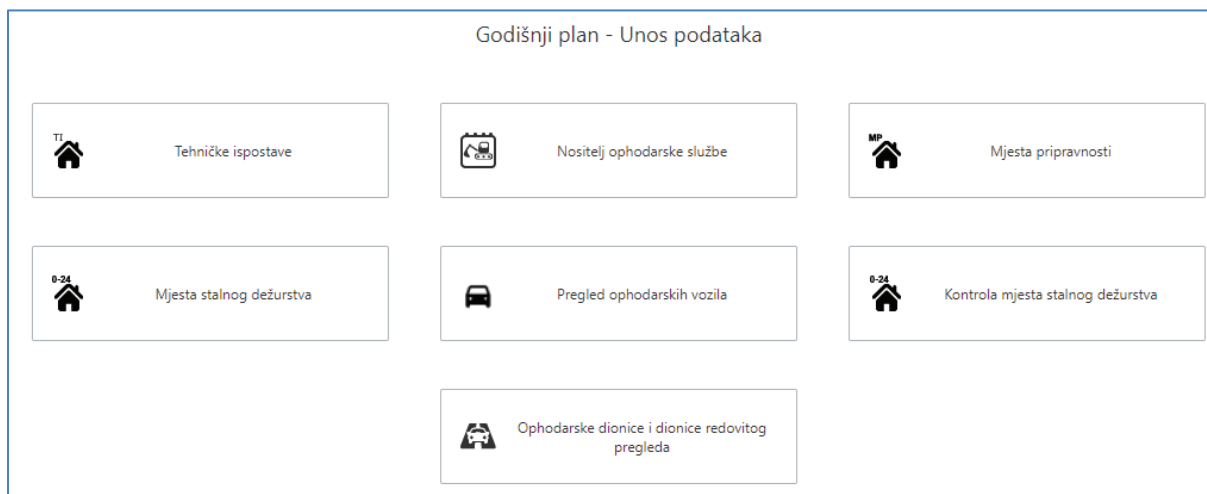
Primjer ispunjenog ophodarskog dnevnika prikazan je na slici 3.

OPHODARSKI DNEVNIK																																																																							
Obavijest predata: _____ u _____ sati.																																																																							
C. RADovi MALEJEG OBIMA <table border="1"> <thead> <tr> <th>POZ.</th> <th>OPIS RADOVA</th> <th>MJESTO (km)</th> <th>JEDINICA MJERE</th> <th>KOLIČINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Ispunjavanje srušenog ili nakolišenog prometnog znaka</td> <td>DCB/012/26+03</td> <td>h</td> <td>0.08</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Čišćenje prometnog znaka od blata ili nanesenog snijega</td> <td>DCB/012/19+91</td> <td>h</td> <td>0.17</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Košenje trave i uklanjanje raslinja oko prometnog znaka</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Čišćenje kolnika od uljnih mrlja asfaltnim sredstvima</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Čišćenje kolnika od rasutog materijala, nanesa blata, lišća, granja, pregašenih životinja i sl.</td> <td>DCB/012/14+05</td> <td>h</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Čišćenje (pošipijavanje) šumskih i vodovodnih grana, presjecanje prepreka radi otpjecanje vode iz cestovnih jarka i kanalizacija, presjecanje barmine i sl.</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Uklanjanje raslinja te manjih prepreka iz slobodnog profila ceste</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Čišćenje cestovnog pojasa od otpada</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Uklanjanje nestabilnog materijala kamena s površine ceste</td> <td>DCB/012/2+211</td> <td>h</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Manji popravci zaštitnih ograda (žičanih, željeznih, ograda na mostovima i sl.)</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Zatvaranje pojedinačnih udarnih nujna na kolniku</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Osiguravanje obasnog mjesta promatranjem postavljanjem prometnih znakova</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Ostali radovi</td> <td></td> <td>h</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		POZ.	OPIS RADOVA	MJESTO (km)	JEDINICA MJERE	KOLIČINA	1	Ispunjavanje srušenog ili nakolišenog prometnog znaka	DCB/012/26+03	h	0.08	2	Čišćenje prometnog znaka od blata ili nanesenog snijega	DCB/012/19+91	h	0.17	3	Košenje trave i uklanjanje raslinja oko prometnog znaka		h		4	Čišćenje kolnika od uljnih mrlja asfaltnim sredstvima		h		5	Čišćenje kolnika od rasutog materijala, nanesa blata, lišća, granja, pregašenih životinja i sl.	DCB/012/14+05	h	0.25	6	Čišćenje (pošipijavanje) šumskih i vodovodnih grana, presjecanje prepreka radi otpjecanje vode iz cestovnih jarka i kanalizacija, presjecanje barmine i sl.		h		7	Uklanjanje raslinja te manjih prepreka iz slobodnog profila ceste		h		8	Čišćenje cestovnog pojasa od otpada		h		9	Uklanjanje nestabilnog materijala kamena s površine ceste	DCB/012/2+211	h	0.5	10	Manji popravci zaštitnih ograda (žičanih, željeznih, ograda na mostovima i sl.)		h		11	Zatvaranje pojedinačnih udarnih nujna na kolniku		h		12	Osiguravanje obasnog mjesta promatranjem postavljanjem prometnih znakova		h		13	Ostali radovi		h	
POZ.	OPIS RADOVA	MJESTO (km)	JEDINICA MJERE	KOLIČINA																																																																			
1	Ispunjavanje srušenog ili nakolišenog prometnog znaka	DCB/012/26+03	h	0.08																																																																			
2	Čišćenje prometnog znaka od blata ili nanesenog snijega	DCB/012/19+91	h	0.17																																																																			
3	Košenje trave i uklanjanje raslinja oko prometnog znaka		h																																																																				
4	Čišćenje kolnika od uljnih mrlja asfaltnim sredstvima		h																																																																				
5	Čišćenje kolnika od rasutog materijala, nanesa blata, lišća, granja, pregašenih životinja i sl.	DCB/012/14+05	h	0.25																																																																			
6	Čišćenje (pošipijavanje) šumskih i vodovodnih grana, presjecanje prepreka radi otpjecanje vode iz cestovnih jarka i kanalizacija, presjecanje barmine i sl.		h																																																																				
7	Uklanjanje raslinja te manjih prepreka iz slobodnog profila ceste		h																																																																				
8	Čišćenje cestovnog pojasa od otpada		h																																																																				
9	Uklanjanje nestabilnog materijala kamena s površine ceste	DCB/012/2+211	h	0.5																																																																			
10	Manji popravci zaštitnih ograda (žičanih, željeznih, ograda na mostovima i sl.)		h																																																																				
11	Zatvaranje pojedinačnih udarnih nujna na kolniku		h																																																																				
12	Osiguravanje obasnog mjesta promatranjem postavljanjem prometnih znakova		h																																																																				
13	Ostali radovi		h																																																																				
D. OSTALE AKTIVNOSTI U FUNKCIJI ZAŠTITE OPHODARSKE DIONICE I PROMETA pregled stanja meteo postaje na masleničkom mostu																																																																							
E. PODACI O PROMETNOJ NESREĆI																																																																							
F. SLIKE  																																																																							

Slika 3. Primjer ispunjenog ophodarskog dnevnika

6. Godišnji plan ophodnje

Godišnjim planom uspostavlja se ophodnja odnosno redoviti pregled državnih cesta te se određuje potrebno osoblje, oprema za obavljanje pregleda, provedba mjera za zaštitu javnih cesta i prometa, radovi i aktivnosti koji se obavljaju tijekom pregleda državnih cesta te vođenje evidencije i sustav dojava kao i način osiguranja opasnog mjesta sve sukladno, [11, 12].



Slika 4. Izbornik za unos i uređivanje podataka Godišnjeg plana ophodnje

Programski sustav omogućuje da se unese i utvrdi:

- Način uspostave ophodnje
- Učestalost ophodnje – kalendar ophodnje (Zimsko razdoblje, ljetno razdoblje, ostalo) po ophodarskim dionicama
- Organizacijske jedinice naručitelja
- Ljudski resursi, materijal i oprema
- Ophodarske dionice i dionice redovitog pregleda - izrada karte cestovne mreže, kroz podloge adresnog sustava, s označenim polaznim i završnim točkama djelovanja ophodarske službe
- Kontrolni pregled mjesta stalnog dežurstva i ophodarskih vozila
- Tablični prikaz i ispis na karti dionica ophodnje i redovitih pregleda cesta u nadležnosti naručitelja
- Kreiranje dokumenta te prihvaćanje/odbijanje „Prijedloga godišnjeg plana ophodnje“

7. Zaključak

Digitalizacija cestovne ophodarske službe omogućuje niz prednosti u odnosu na ručno ispunjavane obrasce i izvješća:

- Uspostava središnje baze izvještajnih podataka – registar ophodarskih obrazaca i intervencija
- Ubrzanje protoka informacija s ophodarskih dionica prema nadležnim tijelima i prikaz događaja na kartografskoj podlozi
- Ušteda na radnom vremenu svih korisnika sustava – ispunjavanje, predaja, pregled i ovjera obrazaca preko zajedničke programske platforme
- Mogućnost sinkronizacije izvještajnih podataka s drugim poslovno-komunikacijskim sustavima nadležnog tijela i izvođitelja radova redovnog održavanja

Izuzev digitalizacije samog procesa ispunjavanja obrazaca, dodatnu vrijednost sustavu pridonose popratne funkcionalnosti koje su posljedično implementirane zahvaljujući uvođenju informatičkih uređaja u protokol ophodnje:

- Slanje redovnih i izvanrednih obavijesti
- Slanje tekstualnih poruka
- Foto-evidencija radova i intervencija s geotag oznakom
- Kreiranje korisničkih dionica - ophodarske dionice, dionice redovitog pregleda i sl.
- Elektronička identifikacija korisnika
- Nadzor ophodarskih vozila – ispis rute kretanja i putnog radnog lista
- Organizacijska struktura i administracija ovlasti (Ophodar, nadcestar, nadzorni inženjer,...)
- Elektronički potpis

Digitalizacija sustava izvještavanja provedena je u skladu s operativnim protokolima, potrebama i praktičnim iskustvom operatera i ophodara na terenu.

Literatura

Knjige, časopisi, konferencije

- [1] Bošnjak, I., Inteligentni transportni sustavi 1, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
- [2] Bošnjak, I., Mandžuka S., Šimunović Lj.: Mogućnosti inteligentnih transportnih sustava u poboljšanju stanja sigurnosti u prometu, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
- [3] Galinac, T.: Inženjerstvo zahtjeva, Predavanja, Tehnički Fakultet Rijeka, Rijeka, 2010.

- [4] Hull, E., Jackson, K., Dick, J.: Requirements Engineering, Springer, London, 2011.
- [5] Matulin, M.: Razvoj ITS sustava i usluga prema „V“ modelu sustavskog inženjerstva, Predavanja, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [6] Škorput, P.: Korisnički zahtjevi, Predavanja, Sveučilište u Zagrebu Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2014.
- [7] Viatel, Opis funkcionalnosti programskog rješenja za informatizaciju protokola za izvještavanje o stanju i prohodnosti s ophodarskih dionica, Zagreb, 2016.

Zakoni, strategije, pravilnici, podzakonski akti

- [8] Directive 2010/40/EU on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport, EU Parliament, 2010
- [9] Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava (ITS) u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. godine, Narodne novine, 82, 2014.
- [10] Hrvatske ceste d.o.o., Priručnik za ophodare, Sektor za održavanje, 2006.
- [11] Pravilnik o ophodnji javnih cesta (NN 75/2014, 7/2021) s priložima
- [12] Pravilnik o održavanju cesta (Narodne novine br. 90/2014, 3/2021).

Real Time Road Condition Monitoring

Timo Saarenpää, Markus Simonen ², Jan Filipovsky³

¹ Roadscanners Oy, Finland, timo.sarenpaa@roadscanners.com

² MsC., 2) Central-Finland Centre for Economic Development, Transport and Environment, Finland,

³ MsC., PhD., Roadscanners Central Europe, Czech Republic, jan.filipovsky@roadscanners.com

Abstract

Traditionally the maintenance management of paved roads in Finland and other countries has been based on a range of NDT survey data sets of the functional and structural condition of the road network, stored in Pavement Management System data bases. The data is collected normally from highways annually and from other roads at 1-3 year intervals. The problem with this system is that it does not take into account seasonal changes. On gravel roads dusting has been a problem, and the maintenance management is normally based only on subjective visual evaluation regarding the road surface condition based on predefined criteria. Also in the winter time road surface condition evaluation has been based mainly on visual inspection or spot measurements.

In order to be able to manage daily maintenance and pavement maintenance based on more objective information the Central-Finland Centre for Economic Development, Transport and Environment, together with Roadscanners, has started a pilot project where a special Road Doctor Maintenance Controller system has been installed in a vehicle used for daily monitoring of the maintenance contracts. The 3D accelerometer sensor in the vehicle measures road roughness parameters from the road such as washboarding, bumps, depressions and quick changes in crossfall on paved and gravel roads in both summer and wintertime. The system has also a digital camera and all data is sent to a cloud service “real time” with a 2 second delay. The survey results can be viewed and analysed from the web service.

This presentation will present the technology and experiences of the RDMC pilot from the first year 2021-2022 in Central Finland and other test areas in Finland.

Key words

3D accelerometer, road roughness, paved road, gravel roads, maintenance management.

1. INTRODUCTION

One of the biggest trends in the management of road assets is the shift enabled by digitalization and new technology from reactive maintenance, that is mainly focusing on repairing visual road damage, towards preventive or proactive maintenance. In practice, this means that the root causes of problems are always identified and a remedy chosen that focuses on eliminating or at least improving the causes of the problems, rather than just treating the symptoms. The key themes for proactive maintenance are 1) avoiding repairs if nothing is wrong (for safety's sake), 2) never accepting damage as "normal," and 3) monitoring the approaching damage condition and responding to it in a timely manner. This shift however requires engineers to have a real time situation picture of the road network for it to be used in the decision making process.

In earlier days pavement condition data was collected once / year by profilometer vehicles and the measured data was averaged into 100 m long sections with the analysed results obtained several months after the survey was made. Winter road condition monitoring was not carried out, except for localized friction measurements. A further issue for gravel road networks, comprising 1/3 of the public road network in Finland, is that their road condition monitoring was based only on visual subjective evaluations. Now, thanks to modern sensor technology and big data, new technology allows automated road condition data collection from a moving vehicle. This data can be processed and stored in real time to the cloud and results can be viewed from there. Now maintenance managers and contractors can monitor and get immediate warnings of emerging road condition problems, such as bumps or potholes and can send a crew to fix the problem.

Finland has been testing the RDMC (Road Doctor Maintenance Controller) system, developed by Roadscanners, in a pilot trial in Central Finland from the year 2021-2022 on both paved and gravel roads in two maintenance contract areas. This paper reports experiences of this Central Finland pilot as well as tests made by Roadscanners in the area of Finnish Lapland.

2. ROAD DOCTOR MAINTENANCE CONTROL (RDMC) CONCEPT

The basic concept of RDMC is that it uses relatively cheap but robust components that are not so accurate than profilometer sensors, but increased volumes of data are collected and averaging compensates their slightly lower accuracy level. The other feature is that the data collection is fully automated, and the data is processed and sent to cloud normally within two seconds. In the future, when ITS technology will be further developed, all vehicles driving on roads will most likely produce most of this data through their own sensors. RDMC technology has been tested in Finland since 2018 across different types of projects related to road condition management and daily maintenance management projects. The biggest benefits of the system is that engineers can easily detect the sections that are causing problems at particular times of the year, such as wintertime, spring thaw weakening or during rainy seasons. It can also show trends in road condition development.

RDMC is composed of a 3D accelerometer and other sensors, a digital camera and GPS that are controlled with a small industrial data collection unit (figure 1). This unit carries out a preliminary processing of the collected data, for instance once per second, and sends it to cloud server through mobile network. The system turns on

automatically when the vehicle is started, or it can alternatively be turned on through cell phone or tablet connection.



Fig. 1. Components of the basic RDMC system. 3D accelerometer is installed under the driver's seat and camera in front window. Data collection unit working with 12V DC can be in the trunk as well as GPS and 4G/LTE antenna. The system can be set to measure when the vehicle is running, or it can be started by cell phone.

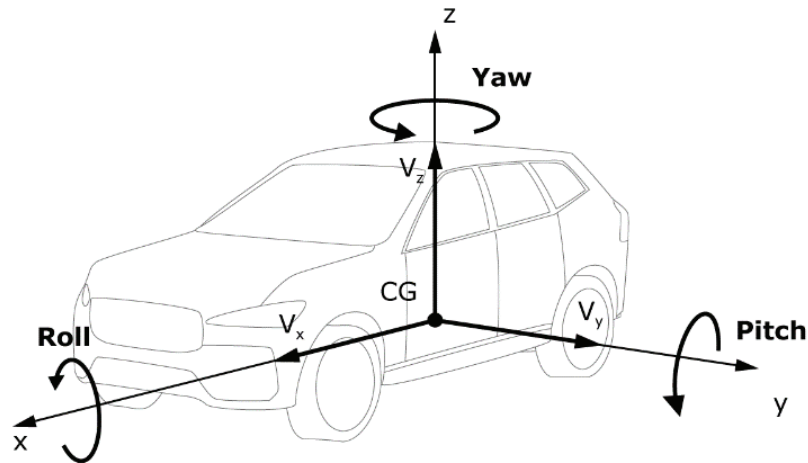


Fig. 2. 3D accelerometer parameters and the road condition parameters they can indicate.

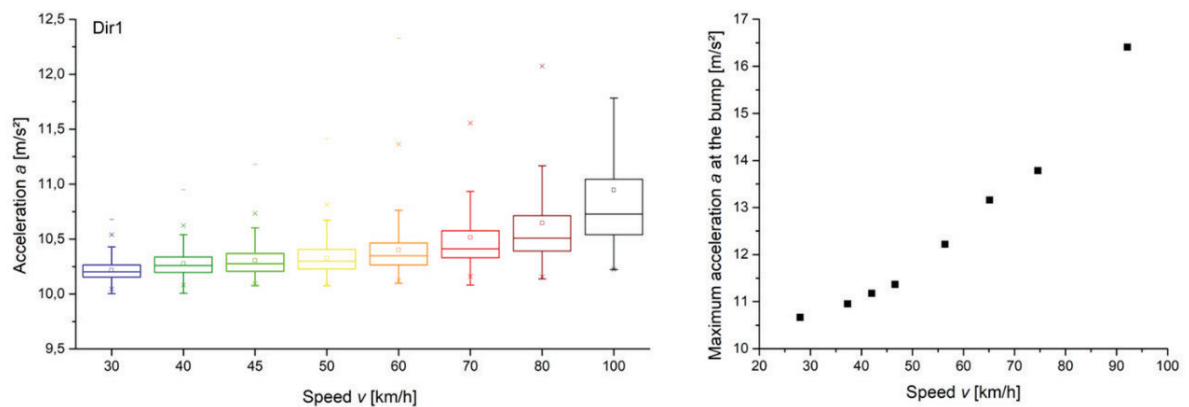


Fig. 3. Speed calibration from a special road section (left) and from a special bump (right).

Once the data has been collected the results can be viewed in the web service through a range of map options that provide an overview of the monthly or last situation of the maintenance area with statistics (figure 4). In addition, special points of interest, for instance points with high acceleration, can be examined from a photo of the section to give a view how the section and its environment looks in the field (figure 5).

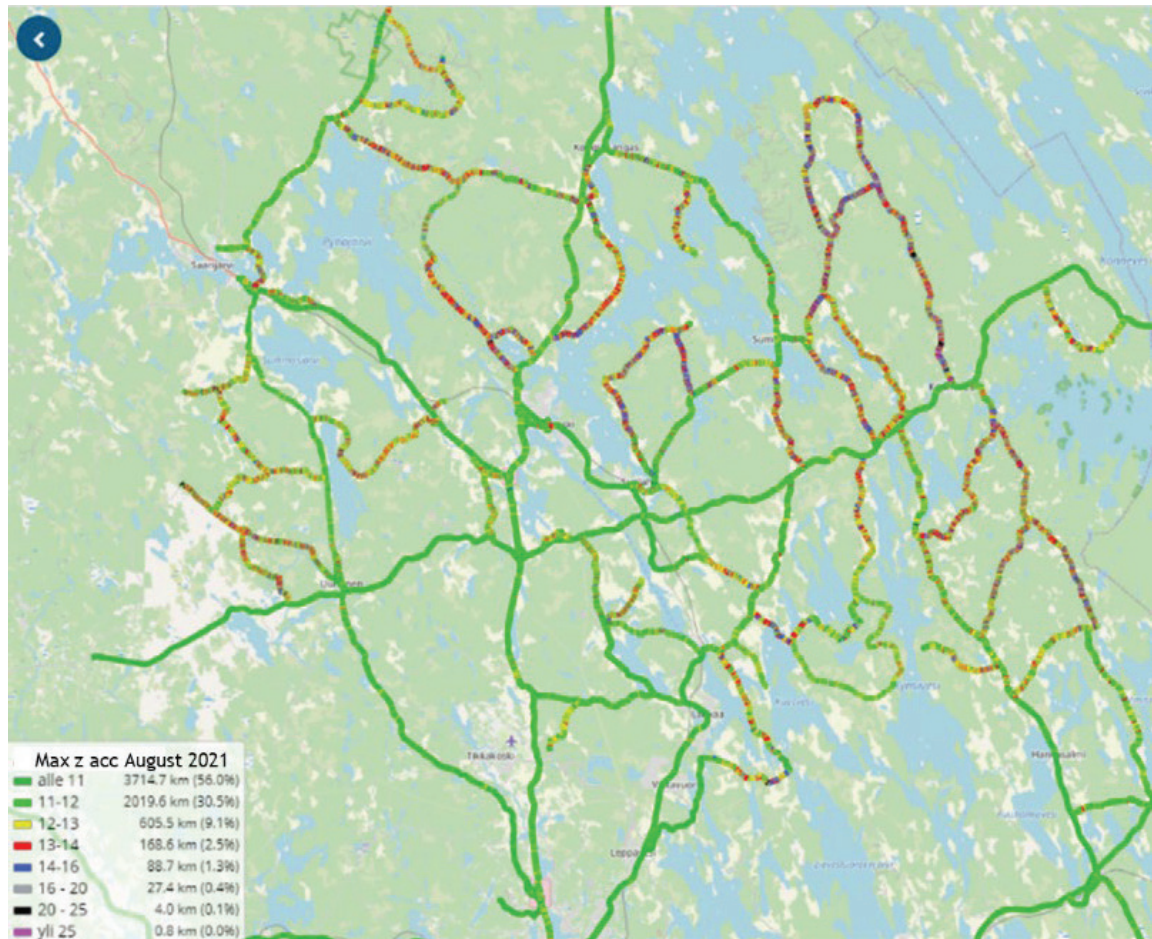


Fig. 4. The condition of the gravel and paved roads in Äänekoski maintenance area in August 2021 in Finland. Road condition is presented as a function of maximum vertical acceleration.

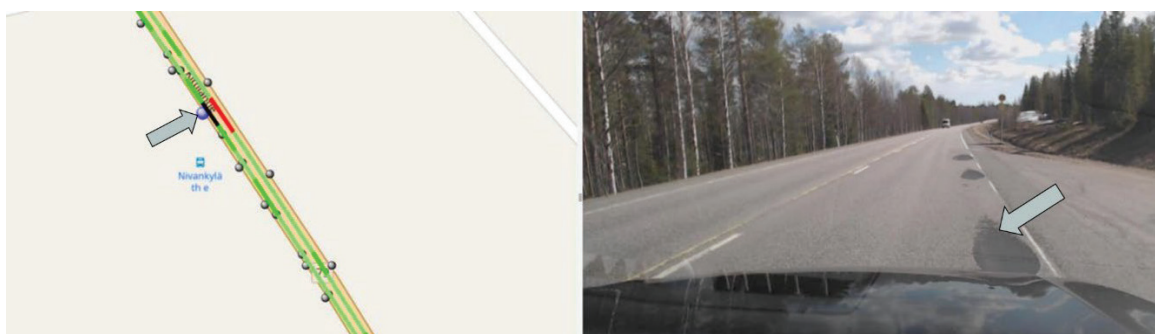


Fig. 5. In the web service, measured uneven spots can be viewed in detail by opening a digital photo taken at the particular road section. In this case high vertical acceleration can be related to problems with the drainage in the rest area.

RDMC also uses laser scanners, or lidar. For this, the lidar can be fitted to the car roof or rack fitted on the vehicle tow hook (figure 6). Several road condition parameters can surveyed with this system including rut depths, rut depths in compacted snow, potholes and their dimensions, verges on the road side and ditch depths.



Fig. 6. RDMC laser scanner system can be quickly installed either to the roof or to the tow hook using a suitable rack.

3. RDMC TESTS IN CENTRAL FINLAND AND FINNISH LAPLAND

In early spring 2021 the RDMC system was installed in a survey vehicle used mainly for the daily/weekly monitoring of the daily maintenance contracts of Karstula and Äänekoski in Central-Finland. Both contract areas had both paved and gravel roads and were subject to routine monitoring 1-3 times / month. The RDMC system collected accelerometer data which was then stored to cloud where it could be analysed and presented in GIS maps and statistics. Road roughness classifications were made for both paved and gravel roads based on driver panel evaluations. Table 1 presents a summary of the average condition classes of these roads during summer 2021. This shows that average condition of the paved roads was slightly better in Äänekoski area, but the condition of gravel roads was better in Karstula area.

Table 1. Average condition of paved and gravel roads in Äänekoski and Karstula maintenance areas in Central-Finland in summer 2021.

Quality	Äänekoski paved roads (%)	Karstula paved roads (%)	Äänekoski gravel roads (%)	Karstula gravel roads (%)
Smooth	95.7	87.2	79.3	87.2
Uneven	2.2	4.8	10.3	6.8
Rough	1.5	4.4	7.3	4.4
Uncomfortable	0.5	1.4	3.0	1.4
Alarming	0.1	0	0	0

The survey was carried out using the same vehicle used by the pavement engineer responsible for pavement management and paving contracts in the Central-Finland

area. The idea was to get a good picture of the condition of the paved roads in the area, and use the information gathered in the paving programming and in the selection of different paving options.

At the same time in the Rovaniemi area in Finnish Lapland Roadscanners was testing the RDMC system on selected paved roads and gravel roads. These surveys were made on the same paved roads as the PEHKO project (Saarenketo et al. 2019) with the special goal of monitoring the effect of seasonal changes on the service level of the road network.

3.1 Gravel Road Monitoring Experiences

There are generally three different kinds of roughness problems on gravel roads: a) bumps that are mainly related to differential frost heave, b) potholes that are mainly related to moisture problems due poor drainage and spring thaw and c) washboarding problems that appear during the dry summer months and can be mainly related to grain size distribution problems of the gravel road wearing course (Figure 7). Because the root cause of each case is different their corrective and/or preventative maintenance measures are also different. Additionally, their acceleration response, wavelength, amplitude and repeatability is different, which makes it possible to use automated classification to identify the problems. This work is currently ongoing.

Another way to analyse these problems is to analyse their appearance in different seasons. Figure 8 presents vertical acceleration maps from each month in spring, summer and fall in 2021. Maintenance operations have taken place between these measures, such as heavy grading or light road blading, and these maps provide useful information on what types of maintenance techniques are useful for each type of problems. For instance, if potholes are deep then light blading will not be effective and the problems recur in worst cases within a few days.



Fig. 7. Typical roughness problems of the gravel roads in Finland: bumps (left), potholes (middle) and washboarding (right).

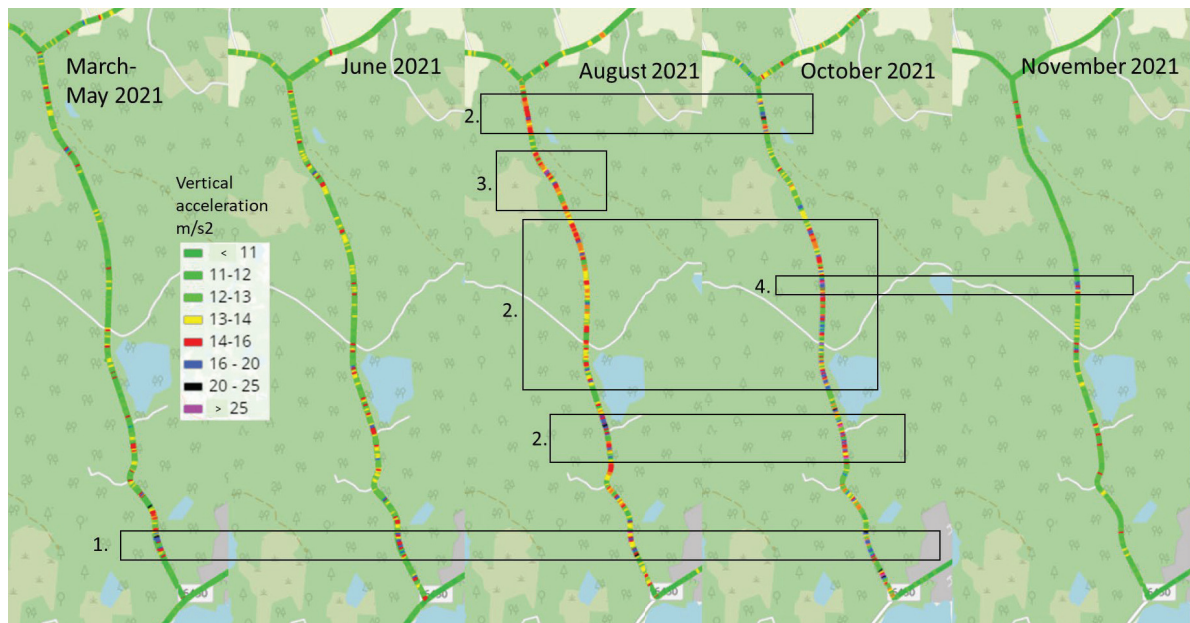


Fig. 8. Maximum vertical acceleration in gravel road 16807 and classification of their recurrence in different months in Central-Finland in 2021

3.2 Paved Road Monitoring Experiences

One benefit of the RDMC technique is the shorter survey sections it offers compared to the 100 m long sections that profilometer data is stored. Figure 9 presents comparisons of IRI and RDMC classifications on the same road. In this case the RDMC map shows if the 100 m average IRI class is caused by longer medium roughness or by a bad localised bump or pothole. This together with a photo from the location helps again to identify the problem and the corrective measure(s).

Another benefit of RDMC is that it provides useful information of the seasonal changes in road roughness, especially roughness during the winter time and during the spring period when differential frost heave can cause hazardous bumps on the roads. Figures 10 and 11 present an example of such a problem in Lapland. The road during the summer 2021 was very smooth with vertical acceleration less than 10.5 m/s², while in early May 2022 the measured acceleration was higher than 16 m/s² and the site required traffic warning signs.

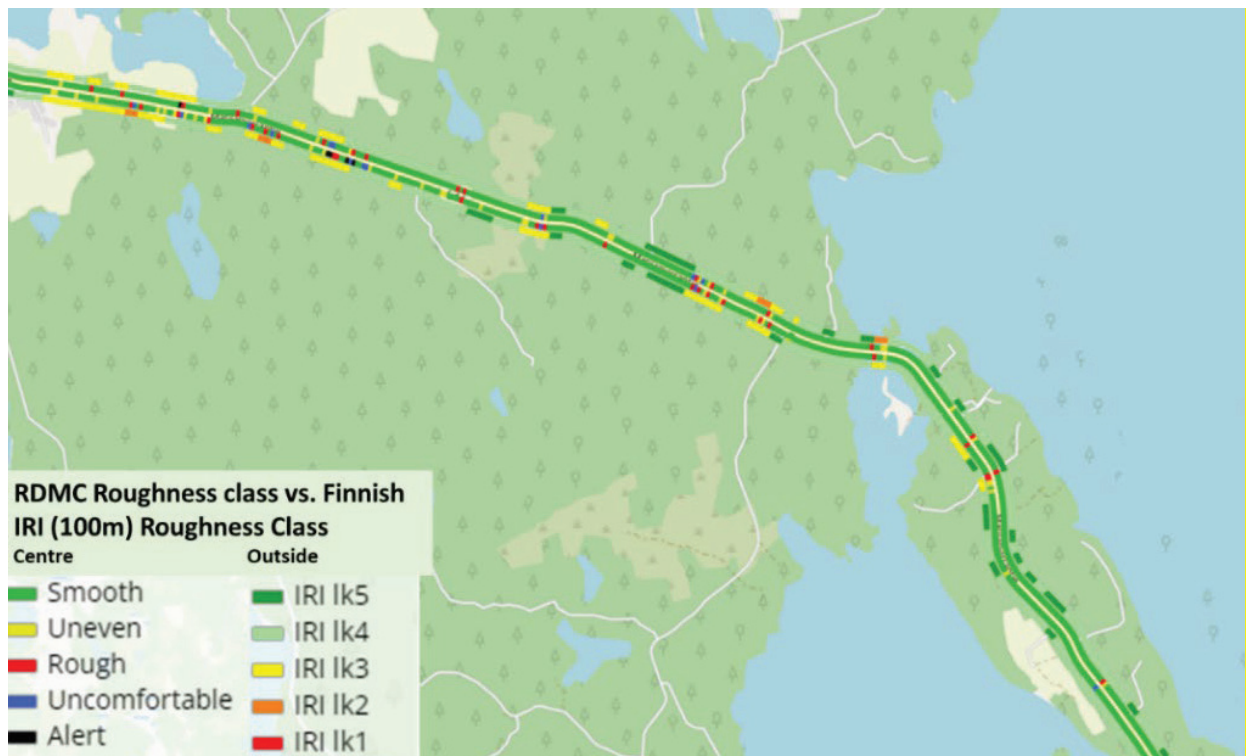


Fig. 9. Comparisons of RDMC roughness class and FTIA PMS 100 m roughness class in Road 637 in Äänekoski maintenance area.



Fig. 10. Maximum vertical acceleration on Road 79 in Finnish Lapland measured in July 2021 when there was no frost and in early May 2022 during the frost thawing phase.



Fig. 11. Differential frost heave bump on Road 79 in Finnish Lapland in early May 2022

4. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The RDMC system has now been tested for a few years on special projects such as winter maintenance monitoring in Lapland and for one year in monitoring the daily maintenance contracts in Central-Finland area. In addition, the system has been tested in monitoring the condition of paved roads in the area.

Real time automated road condition monitoring systems have several advantages. They can be used in routine follow-up maintenance vehicles whilst road owners or maintenance contractors are visually checking the condition of the road network. Benefits include:

- All data is automatically stored in cloud with coordinates, which is difficult to be done manually while driving the vehicle.
- Objective results of the road condition across different areas enable comparisons of the performance of the daily maintenance contractor, especially on gravel roads but also on paved roads and also during winter conditions.
- New and very valuable information can be gathered about the changes in the road condition over different seasons as Figure 12 shows.
- The system can measure even small changes after a rehabilitation or repaving exercise and can highlight potential problems during the guarantee time. This can be a learning experience for everyone on the functionality of different types of measures and actions to fix road problems. This will be a key issue when moving towards proactive maintenance.
- Feedback can be given to the daily maintenance contractors based on objective survey data.

- Feedback from road users will be easier to answer, and react to, when the latest results and photos of specific road sections will be able to be seen via computer or cell phone screen from the web.

The greatest benefit of the system however is the price. The annual hardware and software costs equal roughly 1000 km of profilometer surveys. With the automated system the monthly data collection lengths have varied between 1500 – 2500 km, which means total data collection costs of less than **1€/km**.

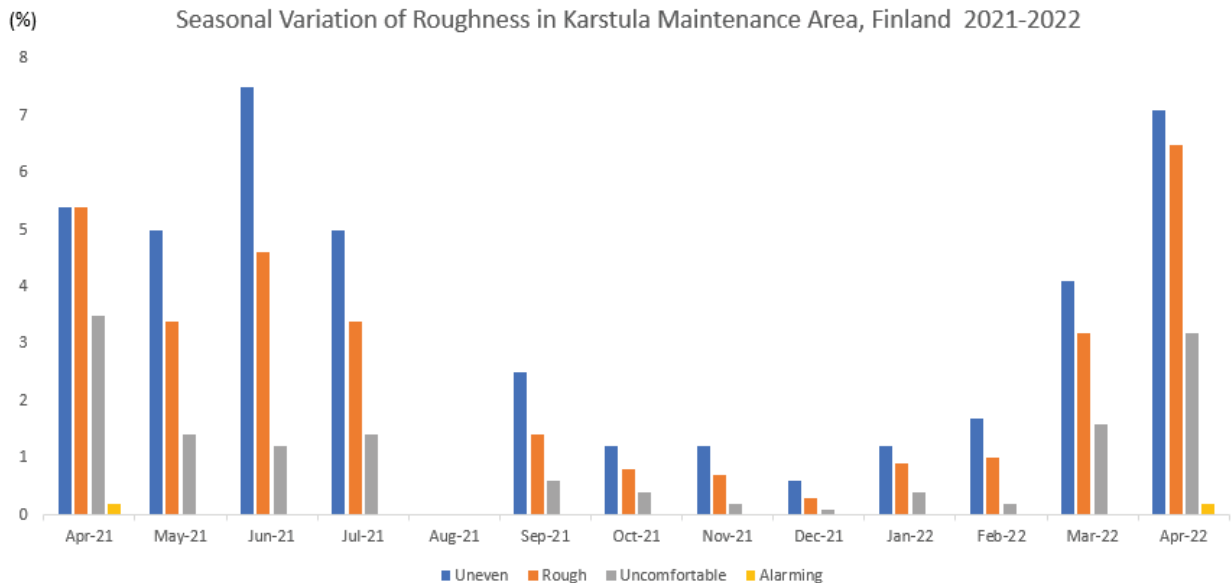


Fig. 12. Relative share of uneven paved and gravel road sections in Karstula maintenance area from April 2021 to April 2022.

5. REFERENCES

- [1] Saarenketo, T. (2017). What New Technologies Can Provide to Intelligent Road Asset Management. Proceedings of International Baltic Road Conference, BRC2017, August 27-30, Tallinn, Estonia.
- [2] Saarenketo, T., Munro, R., and Matintupa, A. (2019) PEHKO Project, Implementing Recommendations for Rural Road Asset Management in Finland. Proceedings of the International Symposium on Cold Regions, ISCORD 2019. Oulu, Finland June 17-19.
- [3] Saarenketo, T. and Männistö, V. (2021). From Reactive to Proactive Maintenance in Road Asset Management. Advances in Road Infrastructure and Mobility. Proceedings of the 18th IRF World Meeting & Exhibition, Dubai 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-79801-7>.
- [4] Tapio, R., Lehtinen, J., Ylinampa, J. and Saarenketo, T. (2016). PEHKO project 2015-2025, Increasing the Productivity of Paved Road Management in Finland. Proceeding of the EAPA Conference, Prague. DOI: [dx.doi.org/10.14311/EE.2016.144](https://doi.org/10.14311/EE.2016.144).

REKONSTRUKCIJA CESTOVNIH ULAZA U GRAD ŠIBENIK

RECONSTRUCTION OF ROAD ENTERS TO THE CITY OF ŠIBENIK

Darijo Šego, univ. spec. traff., viši predavač, Veleučilište u Šibeniku, e-mail:

darijo@vus.hr

Mr. sc. Danijel Mileta, viši predavač, Grad Šibenik, e-mail: danijel.mileta@sibenik.hr

Mr. sc. Martina Ljubić Hinić, viši predavač, Veleučilište u Šibeniku, ljubicvus@gmail.com

Anđela Smolić, studentica, Veleučilište u Šibeniku, asmolic@vus.hr

Sažetak:

Grad Šibenik smješten je na srednjem dijelu Jadranske obale Republike Hrvatske. Ima vrlo značajan prometni položaj, pri čemu su od velike važnosti za prometno povezivanje grada sa Šibensko-kninskom županijom i ostatkom Republike Hrvatske državnom ceste DC8 (Jadranska turistička cesta) i DC33 prema gradovima Drnišu i Kninu. Razvoj turizma, gospodarstva, kulture i prometa posljednjih desetak godina dovelo je do otežanog funkcioniranja cestovnog prometa i stvaranja velikih prometnih gužvi na glavnim cestovnim ulazima u grad, naročito tijekom turističke sezone. Zbog povećane prometne potražnje i porasta broja dolazaka turista, grad Šibenik počeo je znatno ulagati u rekonstrukciju i izgradnju prometne infrastrukture. Realizirani projekti rekonstrukcije na ulazima u grad jesu čvor Rokići i raskrižje Meterize, dok je u planu realizacija projekata rekonstrukcije raskrižja Njivice i Mandalina u bliskoj budućnosti. Ulaganjem u cestovnu prometnu infrastrukturu, grad Šibenik poboljšava kvalitetu života na svom području za domicilno stanovništvo i sve posjetitelje.

Ključne riječi: cestovni ulazi, rekonstrukcija, grad Šibenik

Summary:

The city of Šibenik is located on the middle part of the Adriatic coast in Croatia. It has a very important traffic position, where the state roads DC8 (Adriatic tourist road) and DC33 towards the cities Drniš and Knin are of great importance for the traffic connection with the Šibenik-Knin county and the rest of the Republic of Croatia. The development of tourism, economy, culture, and traffic in the last ten years has led to difficulties in the functioning of road traffic and the creation of large traffic jams at the main road entrances to the city, especially during the tourist season. Due to the increased traffic demand and the number of tourist arrivals, the city of Šibenik began to invest significantly in the reconstruction and construction of the traffic infrastructure. Realized projects at the entrances to the city are the Rokići junction and Meterize intersections, while the

reconstruction projects of the Njivice and Mandalina intersections are planned in the near future. By investing in road traffic infrastructure, the city of Šibenik improves the quality of life in its area for the resident population and all visitors.

Keywords: road entrances, reconstruction, City of Šibenik

1. UVOD

Cestovna raskrižja su točke cestovne mreže u kojima se međusobno povezuju dvije ili više cesta iste razine a prometni tokovi u njima se križaju, prepliću, spajaju ili razdvajaju. Prema građevinskom oblikovanju, cestovna raskrižja mogu biti izvedena u jednoj razini i više razina (cestovna čvorišta). Cestovna raskrižja, bilo u jednoj ili više razina, smještena su na ulazima u svaki grad pa tako i grad Šibenik. Grad Šibenik nekoliko posljednjih godina doživljava medijsku, gospodarsku, turističku i prometu preobrazbu. Dobar prometni položaj i povećana prometna potražnja podrazumijeva opterećenje cestovne infrastrukture na ulazima u grad, pogotovo za vrijeme turističke sezone. Grad trenutačno ima šest cestovnih ulaza od kojih čvor za cestu DC33 i autocestu A1, te raskrižje Ražine od svoje izgradnje nisu mijenjali izgled. Postojeći cestovni ulaz Meterize su u potpunosti rekonstruirani i od neprikladnog raskrižja dobila protočnost, sigurnost i ljepši izgled. Postojeći cestovni ulaz Rokići u potpunosti je rekonstruiran i novo izgrađen, čime je od oblika raskrižja dobio oblik čvora. Postojeći cestovni ulazi i raskrižja Njivice i Mandalina rekonstrukcijom i novom izgradnjom dobiti će novi izgled i postati cestovni čvorovi. Navedenim izvršenim i planiranim rekonstrukcijama i izgradnjom, grad Šibenik povećava razinu protoka i sigurnosti odvijanja prometa na svojim ulazima.

2. POJAM CESTOVNOG RASKRIŽJA

Cestovna raskrižja su točke cestovne mreže u kojima se međusobno povezuju dvije ili više cesta iste razine ili na kojoj se više cesta spaja u širu prometnu površinu, a prometni tokovi u njima se križaju, prepliću, spajaju ili razdvajaju [1]. Prema građevinskom oblikovanju, cestovna raskrižja mogu biti izvedena u jednoj razini i više razina. Cestovna raskrižja u jednoj razini najrašireniji su način povezivanja cesta ili ulica izvedena u različitim oblicima [2]. Posebna skupina cestovnih raskrižja u jednoj razini koja se primjenjuje izvan i unutar naseljenih mjesta su cestovna raskrižja s kružnim tokom gdje je kretanje vozila određeno središnjim kružnim otokom, kružnim kolnikom, privozima s razdjelnim otocima i s prometnom signalizacijom. Cestovna raskrižja izvan razine su najveća po prostornom obuhvatu, cijeni izvedbe i po propusnoj moći. Izgrađuju se u dvije ili više razina, imaju stručni naziv cestovna čvorišta, a omogućuju povezivanje konfliktnih prometnih tokova uz najviši stupanj sigurnosti i protočnosti prometa. Navedena raskrižja redovito se primjenjuju na javnim prometnicama najvišeg ranga i u naseljenom mjestima

kada se preko manjih cestovnih raskrižja ne može riješiti naraslo prometno opterećenje [3]. Cestovno raskrižje mora biti pregledno, dobro osvijetljeno i opremljeno odgovarajućom prometnom signalizacijom kako bi vozač u svakom trenutku mogao pravodobno procijeniti prometnu situaciju te prilagoditi način i brzinu vožnje prilikom približavanja i prolaska kroz cestovno raskrižje [2].

3. PROMETNA POTRAŽNJA GRADA ŠIBENIKA

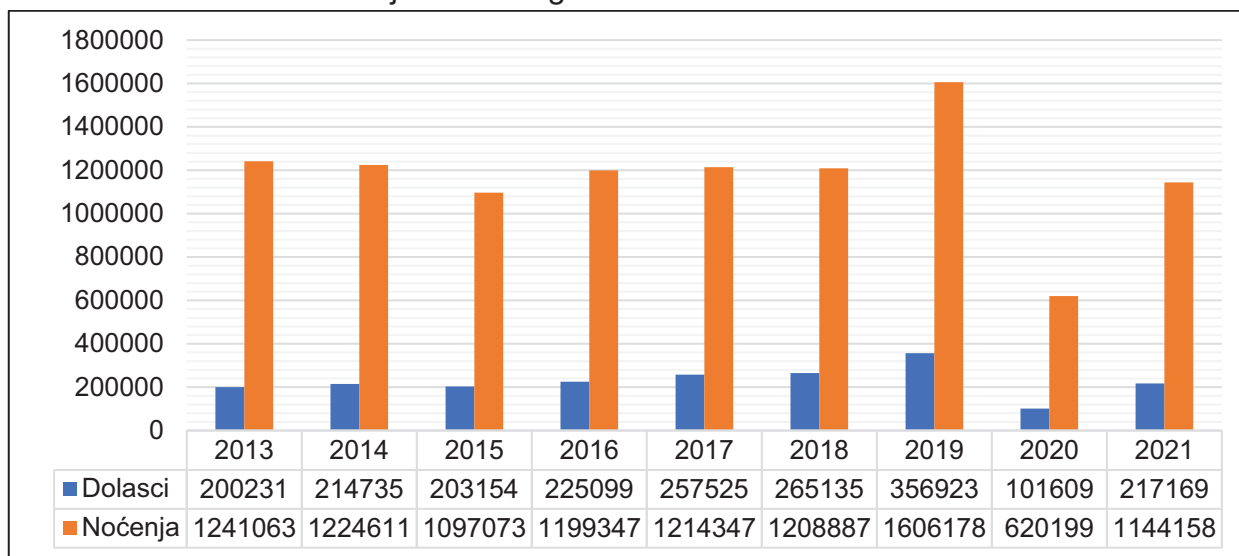
Grad Šibenik smješten je na srednjem dijelu Jadranske obale Republike Hrvatske sa značajnim prometnim položajem. Glavne okosnice cestovne prometne povezanosti grada s ostatkom Šibensko-kninske županije, Republike Hrvatske i susjednim državama čine državne ceste DC8 (Granični prijelaz (G.P.) Pasjak – Rijeka – Zadar – Šibenik – Split - G.P. Karasovići) i DC33 (G.P. Strmica – Knin – Drniš - Šibenik), dok državne ceste DC27 (Gračac – Obrovac – Benkovac - raskrižje s DC8 prije Šibenskog mosta), DC56 (Benkovac – Skradin – Tromilja - raskrižje s DC33) i DC58 (Šibenik – Boraja - Trogir) imaju manji značaj u odnosu na DC8 i DC33 [4]. Autocesta A1 (Zagreb-Ploče), najdulja hrvatska autocesta, s gradom Šibenikom povezana je putem kratkog odvojka koji se spaja na dionicu DC33. Na području grada Šibenika postoje i županijske i lokalne ceste koje se upotrebljavaju za povezivanje središnjeg dijela grada s okolnim prigradskim naseljima i služe lokalnom tranzitnom prometu.

Grad Šibenik od 2010. godine doživljava gospodarski, medijski, prometni i turistički procvat čiji su pokretači smješteni u spektar od glazbeni festivala, predivne obale do kulturne i povijesne baštine, i danas predstavlja značajnu turističku destinaciju u Dalmaciji i Republici Hrvatskoj. Turistička atraktivnost Grada Šibenika temelji se na bogatoj kulturnoj i povijesnoj baštini, očuvanoj staroj gradskoj jezgri s brojnim crkvama i uskim kamenim trgovima i kućama, zidinama iz srednjeg vijeka, kazalištem, obližnjim fortifikacijskim objektima, blizinom prirodnih ljepota poput dva nacionalna parka (Krka i Kornati) i oko tri stotine otoka i otočića. Šibenik je jedan od rijetkih gradova u svijetu s dva spomenika svjetske baštine UNESCO-a (katedrala Svetog Jakova od 2000. godine, i tvrđava svetog Nikole u kanalu svetog Ante od 2017. godine) [5]. U skladu sa zahtjevima turističkog tržišta renoviran je turistički kompleks „Amadria Park“, izgrađen je novi hotel i nadograđena marina D-Resort Šibenik, novi hotel Bellevue, nekoliko starih kamenih kuća u središtu grada su obnovljene i prenamijenjene u male hotele i hostele, povećan je broj privatnih iznajmljivača. Na širem području grada Šibenika smještena je Poduzetnička zona Podi s proizvodnim objektima, koja je preko gradskog naselja Dubrava cestom povezana s gradom, DC33 i A1. Na ulazu u grad sa zapadne strane smješteni su trgovački centri Supernova, Plodine, Era Commerce, dvije benzinske postaje, kamenolom i stambene kuće. Na ulazu u grad sa istočne strane smješteni su trgovački centri Kaufland, Dalmare, Brodomercur, Plodine, Lidl, dvije benzinske postaje, zgrada

tvrtke Ceste Šibenik d.o.o. Šibenik te gospodarski objekti TLM-IMPOL, Velpro, garažno-servisni objekt prijevoznika Autotransporta Šibenik i malo dalje brodogradilište Iskra.

Razvoj turizma, izgrađenost trgovačkih centara i gospodarskih objekata znači porast broja posjetitelja i dolazaka iz godine u godinu (Grafikon 1.) što uvjetuje povećanje prijevozne potražnje i opterećenje cestovne infrastrukture, jer se cestovni promet u prijevozu najviše koristi zbog elastičnosti i fleksibilnosti putovanja [6]. Prijevozna potražnja posjetitelja, domicilnog stanovništva, gospodarskih objekata i poslovnih zona doveli su do problematičnog funkcioniranja cestovnog prometa u gradskom području i stvaranja velikih prometnih gužvi na ulazima u grad, posebno tijekom turističke sezone. U skladu s navedenim iskazala se potreba za rekonstrukcijom glavnih cestovnih ulaza u grad Šibenik čime bi se smanjile prometne gužve i zakrčenost, te povećala sigurnost sudionika cestovnog prometa [7].

Grafikon 1. Dolasci i noćenja turista u grad Šibenik.



Izvor: [8]

4. CESTOVNI ULAZI GRADA ŠIBENIKA

Grad Šibenik, geografski gledano, smješten je na ušću rijeke Krke u Jadransko more, većim dijelom je na brežuljkastom i manjim dijelom na ravnom terenu. Glavni smjer pružanja grada je zapad-istok, te je tako konfigurirana glava cestovna mreža. Glavna cestovna prometnica ovog smjera pružanja je cesta DC8 na kojoj se nalaze svi cestovni ulazi u grad. Promatrajući smjer pružanja od zapada prema istoku, grad ima sljedeće cestovne ulaze (Slika 1.): raskrižje Njivice (krug bijele boje), raskrižje Meterize (krug crne boje), čvor Rokići (krug zelene boje), raskrižje Ražine (krug crvene boje) i raskrižje Mandalina (krug ljubičaste boje). Između čvora Rokići i čvora Ražine smješten je spojni čvor i cesta za povezivanje grada s autocestom A1 (krug smeđe boje).



Slika 1. Cestovni ulazi u grad Šibenik.

Izvor: [9]

Na širem gradskom području prostornim planovima (Prostorni plan Šibensko-kninske županije, Prostorni plan uređenja grada Šibenika, Generalni urbanistički plan grada Šibenika) predviđena su bitna ulaganja u rekonstrukciju ceste DC8 i cjelokupnu rekonstrukciju četiri cestovna ulaza čime oni dobivaju novi izgled. Predviđena su ulaganja u rekonstrukciju raskrižja Njivice, raskrižja Meterize, raskrižja Rokići i raskrižja Mandalina. Na raskrižju Ražine i spojnem čvoru za autocestu predviđena je promjena kolničke konstrukcije te vertikalne i horizontalne prometne signalizacije. Navedeni čvorovi od svoje izgradnje nisu mijenjali svoj izvorni izgled i neće biti daljnje spominjani u radu.

5. REKONSTRUIRANI CESTOVNI ULAZI

U posljednjih 10 godina, u skladu s prostorno-planskom dokumentacijom grada i županije i projektnom dokumentacijom, izvršena je rekonstrukcija cestovnih ulaza Rokići i Meterize. Raskrižje Rokići rekonstrukcijom i izgradnjom pretvorilo se u čvor Rokići s cestovnim prometnicama u dvije razine. Raskrižje Meterize rekonstrukcijom ostalo je raskrižje s cestovnim prometnicama u jednoj razini ali je u potpunosti dobilo novi izgled.

5.1. Čvor Rokići

Cestovni ulaz u grad i prijašnje raskrižje Rokići nalazi se na lokaciji križanja državne ceste DC8 i gradske ulice Put prvog šibenskog partizanskog odreda. Prije izvedene rekonstrukcije i izgradnje, raskrižje Rokići je bilo oblika slova T (Slika 2. - lijevo), a kretanje raskrižjem je bilo regulirano prometnim znakovima i tlocrtnom signalizacijom. Državna cesta na mjestu raskrižja bila je dvotračna jedno-kolnička prometnica s izvedenim trakom

za lijevo skretanje u ulicu Put prvog šibenskog partizanskog odreda. Na mjestu raskrižja postoji lokalni put prema brežuljcima s desne strane. Prije samog ulaza u raskrižje iz smjera Splita prema Vodicama završava prometnica s tri prometne trake (otprilike 50 do 100 metara prije samog raskrižja trak za spora vozila upliće se u standardnu širinu ceste). Skretanje iz gradske ulice u lijevo na DC8 nije bilo moguće zbog slabe preglednosti (brežuljci i zidovi stambenih objekta), velikog obima prometa te velikih brzina vožnje na DC8 u smjeru Vodica. Zbog nepropisnog skretanja, na ovom raskrižju dolazilo je do čestih prometnih nesreća čime je ovo raskrižje i ulaz postalo nesigurno i opasno. S obzirom na konfiguraciju terena i prostorna ograničenja, prema projektnom i tehničkom rješenju izgradilo se raskrižje u dvije razine kao raskrižje potpunog tipa s mogućnošću kretanja u svim smjerovima, čime je ovo raskrižje dobilo oblik čvora (Slika 2. - desno) [10].

Slika 2. Čvor Rokići (lijevo – prije rekonstrukcije, desno – poslije rekonstrukcije)



Izvor: Slika lijevo [11], Slika desno [12]

Izvršena je rekonstrukcija državne ceste DC8 odnosno proširenje prometnice uz zadržavanje postojeće trase ceste. Postojeće križanje s gradskom ulicom je zatvoreno i izmješteno, a novo je izgrađeno po sredini ulice sa spojnom cestom. Izveden je nadvožnjak kojim je pristupna cesta za ulazak/izlazak iz gradske četvrti Rokići prošla ispod državne ceste i s privoznom rampom je spojena na trakove za isplitanje i uplitanje iz smjera Splita prema Vodicama i Zadru. Izgrađeni su novi trakovi za isplitanje iz smjera gradske četvrti Rokići prema autocesti A1 i nadalje Splitu, te uplitanje iz smjera Vodica i Zadra prema gradskoj četvrti i samom središtu grada. Trak za spora vozila iz smjera Splita nije uklopljen u trak za isplitanje s državne ceste. Osim navedenog, izvedena su tri pješačka pothodnika. Rekonstrukcijom raskrižja dobilo se na povećanju protočnosti i sigurnosti prometa. Omogućeno je nesmetano skretanje u lijevo ispod razine DC8 kao i

uključivanje lijevih skretača na DC8 cestu pomoć spojnih rampi. Kretanje raskrižjem regulirano je prometnim znakovima i tlocrtnom signalizacijom. [10]

5.2. Raskrižje Meterize

Cestovni ulaz u grad i raskrižje Meterize (Slika 3. - lijevo) činila su tri raskrižja oblika slova T (Slika 3. – krugovi crne, crvene i zelene boje). Državna cesta DC8 s raskrižjem i gradskom ulicom 113. Šibenske brigade HV-a, koja ide prema općini Bilice, bila je povezana spojnima cestama iz smjera Vodica i smjera Splita (navedena gradska ulica prije izgradnje čvora i spoja na A1 bila je dionica DC33). Ulica Bana Josipa Jelačića iz gradske četvrti Šubićevac na raskrižje Meterize spajala se neposredno prije ulaza u samo raskrižje (Slika 3. – krug zelene boje) [13]. DC33 se iz smjera Drniša i Bilica, te Šibenika prije križanja širila se na tri prometna traka (posebni trak za lijevo skretanje). Na cesti D33 bilo je smješteno autobusno stajalište javnog gradskog prijevoza. Kretanje križanjima reguliralo se tlocrtnom signalizacijom i prometnim znakovima. Mogućnost kretanja vozila raskrižjem nije bila na zadovoljavajućoj razini. Na raskrižju su se stvarale prometne gužve čime je bila smanjena protočnost raskrižja i razina sigurnosti, a s druge strane povećan broj konfliktnih situacija. Rekonstrukcijom raskrižja Meterize tri postojeća raskrižja zamijenjena su s dva nova kružna raskrižja (KR1 - veliko i KR2 - malo) prikazano na Slici 3. - desno.



Slika 3. Raskrižje Meterize (lijevo - prije rekonstrukcije, desno – poslije rekonstrukcije)
Izvor: Slika lijevo [13], slika desno [14]

Kružno raskrižje KR1 izvedeno je s jednim prometnim i četiri privozna traka. Dolazeći iz smjera Splita prvi privozni trak je spojna cesta s DC8, drugi trak je ulica Bana Josipa Jelačića koja ide u gradsku četvrt Šubićevac, treći trak je ulica 113. Šibenske brigade HV-

a koja ide prema gradskoj četvrti Meterize i općini Bilice te četvrti privozni trak ide prema KR2. Nogostupi za pješake nalaze se na drugom i trećem privoznom traku u cijeloj duljini gradskih ulica. Cesta koja povezuje KR1 i KR2 izvedena je s dva prometna traka, prelazi preko državne ceste DC8 lijevim starim izgrađenim nadvožnjakom. Dolazeći iz smjera Bilica ulicom 113. Šibenske brigade HV-a prema gradu, s desne strane KR1 dodan je prometni trak koji zaobilazi oba kružna raskrižja, prolazi preko desnog novog nadvožnjaka i nasuprot benzinske postaje Petrol upliće se u prometni trak koji dolazi iz smjera oba kružna raskrižja prema gradu (Ulica Kralja Zvonimira). Na ovom traku izveden je nogostup za pješake i stajalište javnog gradskog prijevoza. Ceste preko starog i novog nadvožnjaka opremljene su zaštitnim ogradama dvostruke visine. [10]

Kružno raskrižje KR2 izvedeno je s jednim prometnim i tri privozna traka. Dolazeći iz smjera KR1 prvi privozni trak je cesta koja povezuje oba kružna raskrižja, drugi trak je prema gradu (ulica Kralja Zvonimira), treći trak je spojna cesta prema DC8 u smjeru Splita. Privozna cesta od DC8 prema KR2 se kompletno izmjestila i rekonstruirana je s obostranim rigolima i bermama, proširenjem i malim razdjelnim otokom prije ulaza u raskrižje. Po sredini ove privozne ceste nalazi se skretanje za ulicu Stara cesta koji je potpuno rekonstruiran. Zbog izgradnje novih trakova za ubrzanje i usporenje prema/od kružnih raskrižja u oba smjera, dionica DC8 na ovom području je proširena i rekonstruirana. Kretanje raskrižjem regulirano je prometnim znakovima i tlocrtnom signalizacijom. Rekonstrukcijom su se smanjile prometne gužve, povećala protočnost raskrižja, riješen je problem skretanja u lijevo i mogućnost kretanja u svim pravcima. [10]

6. PLANOVİ REKONSTRUKCIJE CESTOVNIH ULAZA

Cestovni ulazi u grad i raskrižja Njivice i Mandalina smješteni su na DC8, na zapadnom i istočnom ulazu u grad Šibenik. U sadašnjem stanju imaju oblik raskrižja (križanje cesta u istoj razini.). Prostorno-planskom i projektnom dokumentacijom grada i županije predviđena je rekonstrukcija i izgradnja novih navedenih raskrižja čime oni dobivaju izgled cestovnih čvorova.

6.1. Čvor Njivice

Cestovni ulaz u grad i postojeće raskrižje gradske četvrti Njivice je složeno raskrižje koje se sastoji od dva dijela. Prvi dio (Njivice I) obuhvaća križanje DC8 s trgovačkim centrom Supernova, Era Commerce i kamenolomom koji ima oblik križa (Slika 4. – krug crne boje). U ovom raskrižju izvedeni su posebni prometni trakovi za skretanje u lijevo i desno prema navedenim objektima iz smjera Vodica i Splita. Drugi dio (Njivice II) obuhvaća križanje DC8 s gradskim ulicama Put Vida i Ivana Meštrovića koji ima oblik slova T (Slika 4. – krug crvene boje). U ovom raskrižju izvedeni su posebni prometni trakovi za skretanje u lijevo prema gradskim ulicama iz smjera Vodica i Splita. U

neposrednoj blizini raskrižja Njivice II nalazi se raskrižje gradskih ulica Put Vida i Ivana Meštrovića (Slika 4. – krug plave boje) gdje su prisutna brojna preplitanja prometnih pravaca s velikim brojem konfliktnih točaka čime se smanjuje sigurnost sudionika u prometu. Oba raskrižja u Njivicama se tretiraju kao jedna prometna cjelina s obzirom na njihovu međusobnu blizinu (otprilike 300 metara). Za regulaciju prometa na oba raskrižja postoji svjetlosna prometna signalizacija (semafori). Unatoč semaforima i postojanju dodatnih trakova za desna i lijeva skretanja, oba raskrižja ne mogu pružiti adekvatnu prometnu uslugu po pitanju kapaciteta i sigurnosti tijekom godine i posebno turističke sezone. [10]



Slika 4. Raskrižja u Njivicama
Izvor: [9]

Budućom rekonstrukcijom i izgradnjom novog cestovnog ulaza raskrižje Njivice će izgled čvora Njivice (Slika 5.), odnosno Njivice I i Njivice II. Projektirano rješenje obuhvaća izgradnju dvaju kružnih raskrižja ispod trase DC8. Trasa DC8 ostaje nepromijenjena s dva prometna i jednim kolničkom trakom. Spoj državne ceste DC8 i kružnih raskrižja predviđen je jednosmjernim rampama (dvije sa zapadne strane za Njivice I i dvije s istočne strane za Njivice II) paralelnim s glavnim pravcem. Oba kružna raskrižja će biti nešto većeg promjera nego što je uobičajeno zbog međusobnih razmaka spojnih rampi koje se priključuju na ove kružne tokove vodeći računa o daljnjoj budućoj dogradnji DC8 kao četvero-tračne prometnice na ovom području. Oba kružna raskrižja imat će jedan prometni trak. Izgradnjom dvaju kružnih raskrižja ispod trase omogućit će se nesmetano kretanje vozila bez zaustavljanja u smjeru Vodica, Zadra te Splita. [10]

Novi čvor Njivice I bit će izmješten i nalazit će se otprilike 100 do 150 metara prije današnjeg postojećeg raskrižja iz smjera Vodica. Čvor će biti izveden s pet privoznih trakova. Gledano iz pravca Vodica prvi privozni trak je silazak s DC8 u kružno raskrižje, drugi trak je dvosmjerna spojna cesta prema stambenim kućama gradske četvrti, treći trak je dvosmjerna spojna cesta s trgovačkim centrom Supernova i kružnim raskrižjem

Njivice II, četvrti trak je dvosmjerna spojna cesta na trgovački centar Era Commerce i kamenolom, te peti privozni trak koji je izlazak na DC8. Novi čvor Njivice II nalazit će se na mjestu postojećeg raskrižja i imati će četiri privozna traka. Gledano iz smjera Splita prvi privozni trak je ulazak u kružno raskrižje, drugi trak je spojna cesta s trgovačkim centrom Supernova i čvorom Njivice II, treći trak je spojna cesta prema gradskim ulicama Put Vida i Ivana Meštrovića, te četvrti privozni trak je izlaz na DC8 u smjer Splita. [10]



Slika 5. Budući izgled čvora Njivice (Njivice I – lijevo, Njivice II – desno)

Izvor: [15]

Križanje Ulice Ivana Meštrovića i Put Vida planira se rekonstruirati u kružno raskrižje s tri privozna traka (Slika 5. – desno) čime bi se broj konfliktnih točaka smanjio na minimum, uz istovremeno veoma dobar kapacitet ovakvih raskrižja. Navedenim zahvatom znatno će se podići sigurnost pješaka na pješačkom prijelazu uz trgovački centar Plodine (potreba prelaska je smanjena s pet prometnih traka na dva). Osim navedenog, rekonstruirat će se sustav odvodnje, prometne opreme i signalizacije, cestovne rasvjete i slično, te izvršiti rekonstrukcija i dogradnja postojeće prometne mreže nižeg reda.

6.2. Čvor Mandalina

Cestovni ulaz u grad i postojeće raskrižje Mandalina smješteno je na križanju DC8 i ulice Velimira Škorpika (Slika 6. – lijevo). U neposrednoj blizini ovog raskrižja nalaze se trgovački centri Dalmare, Plodine i Lidl, garažno-servisni objekt prijevoznika Autotransport Šibenik, zgrada tvrtke Ceste Šibenik d.o.o., dvije benzinske postaje, ulaz u veliki prostor bivše vojarne Bribirski knezovi (danas služe kao smještajni kapaciteti za obrazovne ustanove), te nekoliko ugostiteljskih objekata i dvije autopraonice. Postojeće raskrižje je izvedeno kao raskrižje sa semaforima oblika slova T. Prema prostoru dijela

tvornice IMPOL-TLM zbog visinske razlike izveden je kameni zid prosječne visine 2.5 metara (Slika 6. – lijevo, krug crvene boje). Križanje iz Ulice Velimira Škorpika prema trgovačkim centrima, objektu Autotransporta i autopraonici izvedeno je kao četvero-krako križanje bez semafora i rasvjete (Slika 6. – lijevo, krug crne boje) koje ne udovoljava osnovnim sigurnosnim uvjetima odvijanja prometa. Naime, za vrijeme veće prometne potražnje raskrižje postaje točka zagušenja podjednako kao i semaforizirano križanje državne ceste DC8 i Ulice Velimira Škorpika. Na državnu cestu DC8, dvjesto metara sjevernije od postojećeg raskrižja, priključene su benzinske postaje na obje strane. Budućom rekonstrukcijom i izgradnjom novog cestovnog ulaza, raskrižje Mandalina dobit će izgled čvora s dva kružna raskrižja Mandalina I i Mandalina II (Slika 6. – desno). [10]



Slika 6. Čvor Mandalina (postojeće stanje – lijevo, projektno rješenje – desno)
Izvor: Slika lijevo [9], slika desno [10]

Kružno raskrižje Mandalina I trebalo bi se izvesti kao čvor u dvije razine i to izgradnjom kružnog toka iznad kojeg nadvožnjakom prelazi DC8. Ovo kružno raskrižje imat će tri privozna trak. Iz smjera Splita prvi privozni trak je budući istočni priključak prema gradskoj četvrti Ražine, drugi trak je spojna rampa na nastavak DC8 prema Vodicama i Zadru, a treći privozni trak je ulazak u ulicu Velika Škorpika prema raskrižju Mandalina II. Kružno raskrižje Mandalina II izvest će se kao kružno raskrižje na spoju Ulice Velimira Škorpika za spojnom cestom prema trgovačkim centrima Dalmare, Lidl, Plodine, objektu Autotransporta Šibenik, te autopraonicom (Slika 6. – desno). U sklopu kružnog raskrižja projektirane su pješačke površine koje na vanjskim dijelovima pojedinih privoza prelaze u pješačko-biciklističke staze, kao i rampe za osobe s invaliditetom. [10]

Zbog širenja koridora državne ceste DC8 (izgradnje drugog kolnika) i paralelnih rampi čvora Mandalina, izmjestit će se postojeća istočna benzinska postaja nekih 50 m

sjevernije. U sklopu projekta predviđa se izvođenje zahvata vezanih uz građevine za odvodnju, ostale prometne površine uz kolnik, te zaštite instalacija koja se nalaze na trasi.

7. ZAKLJUČAK

Izgradnja trgovačkih centara, obnavljanje ili izgradnja hotelskog kompleksa, prenamjena industrijske zone, razvoj turističke destinacije, promet u tranzitu neki su od čimbenika koji dovode do opterećenja cestovne mreže na ulazima u urbana područja. Povezivanje turističkih i gospodarskih područja te gradskih naselja modernom cestovnom prometnom infrastrukturom i nesmetano odvijanje tranzitnog prometa znači podizanje nivoa prometne usluge, ali i povećanje prometne sigurnosti. Rekonstrukcijom raskrižja i čvorova na glavnim cestovnim ulazima u grad dobiva se na povećanju protočnosti, sigurnosti, ljepšem estetskom izgledu i održavanju kontinuiteta prometne mreže.

Grad Šibeniku u nekoliko posljednjih godina znatno ulaže u modernizaciju cestovne prometne mreže na svom području, što uključuje i ulaze u grad. Iako su u gradu Šibeniku rekonstruirani cestovni ulazi Meterize i Rokići, potrebna je rekonstrukcija još dva ulaza. Zbog povećanja prometne potražnje, čvor Mandalina na istoku i čvor Njivice na zapadu su postali uska grla posebice u ljetnim mjesecima. Problemi u vidu sigurnosti i prometnih zastoja na ovim područjima DC8 i dalje su prisutni zbog prevelike količine prometa, posebno tijekom turističke sezone. Rekonstrukcijom i izgradnjom planiranih čvorova tranzitni promet državnom cestom DC8 prolazio bi bez ikakvog zaustavljanja prometnog toka. Osim navedenog, povećala bi se propusna moć samih čvorova i sigurnosti odvijanja prometa.

8. LITERATURA

- [1] Hrvatski sabor (2011). Zakon o cestama Republike Hrvatske. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2011_07_84_1790.html (Pristupljeno 19.10.2022.)
- [2] Božičević J., Legac I. (2001). Cestovne prometnice. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti.
- [3] Legac I. (2008). Raskrižja javnih cesta – Cestovne prometnice II. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti.
- [4] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture Republike Hrvatske (2021). Odluka o razvrstavanju javnih cesta. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_02_18_429.html (Pristupljeno 19.10.2022.)
- [5] Šego D., Ljubić Hinić M., Poljićak A.-M. (2020). Methods of Goods Delivery to the Historic Core of the City of Šibenik During the Tourist Season. *Logi – Scientific Journal on Transport and Logistic*, Vol. 11, Iss. 1, pp. 88-98. ISSN 2336-3037 (Online). Dostupno na: <https://doi.org/10.2478/logi-2020-0009>

- [6] Ljubić Hinić M., Šego D., Beljo I. (2019). Zračni promet i turizam Jadranske Hrvatske. Zbornik radova 4. međunarodne konferencije "IZAZOVI DANAŠNJICE", Veleučilište u Šibeniku, 10.-12. listopada 2019. Šibenik, str. 335-341. ISSN: 1846-6656, broj 3/2019., UDK 656.7:338.48(497.5)
- [7] Pražen A., Olivari L., Šego D. (2020). Prijedlog primjene pametnih rješenja za upravljanje prometnom infrastrukturom grada Šibenika u cilju smanjenja prometnih gužvi za vrijeme turističke sezone. 44. međunarodni stručni seminar o cestovnoj infrastrukturi i sigurnosti u prometu "CESTE 2020", 10.-13. ožujka 2020., Rovinj, str. 221-231.
- [8] Turistička zajednica grada Šibenika (2022). Dostupno na: <https://www.sibenik-tourism.hr/stranice/dokumenti/95.html> (Pristupljeno 04.10.2022.)
- [9] Krugove označili autori rada, na slici s software-a Google Earth.
- [10] Interna dokumentacija grada Šibenika, Šibenik, 2022.
- [11] Dnevne novine Slobodna Dalmacija. Dostupno na: <https://sibenski.slobodnadalmacija.hr/sibenik/vijesti/sibenik/sibenik-rjesava-veliki-prometni-problem-za-cvor-rokici-18-milijuna-kuna-doznajete-koja-je-planirana-dinamika-realizacije-projekta-612019> (Pristupljeno 03.09.2022.)
- [12] Dnevni internetski portal Šibenski portal. Dostupno na: <https://sibenskiportal.hr/zivjeti-u-sibeniku/radovi-u-rokicama-na-samom-kraju-buric-najavio-nove-prometne-projekte/>. Pristupljeno 03.09.2022.
- [13] Kundid I., Šego D. (2014). Cestovna raskrižja u Gradu Šibeniku. Zbornik radova Veleučilišta u Šibeniku, Šibenik, godina 8., broj 3–4/2014., str. 97–105., UDK 625.739 (497.5 Šibenik)
- [14] Dnevni internetski portal Šibenski portal. Dostupno na: <https://sibenskiportal.hr/zivjeti-u-sibeniku/cvor-meterize-jos-nije-sluzbeno-otvoren-i-nece-jer-u-gradskoj-upravi-kazu-da-nema-smisla-zaustavljati-promet/> (Pristupljeno 04.09.2022.)
- [15] Interna dokumentacija tvrtke Hrvatske ceste d.o.o., Zagreb, 2021.

Mr. Selma Kenjić-Zgodić, mag.ing.grad.
Ministry of Infrastructure and Water Management, The Netherlands,
Rijkswaterstaat
e-mail: selma.kenjic@rws.nl

Ekspanzija u razvoju inovativnih ideja u cestogradnji **Expansion in the development of innovative ideas in road construction**

Sažetak:

Rijkswaterstaat kao izvršna organizacija Ministarstva za Infrastrukturu i Vodoprivredu u Nizozemskoj se fokusira na smanjenje emisije azota u zraku i smanjenje taloženja azota u prirodnim područjima. Ovakva, na Evropskom nivou razvijena politika, uključuje različite mjere za postizanje ovih ciljeva kao na primjer smanjenje emisija štetnih gasova, podsticanje električne vožnje i smanjenje ograničenja brzine na nekim cestama.

Zbog prekomjerne emisije azota zbog saobraćaja koji se vozi autocestom i emisije azota za vrijeme gradnje, privremeno su zaustavljeni veliki infrastrukturni projekti u Nizozemskoj.

Kao kompenzacija tome, dolazi do brzog porasta i razvoja inovativnih ideja u cestogradnji. Građenje po načelima cirkularne ekonomije, kao neovisna ambicija Ministarstva, pruža velike mogućnosti za ograničavanje negativnih efekata na prirodu u zoni uticaja projekta.

Ovaj rad prikazuje konkretne primjere inovativnih rješenja kojima se kompenzira emisija štetnih gasova i ostvaruje ambicija energetski-neutralnog građenja.

Ključne riječi: azot, kružno gospodarstvo, inovacije, održivost.

Abstract:

Rijkswaterstaat as the executive organization of the Ministry of Infrastructure and Water Management in the Netherlands focuses on reducing nitrogen emissions in the air and reducing nitrogen deposition in natural areas. This policy, developed at the European level, includes various measures to achieve these goals, such as reducing harmful gas emissions, encouraging electric driving and reducing speed limits on some roads.

Due to nitrogen emissions from highway traffic and nitrogen emissions during construction, major infrastructure projects in the Netherlands have been temporarily halted.

As a compensation for this, there is a rapid increase and development of innovative ideas in road construction.

Building according to the principles of the circular economy, as an independent ambition of the Ministry, provides great opportunities for limiting negative effects on nature in the project's impact zone.

This paper presents concrete examples of innovative solutions that compensate for the emission of harmful gases and realize the ambition of energy-neutral construction.

Keywords: nitrogen, circular economy, innovation, sustainability.

1. Emisija štetnih gasova

Azot je svuda oko nas. Sam po sebi nije štetan za ljude a važan je nutrijent i za biljke. Međutim neka jedinjenja azota štete našem zdravlju i prirodi. Emisije se stoga moraju smanjiti.

Zašto se prekomjerno emituje azot i šta možemo učiniti da spriječimo njegov štetni uticaj – teme su o kojima već mjesecima čitamo u vijestima stakeholder-a a posljedice susrećemo u praksi.

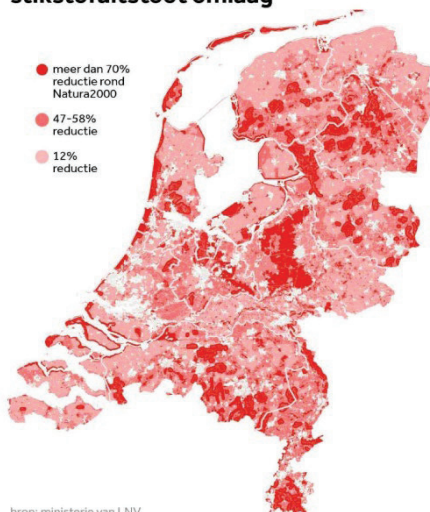
Azotna kriza posljednjih godina odnosi se na dvije supstance: azota iz saobraćaja (NO_x) i jedinjenja azota sa farmi, obično u obliku amonijaka. One se talože u prirodi i djeluju kao hranjive tvari. Kao rezultat toga, neke biljke rastu bolje od drugih. Ali previše ovih supstanci ugrožava biodiverzitet i uzrokuje nestanak nekih biljaka. Baš kao i životinja koje se njime hrane. Osim toga jedinjenja azota uzrokuju stvaranje smoga i čestica u zraku sto može dovesti do zdravstvenih problema kod ljudi kao što je astma.

Zbog toga Nizozemska vlada intervenira 2019. godine i poduzima određene mjere za smanjenje tzv. depozicije azota. Na primjer smanjena je dnevna maksimalna brzina na autoputevima na 100km/h i uvedena stroža pravila za građevinarstvo i poljoprivrednike. Zbog boljih i modernijih auta, saobraćaj je svake godine sve čišći. Ipak je ovaj sektor i dalje odgovoran za 11% ukupnog taloženja azota u prirodi unutar Natura 2000 područja.

Kako problem i dalje postoji, Vlada donosi još oštrije mjere. Emisije azota se u 2030 moraju prepoloviti u odnosu na 2019. godinu a u blizini prirodnih rezervata (Natura 2000) emisije azota se moraju smanjiti i do 70%. To se odnosi na 131 prirodnih područje u Nizozemskoj.

Rješavanje problema emisije azota u ovom obimu dovodi do velikih promjena u poljoprivrednim područjima jer emisije iz poljoprivrede rastu kontinuirano. Neki farmeri će morati da zaustave svoj posao jer će Vlada otkupiti njihove farme.

In deze gebieden moet de stikstofuitstoot omlaag



Stikstofprobleem



2. Privременно obustavljanje cestovnih projekata i vladine mjere

Donešene mjere imaju posljedicu i na gradnju cesta.

Ako bi se novi cestovni projekti projektirali na zonu zaštićenih područja, lako bi se moglo zaključiti da se ova područja narušavaju.

Nova Vladina mjera da se azot mora kompenzirati u radijusu od 25 kilometara od izvora (sto je prije bilo 5) implicira da su potrebni novi proračuni, posebno za infrastrukturne projekte, pa su tako i oni projekti koji su bili na pragu realizacije, stavljeni na čekanje.

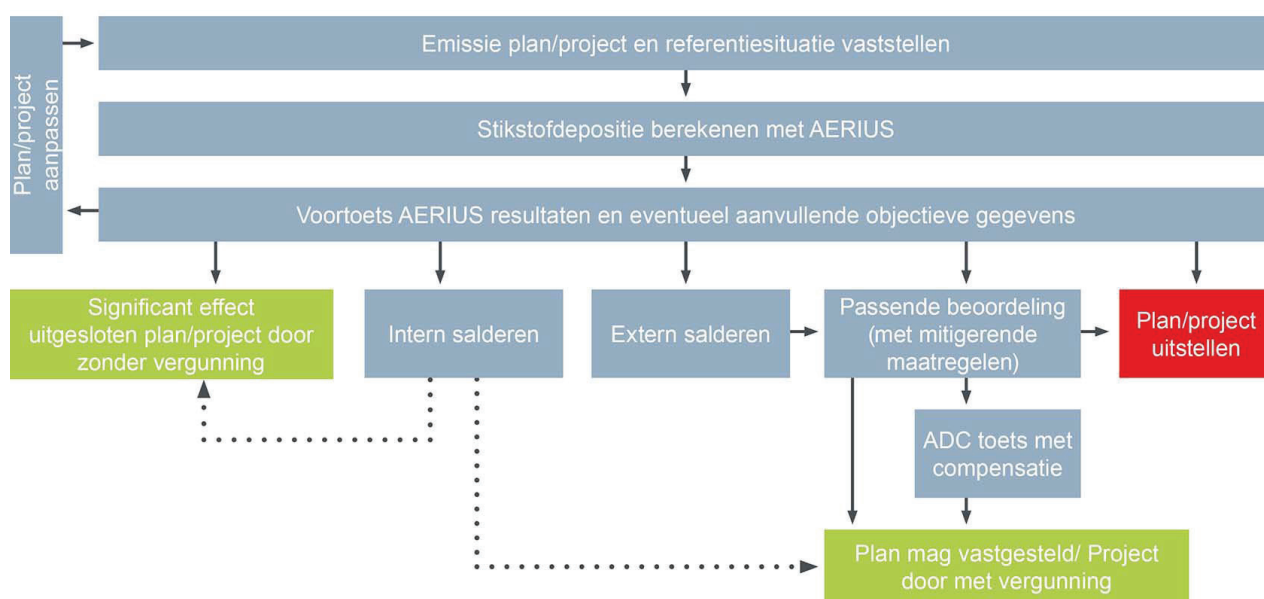
Zbog toga je prošle godine obustavljen veliki broj cestovnih projekata, očekujući proračun emisije štetnih gasova po novoj metodologiji.

Zbog primjene nove metodologije i novih kriterijuma, neophodno je provesti proračune za sve tekuće projekte što zahtijeva veliki broj certificiranih stručnjaka i dosta vremena. Zato se očekuje da će obustavljeni projekti ući u realizaciju sa zakašnjenjem od najmanje 3 godine.

Da bi se realizovao bar jedan dio planiranih projekata, Ministarstvo za Vode i Saobraćaj je 2022 godine izabralo projekte koji će dobiti prioritet u proračunu depozicije azota. Radi se o 11 cestovnih projekata u cijeloj Nizozemskoj kojima je prednost data na osnovu kriterijuma poboljšanja prometne sigurnosti i protoka.

Međutim, tek nakon proračuna depozicije azota, u najboljem slučaju početkom 2025. godine, moći će se dati konačna odluka (zeleno svjetlo) za nastavak projektovanja i realizaciju.

Jedan od velikih cestovnih projekata koji su obustavljeni je i proširenje autoceste A58 između Eindhovena i Tilburga. Radi se o inovativnom SMART projektu, čiji važan dio predstavlja LIVING LAB – projektno okruženje za razvoj i primjenu inovativnih rješenja.



3. Ekspanzija inovativnih ideja – Living Lab

Primjena inovativnih rješenja nije samo rezultat ambicije Ministarstva za Saobraćaj i Vode da u 2050 gradi 100% klimatski neutralno i primjenjuje cirkularnu energiju. Inovativne ideje pružaju mogućost da se projekti, unatoč problemu oko azota, ipak izvedu.

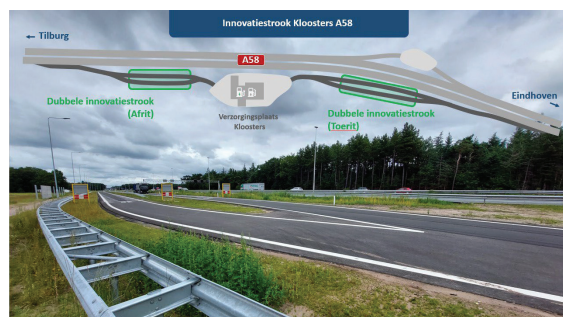
Zato je u posljednjem periodu došlo do naglog razvoja inovacija i ulaganja u poboljšanja kvaliteta i održivosti puteva. Sve inovacije imaju za cilj održavanje nivoa čistog zraka, tla i voda zbog zdrave budućnosti nas i narednih generacija.

3.1. Odmorište Kloosters - novi inovativni projekat i ranije stečena iskustva

Rijkswaterstaat, kao izvršni organ Ministarstva za Vode i Saobraćaj, nudi prostor za realizaciju inovativnih ideja i inovativnih usluga pri čemu “održivo životno okruženje” zauzima centralnu poziciju. Tako je uspostavljen Living Lab (Živi Laboratorij) na području Odmorišta Kloosters, kako bi se osigurao prostor za uspješan razvoj, primjena, testiranje inovativnih rješenja.



Na ovoj lokaciji je 2022 realizovan projekat Inovacijskih traka gdje se zadnjih pola godine vrši testiranje asfalta, horizontalne signalizacije, rasvjetnih stubova, saobraćajnih znakova i ostale inovativne cestovne opreme.



Inovativne trake su se gradile električnim mašinama i mašinama na bazi tzv “plavog dizela”, HVO100.

Iskustvo stečeno na ovom projektu je vrlo dragocijeno za buduće projekte koji se sve više okreću ovakvom načinu izgradnje. Bitni aspekti za uspješnu primjenu su svakako dobra priprema, stručno osoblje i dobar proračun potrebnih mašina, mjesta za punjenje strujom, dužina rada napunjenog akumulatora u različitim vremenskim uslovima te planiranje radova ovisno o ovim rezultatima.

U toku je tender za projekat Odmorište Kloosters gdje će biti primijenjene inovacije kao sto su:

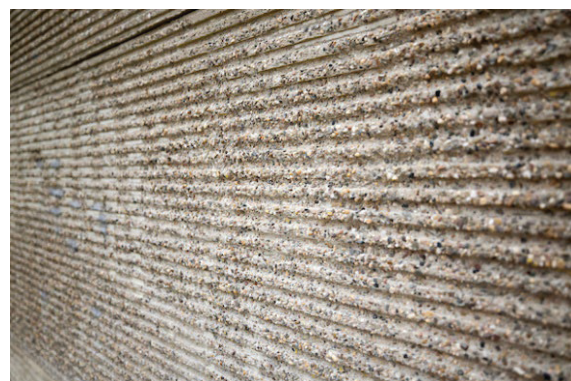
- pametno osvjjetljenje,
- senzori u asfaltu,
- vodena čvorišta,
- zaštite protiv buke,
- ponovna upotreba putne opreme i opreme za viadukte I mostove.

Također priprema se realizacija simbiotskog paviljona gdje će biti prikazana dokumentacija o primijenjenim inovacijama i rezultatima testova. Ovaj paviljon ce biti otvoren za publiku a prije svega, cirkuliranom primjenom materijala i načinom gradnje, naglašava vezu sa prirodom i očuvanje prirodnog izgleda okoline.

3.2. Zaštite od buke - beton i mahovina

Na istom području Living Lab se bavi testiranjem održive zaštite od buke, tzv. “greenscreens”. Radi se o betonskim zaštitama koje će obrasti mahovinom. 4 godine se radilo na razvijanju ove ideje i konačnoj realizaciji. Saradnja se odvijala izmedju firmi Rijkswaterstaat, Rutte Groep, Tehnicki Univerzitet Delft i firma ABT Ingenieurs.

Konačno 2 decembra 2022 postavljene su prve inovativne zaštite protiv buke i to pored inovativne trake.



Zaslони su napravljeni od bioreceptivne betonske mješavine koja u kombinaciji s otvorenom strukturom gornjeg (površinskog) sloja osigurava prijanjanje mahovine na njega.

Primijenjena je i bazaltna armatura kao inovativni akcent u ovom eksperimentu. Ovakva armatura je lakša po težini ali vrlo postojana i izdržljiva. Također ima niži indikator ekoloških troškova u poređenju sa tradicionalnom čeličnom armaturom.

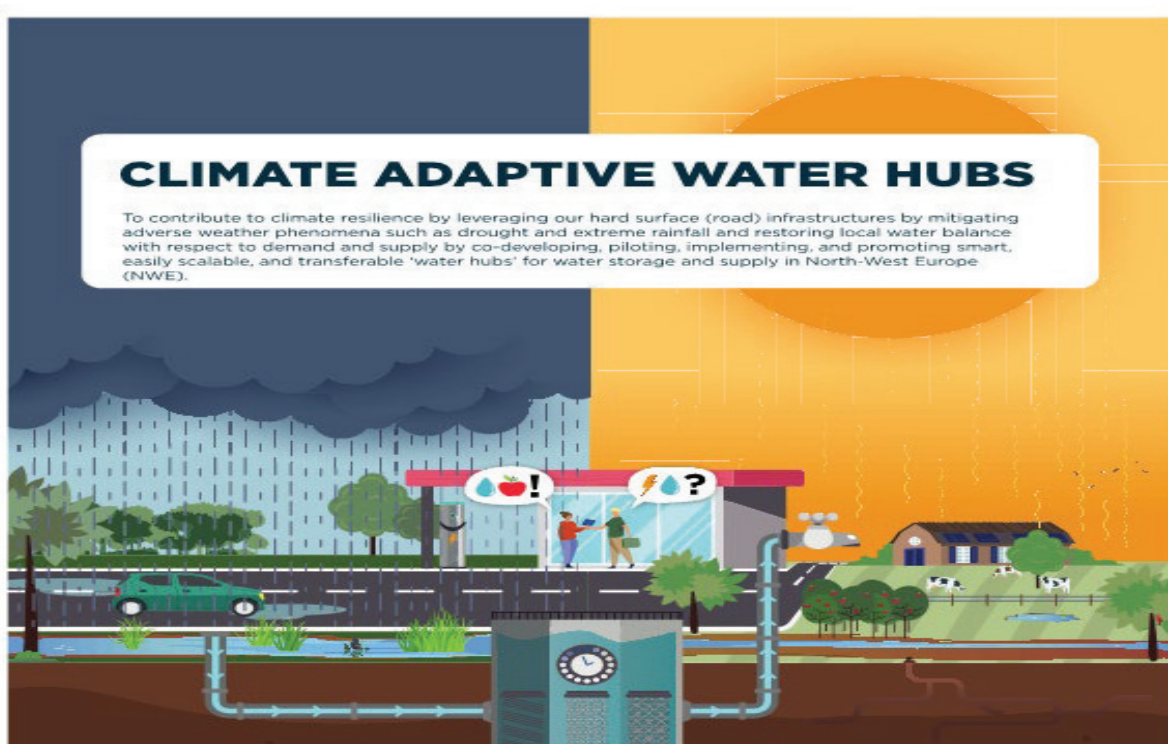
Betonski zid obrastao mahovinom, kao zaštita protiv buke ima velike prednosti:

- brzo i lako se nanosi,
- sam se održava, nema potrebe obrezivanja biljke,
- bolja zvučna izolacija,
- klimatski povoljna - zadržava vodu i čisti zrak,
- zelene je boje te se uklapa u okolinu i djeluje smirujuće na učesnike u saobraćaju,
- sprečava crtanje grafita na betonu.

Nakon što zidovi potpuno obrastu mahovinom, zapoće testiranje na sljedeće aspekte:

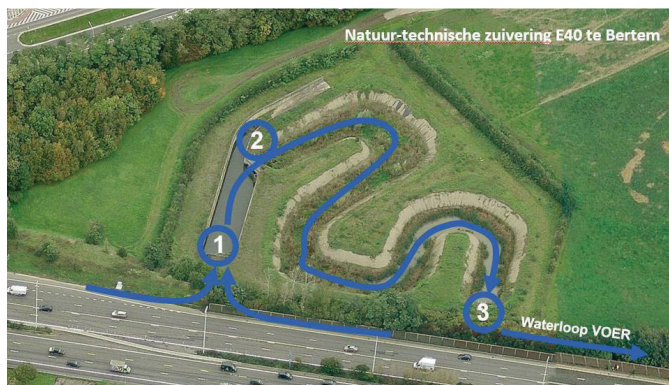
- rast mahovine u različitim vremenskim uslovima i godišnjim dobima, (vizuelnim pregledom i dokumentiranje stanja)
- uticaj različitih tretmana,
- planiranje upravljanja i održavanja,
- funkcionalnost objekta i stepen zaštite od buke.

3.3. Vodena čvorišta



Jedna od inovativnih ideja u sklopu klimatski-neutralne gradnje i u duhu simbioze autoputa i prirode, su tzv. 'vodena čvorišta'. Na ovim mjestima se prikuplja voda sa autoputa, analizira, pročišćava, odvodi do rezervoara i dalje pumpa za potrebe okoline.

23 marta 2023 se očekuje odgovor Evropske Komisije za finansirane gradnje vodenog čvorišta na prostoru Living Lab.



U Belgiji, u blizini Leuvena, je već realizovano jedno ovakvo vodeno čvorište. Interesantno je da se iz ovih voda prvo odvaja otpad kao što je plastika i odvozi na reciklažu a voda zatim prečišćava i čuva u za to napravljenim rezervoarima.

4. Razvoj, primjena i testiranje inovativnih rješenja – poziv na saradnju

Unutar Living Lab kao centralnog mjesta za razvoj i primjenu inovacija a u sklopu cirkularne ekonomije i klimatski-neutralnog građenja, pozivaju se domaće i strane firme i partneri koji bi svoje inovativne ideje ili već razvijene inovativne produkte primijenili na ovom ili nekom drugu prostoru unutar granica Rijkswaterstaat-a.

Osim potencijalne vrijednosti tj. mogućosti za razvoj, inovativne ideje moraju zadovoljiti i sljedeće kriterije:

- dodatna vrijednost za Rijkswaterstaat,
- povoljan odnos troškova i postignute eksploatacije,
- rizici koji se mogu predvidjeti i kojima se može upravljati,
- podrška okoline.

Naš Living Lab ima za cilj pretvaranje ideje u konkretnu izvedbu zajedno sa nosiocem inovativnih ideja ili produkta i uz primjenu sve raspoložive ekspertize.

Zaključak:

Za razvoj i primjenu inovativnih ideja, Nizozemskoj su potrebni partneri – tržišne stranke, institucije znanja i druge organizacije.

Inovirajmo zajedno kako bismo se uhvatili u koštac s velikim društvenim izazovima.

<https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie/innovatieloket-rijkswaterstaat>

<https://www.rijkswaterstaat.nl/formulieren/contactformulier-innovatieloket>

Štićenje opasnosti u naseljima kroz koja prolaze državni ili županijski putevi

Shielding of road hazards on the state or county roads passing through settlements

Autor/Author:

Demeter Prislan, dipl.ek., ICC DEMETER PRISLAN S.P., Dobravica 44, SI-1292 Ig
e-mail: demeter.prislan@siol.net, mobitel: +386 41 647 814

Sažetak:

Potreba za štićenjem bočnih opasnosti na cestama nije potrebna samo na autocestama nego i na državnim ili županijskim cestama. Možda je tamo zbog šarenila sudionika u prometu čak nužnije nego na cestama koja su rezervirana samo za motorna vozila. Da bi postigli što učinkovitiju zaštitu postupamo po principu "makni, zamjeni, zaštititi".

Ključne riječi: bočna opasnost, pasivna sigurnost, državne ceste, naselje

Summary:

The need for shielding of the side hazard on roads is not only necessary on highways but also on state or county roads. Maybe there, because of the colorfulness of the road users, it is even more necessary than on roads that are reserved only for motor vehicles. In order to achieve the most effective protection, we act according to the principle of "remove, replace, shield".

Key words: side hazard, passive safety, state roads, settlements

UVOD

Potreba za smanjenjem žrtava prometnih nesreća je imperativ društva. Nisu samo autoceste one na kojima je potrebna najveća moguća zaštita sudionika u prometu. Državne i županijske ceste su čak problematičnije jer je zbog dvosmjernog prometa povećana mogućnost prometnih nesreća. Dodatni problem za uspostavu pasivno sigurnih cesta predstavlja šarenilo sudionika u prometu. Na državnim i županijskim putevima se može naći sve, od najtežih kamiona, preko osobnih vozila, traktora i radnih strojeva, mopeda do pješaka. Svi ovi bi željeli doći od točke A do točke B što brže i ujedno sigurno. Ali to ponekad nije moguće.

Nastanak prometne nesreće može ovisiti o vozaču, vozilu ili cesti ili o kombinaciji više navedenih čimbenika. U ovom članku razmatramo samo cestu, posebno onu koja prolazi kroz naselje. Pretpostavljamo, da unatoč vožnji u skladu sa prometnim pravilima, može doći do nepredvidljivih situacija, koje se ne mogu riješiti samo vozačkim umijećem. Kao rezultat toga, to se može manifestirati u obliku smrtnih slučajeva ili teško ozlijeđenih sudionika u prometu. Nerijetko, srećom, je riječ samo o materijalnoj šteti.

VRSTE PROMETNIH NESREĆA

Iz biltena o sigurnosti cestovnog prometa za 2021. godinu možemo, na osnovi tabele o nastradalim osobama prema vrsti prometnih nesreća, vidjeti, da se veliki broj nesreća dogodio ne na autocestama, dakle državnim, županijskim i drugim cestama nižeg ranga. Udar vozila u parkirano vozilo, nalet na bicikl, pješaka, motocikl ili moped, sudar s vlakom, udar vozila u objekt na cesti ili kraj ceste su sve situacije, koje bi se ne mogle dogoditi na autocesti. Čak i slijetanje vozila s ceste mogli bismo u većini primjera pripisati ne-autocestama, jer bi one u principu trebale onemogućiti slijetanje s ceste ili, ako bi do slijetanja već došlo, omogućiti koliko toliko dobru mogućnost zaustavljanja vozila bez ozbiljnih posljedica za sudionike u prometu. I pri sudaru vozila u pokretu veliki broj nastradalih osoba pripada sudaru iz suprotnih smjerova, što je opet karakteristika sudara, koji se ne bi mogao dogoditi na autocesti osim u slučaju vožnje u pogrešnom smjeru. [1]

Prema ETSC PIN Flash Report 32 koji govori o smanjenju smrtnih primjera u nesrećama sa samo jednim motornim vozilom približno 62% dogodi ih se na cestama koje se ne svrstaju u autoceste, ispod 10% na autocestama i približno 28% na cestama u naseljima. To je prosjek za 22 države Europe koje skupljaju podatke o prometnim nesrećama. Svakako tu ima razlika, pa tako u navedenom izvješću prikazuju za Norvešku 93% nesreća sa smrtnim primjerom na ruralnim cestama a 34% za Hrvatsku. Do ovakvih razlika u detaljiranim izvještajima dolazi zbog različitog definiranja kategorije cesta, pa se čini, da su velike razlike među pojedinim državama, ali za jednostavniju sliku možemo samo smanjiti broj smrtno stradalih i teško ozlijeđenih za postotak onih na području autocesta (približno 10%).[2] To znači, da je potrebno ozbiljno pristupiti rješavanju problema prometnih nesreća na svim ostalim cestama, bile one kategorizirane kao državne, županijske, općinske ili lokalne. Svakako treba više pozornosti posvetiti edukaciji vozača, voditi brigu o

tehničkoj ispravnosti vozila ali se i više angažirati na području infrastrukture u smislu implementacije opreme za unapređenje pasivne sigurnosti cesta, što znači, da ublaživači udara, apsorbirajuće početne konstrukcije, specijalni tipovi zaštitnih ograda, pasivno sigurni stupovi javne rasvjete, pa čak portalne informativne table i elektronski znakovi nisu rezervirani samo za autoceste nego ih treba primijeniti i na ostalim cestama. Često puta su razlog izostavljanja implementacije zaštitnih sistema

Tablica 1. Nastradale osobe prema vrstama prometnih nesreća u 2021. godini

Vrste prometnih nesreća		Nastradale osobe					
		poginule	%	teško ozlijeđene	%	lakše ozlijeđene	%
Sudar vozila u pokretu	iz suprotnih smjerova	69	23,6	387	14,8	1.540	16,5
	bočni smjer	26	8,9	335	12,8	1.929	20,7
	u usporednoj vožnji	4	1,4	35	1,3	216	2,3
	u vožnji u slijedu	13	4,5	181	6,9	1.939	20,8
	u vožnji unazad		0,0	7	0,3	36	0,4
	UKUPNO	112	38,4	945	36,2	5.660	60,8
Udar vozila u parkirano vozilo		2	0,7	13	0,5	79	0,8
Slijetanje vozila s ceste		93	31,8	737	28,2	1644	17,7
Nalet na bicikl		21	7,2	117	4,5	256	2,8
Nalet na pješaka		37	12,7	405	15,5	774	8,3
Nalet na motocikl ili moped		2	0,7	35	1,3	91	1,0
Sudar s vlakom		4	1,4	6	0,2	18	0,2
Udar vozila u objekt na cesti		1	0,3	19	0,7	46	0,5
Udar vozila u objekt kraj ceste		16	5,5	118	4,5	324	3,5
Nalet na životinju			0,0	6	0,2	23	0,2
Ostalo		4	1,4	209	8,0	393	4,2
SVEUKUPNO		292	100,0	2.610	100,0	9.308	100,0

Izvor: Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2021.

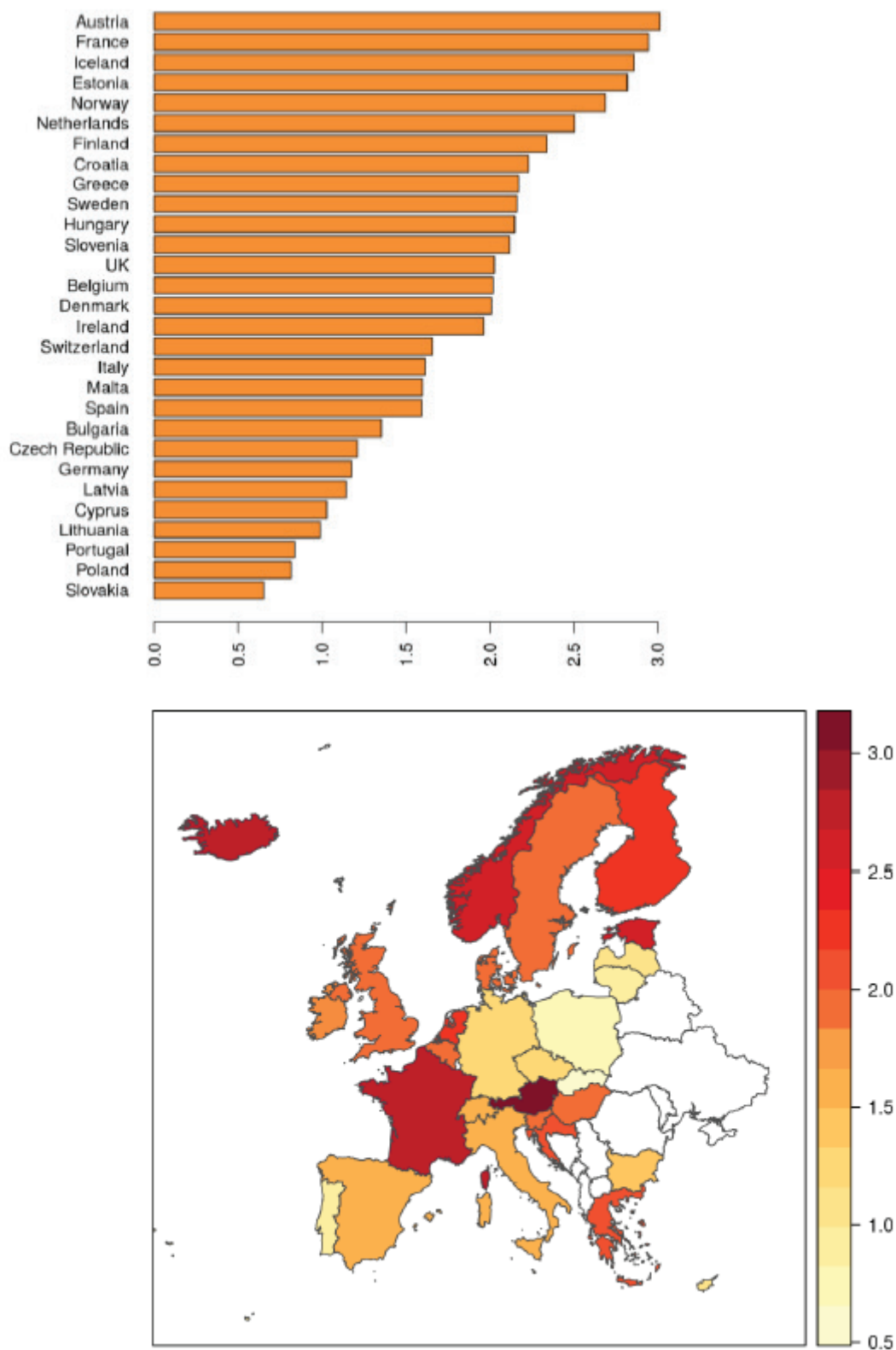
novčana sredstva kojih, tradicionalno, nikad nema dovoljno. Bi li nam izračun uložених sredstava u odnosu na troškove društva za prometne nesreće sa poginulima i teško ozlijeđenima pomogao da napravimo korak dalje u stvaranju sigurnijih cesta?

TROŠAK PROMETNIH NESREĆA SA SMRTNO STRADALIMA

Kao uvijek, statistika može pokazati prosjek ali ima i mogućnost prikaza pojedinih vrijednosti. Na priloženim slikama br. 1 i 2 možemo vidjeti velike razlike između pojedinih država. Razlike u ocjenama troškova jedne poginule osobe možemo pojasniti sa razlikom u definiciji smrtne žrtve prometne nesreće, sa razlikom svih troškovnih komponenti koje su bile uključene i metodološkim razlikama. Kao definiciju žrtve prometne nesreće većina država upotrebljava kriterij preživljavanja u roku od 30 dana. Samo Slovačka upotrebljava kriterij preživljavanja u roku 24 sata i ne 30 dana. Različite države i različito ubrajaju različite troškove u izračun. Većinom se uzimaju u kalkulaciju troškovi medicinske opskrbe, gubitak društvenog proizvoda i ljudski trošak dok se neki drugi troškovi, kao imovinska šteta, administrativni troškovi i drugi

troškovi ne ubrajaju u ovu kalkulaciju. To je u glavnom zbog toga jer pojedine države strogo razdvajaju troškove povezane sa žrtvom prometne nesreće od troškova same prometne nesreće.[3]

Slika 1. Trošak poginule osobe po državama (milijun EUR 2015)



Izvor: Safety Cube – Crash cost estimates for European countries 3.2, 2017

Iz prikazanih podataka vidimo, da je za Hrvatsku ocjena jedne smrtno žrtve u prometu 2,2 milijuna Eura. To bi nam trebalo biti polazište kada razmatramo ulaganje u opremu cesta. Istina je, da su načini za podizanje razine sigurnosti i prometne kulture koji su navedeni u dopunama Zakona o sigurnosti prometa na cestama relativno jeftini jer se radi u glavnom o snažnijem kažnjavanju (prebrza vožnja, namjerni prolazak kroz crveno svjetlo, itd.).[1] Ali, unatoč snažnijem kažnjavanju, opasna mjesta na cestama još dalje ostaju nezaštićena i ne postoji nikakva garancija, da neće neko stradati unatoč poštovanju ograničenja brzine.

UNAPREĐIVANJE PASIVNE SIGURNOSTI CESTA

Osim vozila i korisnika ceste, infrastruktura je treći stup svake sveobuhvatne strategije sigurnosti na cestama. Poboljšanje infrastrukture kamen je temeljac sigurnosti na cestama i pomoći će EU-u da postigne svoje nove ciljeve za 2030. i implementira pristup sigurnog sustava. Na cestama, autocestama, ruralnim cestama i gradskim cestovnim mrežama Transeuropske prometne mreže (TEN-T), države članice EU trebale bi raditi na sličnim visokim razinama brige za sigurnost infrastrukture.[4] Tako je Europsko vijeće za sigurnost prometa definitivno postavilo cestovnu infrastrukturu za prioritetnu zadaću u sljedećem periodu.

Da bi mogli unaprijediti stanje na području infrastrukture trebamo pristupiti i ocjenjivanju sigurnosti postojeće cestovne mreže. Potrebno je dakle redovno vršiti inspekcijske preglede cesta sa stajališta sigurnosti prometa i onda na osnovu manjkavosti predložiti kroz projekt unapređenja sigurnosti potrebne zahvate na sanaciji stanja, od najhitnijih do onih manje hitnih. Pri tome uočene manjkavosti pokušavamo sanirati po sistemu „makni, zamjeni, zaštititi“, što podrazumijeva sklanjanje stabala koja su blizu kolnika, zamjenjivanje opasne cestovne opreme sa pasivno sigurnom i na kraju, kao posljednja mjera rješavanja opasne situacije, zaštita bočne opasnosti sistemima za zadržavanje vozila.

Kao primjer čišćenja bočnih opasnosti se najčešće pojavljuje micanje vegetacije sa promjerom stabla većim od 10 cm (što bi trebao biti maksimum). Cilj je, da se napravi takozvana zona sigurnosti, dakle područje na kojem bi se moglo zalutalo vozilo koliko toliko sigurno zaustaviti. Koliko bi široka morala biti zona sigurnosti, u metrima nije definirano ali svakako toliko, da može vozač nakon prvog šoka nove trajektorije vozila još uvijek racionalno reagirati i barem stisnuti kočnicu, ako ništa drugo. Valja napomenuti, da je potrebno vegetaciju maknuti u potpunosti, dakle iščupati i panjeve svakojakog drveća. Zona sigurnosti mora omogućiti preživljavanje putnika u vozilu.

Drugi korak je zamjena opreme uz cestu, najčešće su to znakovi, stupovi javne rasvjete, stupovi komunikacijske opreme i kamera za snimanje prometa i slično. Postupak je vrlo jednostavan: konvencionalni, tvrdi stupovi se mijenjaju sa pasivno sigurnima, koji se kod udara vozila postepeno deformiraju i tako preuzmu veći dio naletne energije vozila, umjesto da se sila usporenja prenosi na putnike u vozilu. Takvi stupovi su posebno korisni u područjima cesta na ulasku u naselje gdje su ograničenja brzina 70 ili 60 km/h ali i u područjima ograničenja brzina 50 km/h, jer su usporenja još uvijek velika. Za unapređenje pasivne sigurnosti cesta postavljamo ove

vrste stupova i u kružne tokove gdje (posebno u one van strogog centra grada) jer vozila kroz njih brže voze, pa može doći do usklizavanja vozila i posljedično bočnog udara u stup. Institucija EuroNCAP izvodi probne udare bočno u stup sa brzinom 32 km/h tvrdeći kako je to vrlo žestok test otpornosti na bočni udar.

Slika 2. Sanacija opasnog križanja: čišćenje vegetacije sa ravnanjem terena, izrada trećeg traka za skretanje lijevo i instalacija pasivno sigurnih stupova.



Izvor: arhiva autora

Slika 3. Prolaz državne ceste kroz naselje: stupovi su pasivno sigurni.



Izvor: arhiva autora

Slika 3. Kružni tok opremljen pasivno sigurnim stupovima rasvjete.



Izvor: arhiva autora

Slika 4. Oboren pasivno siguran ZIP stup je spasio život, samo je materijalna šteta bila u pitanju.



Izvor: arhiva autora

Valja napomenuti, da ETSC (Europsko vijeće za sigurnost prometa) nagovara nacionalne institucije za sigurnost prometa na prihvaćanje norme EN 12767 i dobre prakse iz sjevernijih zemalja Europe koje su nacionalnim smjernicama već uspjele pri stvaranju „opraštajućih puteva“. Preporučuje da se EN 12767 usvoji kao obavezujući standard najmanje na svim cestama sa brzinama do 100 km/h i da se izrade smjernice sa preciznim tehničkim karakteristikama za izradu i održavanje cesta po principu „opraštajućih puteva“. Također potiče nacionalne institucije na tehničku i financijsku pomoć EU članica.[4]

Krajnji stupanj u procesu rješavanja opasnih mjesta i usamljenih opasnosti je implementacija sistema za zadržavanje vozila. To nisu samo zaštitne ograde nego i ublaživači udara, početne konstrukcije zaštitnih ograda, sistemi za pojedinačno šticeenje usamljenih opasnosti, specijalne zaštitne ograde i razne druge kombinacije.

Slika 5. Način šticeenja usamljenih opasnosti sistemom JANUS – dvije početne konstrukcije za 80 km/h sa apsorbirajućim djelovanjem, spojene leđa na leđa. Na cestama sa dvosmjernim prometom mora biti opasnost šticeena sa obje strane (za slučaj prijelaza vozila na suprotnu stranu ceste).



Izvor: arhiva tvrtke SMA, Italija

Potrebno je napomenuti, da su početne konstrukcije zaštitnih ograda od kojih je sastavljen sistem JANUS isprobane po normi prEN 1317-7 in ne samo po normi ENV 1317-4. Razlika u normama je zapravo u probnom udaru vozila u glavu početne konstrukcije (popularno nazvane terminal). ENV 1317-4 koja je predviđena za prijelazne naprave i terminale predviđa test udara vozila u glavu početne konstrukcije samo direktno u glavu i maknuto za $\frac{1}{4}$ širine vozila, što znači, da navedena norma predviđa, da će auto udariti u glavu početne konstrukcije samo pod uglom od 0° . Prijedlog norme prEN 1317-7 pak predviđa pored ova dva udara još treći mogući smjer udara u glavu početne konstrukcije, i to po uglom od 15° . Ovaj tip udara vozila u terminal je i najžešći test ponašanja terminala. Ovaj test jasno pokazuje koji je terminal takav, da propušta vozilo iza sebe (engleski: gating – dakle otvarajući). Sigurno je, da nam za situaciju koja je prikazana na slici br. 5, takav terminal ne bi bio koristan, jer bi vozilo propustio u stablo. Tip „otvarajući“ terminal nije koristan ni kod klasičnog povezivanja na zaštitnu ogradu jer nam smanjuje korisnu dužinu zaštitnog sistema. Ako nam je potrebno 32 m dužine sistema za zadržavanje vozila, onda nam terminal koji nije otvarajući može smanjiti dužinu zaštitne ograde za svojih, na primjer, 4 m, dok trebamo kod upotrebe terminala tip „otvarajući“ na 32 m zaštitne ograde dodati još njegovih 4 „otvarajućih“ metara. Ukupno dakle 36 m umjesto 32 m sistema za zadržavanje vozila. Možda nekome zanemariva ušteda ali opet nije zanemariva ako pomnožimo sa količinom primjera upotrebe.

U naseljima koja su se širila i razvijala uzduž ceste često imamo problem mješovitog prometa sa velikom količinom pješaka koji se kreću uz cestu, neovisno o tome, postoji li tamo nogostup ili ne. Oni su na takav način izloženi potpuno nezaštićeni i izloženi mogućim tragičnim skretanjima vozila iz svog smjera. Ujedno takva situacija omogućava i slobodno kretanje pješaka kamo god neko zaželi. Takva situacija bi se mogla riješiti ugradnjom specijalne zaštitne ograde nivoa zadržavanja H2 kao što je to moguće vidjeti na slici br. 6. Takva ograda je podobna za ugradnju u naseljima jer je sa obje strane obrađena i nema oštih strčecih dijelova. Može dobro poslužiti za odvajanje teškog prometa od pješaka, biciklista i drugih lokalnih korisnika. Ujedno se može ogradu dopuniti ugradnjom svjetala čak i na obje strane, što svima omogućava bolju vidljivost.

Slika 6. Zaštitna ograda tip ANDROMEDA H2, uspješno isprobana na samo 48 m duljine sidrena u beton ili stupićima u bankinu.



Izvor: arhiva tvrtke SMA, Italija

Za šticeenje opasnosti u naseljima možemo upotrijebiti i ublaživače udara malih dimenzija koji zbog svojih malih dimenzija ne mogu biti preusmjeravajući ali ipak dovoljno dobro štite pojedine opasnosti. Ne možemo zaboraviti, da su naselja urbane sredine i da kao takve sigurno imaju i povećan promet motoriziranih jednotračnih vozila. Razni mopedi, skuteri i drugi se uključuju u promet i zgušćuju ga. U takvim situacijama brzo dolazi do griješaka i do prometnih nesreća u kojima su najranjiviji sudionici baš vozači jednotračnih motoriziranih vozila. Ako brzine nisu visoke, a takve ne bi trebale biti u naseljima, postoji varijanta ublaživača udara za 50 km/h koji je prekriven oklopom i na taj način sprječava kontakt motorista sa strčecim dijelovima ublaživača udara. Postavlja se i pitanje, postoji li za motoriste ublaživač za 80 km/h ili 110 km/h ali tu je, na žalost, odgovor za sada negativan. Osnovno je pitanje, da li je uopće moguće preživjeti direktni udar tijela u glavu ublaživača, jer u takvom primjeru ublaživač ne može djelovati kako je projektirano zbog toga jer je kinetička energija zbog male mase motorista jednostavno premalena, da bi bilo kako maknula apsorpcijske elemente ublaživača.

Slika 7. Ublaživač ARMADILLO, smišljen za motoriste.



Izvor: arhiva tvrtke SMA, Italija

ZAKLJUČAK

Za razliku od autocesta, državne, županijske i druge ceste nisu izrađene po sistemu opraštajućih puteva, trpe nedovoljnu opremljenost proizvodima za unapređenje pasivne sigurnosti. Možda bismo mogli reći čak, da su daleko od toga, da bi bile pasivno sigurne. To isto važi i za njihov prolaz kroz naselja. Način i metoda rješavanja kritičnih mjesta postoji, materijala koji još nije bio primijenjen ima dosta. Potrebna je volja faktora odlučivanja, da odlučno zahtijevaju unapređenje pasivne sigurnosti svih cesta u zemlji, kako to predlaže i ETSC. Dobra praksa iz različitih zemalja postoji, treba je primijeniti.

LITERATURA

- [1] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2021, RH, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb 2022,
- [2] PIN Flash Report 32, ETSC, Reducing Deaths in Single Vehicle Collisions, ETSC, April 2017,
- [3] Crash costs estimates for European countries, Deliverable 3.2, Safety Cube, 2017,
- [4] Position on the Revision of the Road Infrastructure Safety Management Directive 2008/96 and Tunnel Safety Directive 2004/54, June 2018.

mr. sc. Tatjana Potkonjak
SS Gradske skupštine Grada Zagreba - Grad Zagreb
tatjana.potkonjak@zagreb.hr

ŠTETE UZROKOVANE NALETOM VOZILA NA DIVLJAČ NA JAVNOJ CESTI prikaz normativnih rješenja

DAMAGES CAUSED BY WILDLIFE - VEHICLE COLLISIONS ON PUBLIC ROADS a review of relevant regulations

Sažetak:

Razvoj mreže prometnica te povećanje broja motornih vozila rezultiraju povećanjem broja šteta nastalih naletom vozila na divljač na javnoj cesti. Prometne nesreće uzrokovane naletom vozila na divljač imaju značajan financijski aspekt s obzirom na visinu nastale štete ali i značajan utjecaj na općenitu percepciju sigurnosti cestovnog prometa. Ključni pokazatelj sigurnosti prometa na cestama posve sigurno je broj prometnih nesreća, stoga kada se stanoviti faktor (divljač na cesti) identificira kao uzrok prometnih nesreća sa značajnim posljedicama, tehnička i pravna struka kroz odgovarajuću suradnju moraju ponuditi prihvatljiva rješenja. Kreirane su brojne i različite mjere za sprečavanje šteta od divljači u prometu, ali i modaliteti naknade takvih šteta. Prikaz različitih normativnih rješenja koja se tiču šteta i naknade šteta uzrokovanih naletom vozila na divljač na javnoj cesti, pokušaja iznalaženja optimalnih opcija te problema koji su uočeni na tom području, predmet su ovog rada.

Ključne riječi: odgovornost za štetu, divljač, lovište, pretpostavke odgovornosti

Abstract:

Development of the road network and increase of the number of motor vehicles have resulted in the increasing number of damages caused by wildlife - vehicle collisions on public roads. Considering the extent of damages, car accidents caused by wildlife - vehicle collisions have a significant financial aspect, as well as a significant impact on general perception of the road traffic safety. The most significant key indication of the road traffic safety is a number of traffic accidents. Therefore, when a certain factor, such as wildlife on the road, has been identified as a cause of traffic accidents with significant consequences, technical and legal experts must provide acceptable solutions. Numerous and various measures for preventing damages from wildlife in traffic, as well as modalities of compensation for such damages, have been created.

This paper deals with various normative solutions concerning damages and compensation of damages caused by wildlife – vehicle collision on public roads, efforts to provide optimum options and issues identified in this area.

Key words: liability for damages, wildlife, hunting ground, legal requirements for liability

1. Uvodna razmatranja

Učestale izmjene zakona, ni na kojem pravnom području nisu dobrodošle, budući svaka promjena ukoliko je ozbiljno shvaćena traži i period prilagodbe i to ne samo subjekata u čijoj je nadležnosti njihova provedba već i subjekata na koje se imaju primjenjivat. Stabilnost sustava podrazumijeva i stabilnost propisa. Intenzivna normativna aktivnost tijekom dugog niza godina u području odgovornosti za štetu od divljači na javnoj cesti učinit će spornim brojna pitanja koja se tiču ovog uskog područja odgovornosti za štetu. Učestale i bitne izmjene propisa kojima se reguliraju ključna pitanja iz tog segmenta odgovornosti za štetu te situacije u kojima se izmjenama i dopunama jednog zakona izvan snage stavlja odredba posve drugog zakona¹, uzrokovalo je niz problema u praktičnoj primjeni meritornih zakonskih odredaba. Različita interpretacija normi koje reguliraju odgovornost za štetu nastalu od divljači na javnoj cesti a do koje je dolazilo u sudskoj praksi rezultirala je nejedinstvenom i neujednačenom primjenom mjerodavnog prava.

Ne može se pri tom negirati činjenica kako štetni događaji naleta vozila na divljač na javnim cestama nisu rijetki, već brojčano vrlo respektabilni a sukladno tome nije zanemariv ni broj odštetnih zahtjeva i sudskih postupaka u kojima se oni pojavljuju. Svim pravnim subjektima koji ulaze u krug potencijalno odgovornih za štetu nastalu od divljači na javnoj cesti, moraju biti poznati učinci pravnih normi koja uređuju to područje. Oni moraju znati stvarno i konkretno svoja prava i dužnosti kako bi predvidjeli posljedice svog činjenja ili nečinjenja, zahtjevi su to vladavine prava i pravne sigurnosti.

2. Aktualni normativni okvir odgovornost za naknadu štete počinjene od divljači na javnoj cesti

Pravni status divljači utvrđen je zakonom ali značaj životinjskog svijeta za Republiku Hrvatsku u naravi proizlazi iz samog Ustava Republike Hrvatske. Naime odredbom čl. 52. Ustava RH² određuje se kako su *“more, morska obala i otoci, vode, zračni prostor, rudno blago i druga prirodna bogatstva”* dobra od interesa za Republiku Hrvatsku. Također se propisuje kako dobra od interesa za Republiku Hrvatsku mogu biti još i *„zemljište, šume, biljni i životinjski svijet, drugi dijelovi prirode, nekretnine i stvari od osobitog kulturnoga, povijesnoga, gospodarskog i ekološkog značenja“* ako su posebnim zakonom određeni kao dobra od interesa za Republiku Hrvatsku. Takva dobra, dakle, tek odredbom zasebnog zakona mogu biti od interesa za Republiku Hrvatsku. Nije pri tome od značaja jesu li ta dobra u javnom vlasništvu ili vlasništvu pojedinaca i privatnopravnih osoba., no sukladno Ustavu RH, takve stvari, odnosno dobra imaju osobitu zaštitu Republike Hrvatske.

¹ Primjera radi ukazuje se kako je odredbom čl. 29. Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o javnim cestama iz 2009. („Narodne novine“ br. 153/09 stupio na snagu 29. 12. 2009) utvrđeno kako danom njegovog stupanja na snagu prestaje važiti odredba članka 86. stavka 3. Zakona o lovstvu („Narodne novine“ br. 140/05 i 75/09)

² Za citiranje odredaba Ustava RH u ovom radu koristi se Redakcijski pročišćen tekst Ustava Republike Hrvatske Ustavnog suda Republike Hrvatske, 15. siječnja 2014., objavljen na stranicama tog suda: <http://www.usud.hr/uploads/Redakcijski%20prociscen%20tekst%20Ustava%20Republike%20Hrvatske,%20Ustavni%20sud%20Republike%20Hrvatske,%2015.%20sijecnja%202014.pdf>

Razvidno je iz navedene ustavne odredbe pravo države da pojedine dijelove prirode zakonom proglasi dobrom od interesa za Republiku Hrvatsku. Istodobno je također razvidno i kako je zakonom potrebno regulirati odnose koji nastaju pri toj dodatnoj zakonskoj zaštiti ali i prava i obveze ovlaštenika na tim dobrima na način kojim se ustanovljuje pravična ravnoteža interesa koji se preklapaju kod takvog posebnog zakonskog režima.

Zakon o lovstvu³ temeljni je zakonski propis koji ustanovljuje kako je divljač dobro od interesa za Republiku Hrvatsku, da ima njezinu osobitu zaštitu kao i da je ustanovljenje lovišta u interesu Republike Hrvatske. Zakon o lovstvu regulira ujedno i pitanje šteta nastalih naletom vozila na divljač. Dijagnosticiranje problema vezanih uz štete nastale od divljači te nastojanja da se za iste iznađe odgovarajuće rješenje posebno je akcentirano i u samom Konačnom prijedlogu tog Zakona (akt klasa: 022-03/18-01/31, ur. broj: 50301-25/27-18-9) od 17. listopada 2018.9, budući se u istom navodi:

"I konačno, kao jedna od važnijih mjera koja se ovim Prijedlogom zakona uređuje je sprječavanje šteta od divljači, kako na poljoprivrednim površinama, tako i u prometu. dosadašnje zakonsko uređenje predmetnog pitanja nije na zadovoljavajući način riješilo problem, te je dovelo do neujednačene sudske prakse, što je u najvećem broju slučajeva rezultiralo dugotrajnim sudskim procesima neizvjesnog ishoda, ali s konačnim ishodom najčešće na štetu ovlaštenika prava lova.

Neujednačenom sudskom praksom i dugotrajnim sudskim postupcima, najčešće na štetu lovoovlaštenika, isti su dovedeni u nezavidni položaj suočeni s visokim odštetama i zateznim kamatama, a nezavidnoj situaciji doprinijela je i nezainteresiranost osiguravajućih kuća za osiguravanjem lovišta, odnosno nametanje visokih polica osiguranja.

Zbog svega navedenog došlo se do izgledne situacije da pod prijetnjom svega navedenoga dođe do mogućeg gašenja mnogih lovačkih udruga i masovnog povrata lovišta, čime bi Ministarstvo i nadležne jedinice područne (regionalne) samouprave bile suočene s obvezama provedbe mjera za sprječavanje šteta na poljoprivrednim kulturama i značajnim izdacima za naknade za povjeravanje mjera čuvanja lovišta.

*Predloženim zakonskim rješenjem predmetno područje vezano uz sprječavanje šteta od divljači je jasnije i preciznije uređeno **čime se nastoji sve subjekte kojih se tiče predmetno pitanje staviti u ravnopravni položaj s jasnije određenim njihovim pravima i obvezama.***

2.1. Zakon o lovstvu – ocjena ustavnosti

Vezano uz pitanje šteta nastalih naletom vozila na divljač Zakonom o lovstvu definirane su dvije moguće situacije koje se odnose na neposrednu odgovornost vozača i ovlaštenika prava lova za štetu nastalu na divljači i vozilu, na način da je propisana odgovornost vozača na za štetu na divljači i za štetu na vozilu ukoliko je isti upravljao vozilom suprotno propisima kojima je uređeno područje o sigurnosti prometa na cestama, dok je odgovornost lovoovlaštenika propisana u slučajevima

³ "Narodne novine" br. 99/18, 32/19 i 32/20

kada se utvrdi da je šteta nastala kao posljedica provođenja lova. Sam Zakon ujedno propisuje kako će se u svim ostalim situacijama koje nisu njime uređene primjenjivati odredbe zakona kojim se uređuju obvezni odnosi. Odredbe čl. 80. st. 6. i 7. Zakona o lovstvu glase:

Članak 80.

.....

(6) Za štetu nastalu naletom vozila na divljač odgovara se na sljedeći način: - vozač ako se utvrdi da je upravljao vozilom protivno odredbama propisa kojima je uređeno područje o sigurnosti prometa na cestama i postojećim prometnim znakovima izričitih naredbi- lovoovlaštenik na čijem je lovištu nastala šteta ako se utvrdi da je šteta nastala zbog provođenja lova.

(7) Lovoovlaštenik je dužan radi smanjenja i otklanjanja mogućnosti nastanka štete nastale naletom vozila na divljač pratiti migraciju divljači te o tome jednom godišnje dostaviti izvješće pravnoj osobi koja upravlja cestama opisanim granicom lovišta.“

Neosporna je i vrlo realna mogućnost nastanka situacije koja se ne može podvesti pod ta dva zakonom predviđena slučaja. Posve je izgledan nastanak prometne nesreće u kojoj su svi subjekti obuhvaćeni citiranom zakonskom odredbom postupali sukladno svojim zakonom propisanim obvezama, ali je unatoč tome došlo do naleta vozila na divljač na cesti te posljedično i nastanka štete uzrokovane tom prometnom nesrećom. Nedvojbeno je i krajnje životno predvidiva situacija u kojoj je vozač upravljao vozilom na način koji je u potpunosti u skladu s propisima koji reguliraju sigurnost prometa na cestama i postojećim prometnim znakovima izričitih naredbi, a da je istovremeno pravna osoba koja gospodari javnom cestom odnosno koncesionar, na zahtjev lovoovlaštenika odnosno lovozakupnika, doista instalirala traženu i propisanu vertikalnu prometnu signalizaciju, pri čemu istrčavanje divljači na cestu zbog kojeg je došlo do prometne nesreće, nije produkt provođenja lova po lovoovlašteniku ili lovozakupniku iz čijeg je lovišta divljač istrčala na cestu.

Upravo opisana situacija koja neosporno nije „pokrivena“ odredbama čl. 80. st. 6. i 7. bila je glavni argument podnositelja prijedloga za pokretanje postupka za ocjenu suglasnosti s Ustavom članka 80. stavka 6. Zakona o lovstvu o kojoj je odlučivao Ustavni sud Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Ustavni sud), u predmetu U-I-4249/2018.⁴

Predlagatelj je u prijedlogu za pokretanje postupka za ocjenu suglasnosti zakona s Ustavom Republike Hrvatske naveo da je zakonodavac donoseći (gore citirani) stavak 6. članka 80. Zakona o lovstvu postupio protivno vrednotama vladavine prava, jednakosti i socijalne pravde jer sadašnje zakonsko rješenje anulira deliktну odgovornost lovoovlaštenika i odgovornost po objektivnom kriteriju. Smatra neustavnim obrazloženje Prijedloga Zakona o lovstvu po kojem je namjera bila *"minimalizirati mogućnost odštetnopravne odgovornosti lovoovlaštenika odnosno lovozakupnika"* jer se, u pravilu, radi o manjim novčanim iznosima koji se dosuđuju u takvim parnicama. Posebno smatra neprihvatljivim da kod mnogih ovakvih štetnih događaja nitko neće biti kriv pa oštećenik neće moći namiriti štetu, navodeći upravo

⁴ Ustavni sud Republike Hrvatske na sjednici 18. lipnja 2019. godine donio je Rješenje kojim se ne prihvaća se prijedlog za pokretanje postupka za ocjenu suglasnosti s Ustavom članka 80. stavka 6. Zakona o lovstvu ("Narodne novine" br. 99/18 i 32/19)

gore opisani slučaj u kojem je svaki subjekt obuhvaćen osporavanom odredbom u potpunosti postupao sukladno pozitivnim propisima a do štete na vozilu zbog naleta vozila na divljači je unatoč tome došlo. Po mišljenju predlagatelja osporenim odredbom neosnovano se privilegiraju lovoovlaštenici i lovozakupnici u odnosu na vozače.

Povodom podnesenog prijedloga U-I-4249/2018 kojim se predlagalo pokretanje postupka i ukidanje članka 80. stavka 6. Zakona o lovstvu pribavljeno je očitovanje Ministarstva poljoprivrede u kojem su izneseni, brojni stavovi iz kojih je moguće utvrditi stajališta tog Ministarstva o brojnim segmentima ovog problema budući se u njemu navodi:

"(...) štete od divljači u prometu, pored šteta na poljoprivrednim kulturama, najveći su problem za lovno gospodarstvo. U nekim lovištima štete u prometu predstavljaju glavni ako ne i jedini problem vezan za štete od divljači. Divljač u svojoj dnevnoj i sezonskoj migraciji prelazi prometnice svih kategorija, od lokalnih cesta pa čak do autocesta, iako su ove posljednje ograđene, čime se izlaže opasnosti od naleta vozila i time može prouzročiti štete na vozilima. Štete u prometu eksponencijalno rastu kao posljedica sve modernijih cesta, snažnih, bržih ali i skupljih vozila te napose znatnog povećanja broja vozila na prometnicama. U situaciji u kojoj se danas nalazimo, sa sve većom i kvalitetnijom mrežom prometnica, sve bržim i skupljim automobilima u sve većem broju na cestama, realno je očekivati da će se odnos šteta koje čini divljač sve više pomicati prema štetama u prometu.

Sukladno članku 3. važećeg Zakona o lovstvu, pa vezano s time i članka 52. Ustava Republike Hrvatske, divljač je dobro od interesa za Republiku Hrvatsku i ima njezinu osobitu zaštitu. (...) Nadalje, logično je da vlasništvo nad živom divljači nije definirano budući da slobodno živuća divljač u lovištu nema gospodara odnosno prirodni je događaj. Za razliku od ostalih prirodnih bogatstava poput šuma ili ruda, divljač se neprekidno kreće i u svom kretanju prelazi i državne granice, zatim nije moguće provesti inventarizaciju divljači (...)

Divljač koja živi uz prometnice vrlo je često izložena uznemiravanju zbog raznih oblika rekreacije ljudi, kao što su vožnja terenskim automobilima i motorima, vožnja motornim saonicama po snijegu i si., a ne djelovanjem lovoovlaštenika. Vrlo čest slučaj uznemiravanja divljači su i psi bez nadzora vlasnika koji često proganjaju divljač koja panično bježi 'glavom bez obzira'. Kod takvog paničnog bijega bez smislenog pravca, postavljene ograde ili preventivna sredstva, zvučni i svjetlosni uređaji, kemijski repelenti i ostalo nemaju željeni utjecaj na divljač te ona često završava na cestama. Kao primjer navodimo stradavanje srne 2007. god. na autocesti Zagreb-Bregana u mjestu Sveta Nedelja, zbog proganjanja od strane pasa litalica. Dakle, ne samo da ceste nisu lovište te lovoovlaštenik na njima ne smije provoditi mjere i radnje propisane Zakonom o lovstvu nego je prelaženje divljači preko ceste prirodni događaj te smatramo da za štetu od divljači u prometu odgovornost nikako ne smije snositi isključivo lovoovlaštenik, što u Republici Hrvatskoj postaje praksa. Čak i kada postoji polica osiguranja za štetu od divljači u prometu, osiguravajuća društva regresno potražuju naknadu za isplaćenu štetu od lovoovlaštenika pozivajući se na takvu praksu.

'(...) Nastavno, divljač se i u većini država članica EU smatra kao 'res nullius' to jest, nema vlasnika dok je živa. Sukladno tome smatramo dvojbenim uopće i svrstavanje divljači u opasne stvari, jer ne samo daje divljač prirodni događaj već nema ni vlasnika dok je živa, a prema Zakonu o obveznim odnosima za štetu od opasne stvari odgovara vlasnik ili onaj kojemu je povjereno da se njome služi. Lovoovlaštenicima pak nije povjereno pravo služenja divljači već samo pravo lova te ne postoje jamstva da divljači ima ili da će je biti odnosno nema jamstava da će ikoju divljač uopće moći loviti.

*Vežući se na primjedbe predlagatelja da **'Država u kojoj oštećenik ne može naknaditi štetu koju nije prouzročio odnosno za čiji nastanak nije kriv nije država vladavine prava'** smatramo da, ako se oštećenik dodatno osigurao (...) uvijek može naknaditi štetu koju nije prouzročio odnosno za čiji nastanak nije kriv, kako se uostalom osigurava i protiv požara, tuče, snjegoloma, vjetroloma ili drugih prirodnih pojava, a koje se štete ne nadoknađuju osim ako nisu osigurane po polici koju plaća sam osiguranik.*

Ističemo i da ovo ministarstvo od pristupanja Republike Hrvatske Europskoj uniji njeguje izrazito dobre odnose s tijelima državne uprave nadležnima za lovstvo ostalih država članica te smo tako zatražili neke podatke od njih, a vezano i uz naknadu šteta od naleta vozila na divljač. Iz prikupljenih podataka razvidno je da u Austriji, Češkoj Republici, Estoniji, Republici Finskoj, Francuskoj, Republici Irskoj, Litvi, Latviji, Slovačkoj Republici i Švedskoj nema naknada za štetu na vozilu kao posljedici naleta na divljač već postoji mogućnost dodatnog osiguranja vozila. U Republici Mađarskoj, Republici Sloveniji i Španjolskoj u bitnome vrijedi da je za štetu odgovoran vozač ako nije prilagodio vožnju uvjetima na cesti, lovoovlaštenik ako je do naleta došlo kao posljedica lova te da svaka strana snosi svoju štetu ako su oba poduzela sve potrebne radnje da do naleta ne dođe.“

U postupku povodom odnosnog zaprimljenog Prijedloga Ustavni sud iznio je svoje viđenje obveze zakonodavca pri uređivanju pojedinih instituta. Predmetno viđenje od općenitog je značaja te ga je kao takvog nužno akceptirati i na njega ukazati:

*„S ustavnopravnog aspekta jedina obveza zakonodavca je da pri uređivanju pojedinih instituta uvažava zahtjeve koje pred njega postavlja Ustav, a **osobito one koji proizlaze iz načela vladavine prava i one kojima se štite određena ustavna dobra i vrednote.** Drugim riječima, njihovo uređenje uvijek mora biti takvo da osigurava ostvarenje legitimnih ciljeva pojedinog postupka, pravnu sigurnost objektivnog pravnog poretka, određenost, pristupačnost, predvidljivost i pravnu izvjesnost normi, te procesnu ravnopravnost položaja stranaka u postupcima u Republici Hrvatskoj u skladu sa zahtjevima koji proizlaze iz vladavine prava, kao najviše vrednote ustavnog poretka Republike Hrvatske koja je temelj za tumačenje Ustava (članak 3. Ustava). Ustavna je zadaća Ustavnog suda osigurati da ti zahtjevi budu poštovani.“*

U svjetlu iznesenog stajališta o obvezama zakonodavca pri uređivanju pojedinih instituta, uzevši u obzir argumente predlagatelja kao i navode sadržane u pribavljenom mišljenju Ministarstva poljoprivrede pri ocjeni osnovanosti podnesenog prijedloga istaknuto je kako je neprijeporno da zakonodavac u uređenju gospodarskih odnosa uživa široku slobodu prosudbe, a to uključuje i uređenje odnosa u području lovstva. Navodi se nadalje, kako istodobno, pretpostavke za odštetnu odgovornost lovoovlaštenika⁵ za divljač u lovištu, kao i svi ostali odnosi koji su predmet Zakona o lovstvu, moraju biti uređeni na način koji će biti suglasan s ustavnim zahtjevima vladavine prava iz članka 3. Ustava i odgovarajućim ustavnim jamstvima.

Vezano za konkretni prijedlog za ocjenu ustavnosti osporavane odredbe, Ustavni sud je napomenuo da iako Zakon o lovstvu ne uređuje u cijelosti tu

⁵ U dosadašnjoj praksi Ustavni sud se već bavio pitanjem odštetne odgovornosti lovoovlaštenika, tako je u odluci broj: U-I-2813/2014 od 3. lipnja 2016. ("Narodne novine" br. 67/16) iznio i stajalište kako: „... *temeljni cilj propisivanja odštetne odgovornosti jest pojačana zaštita lovišta i divljači kao javnoga dobra, gospodarenje lovištima pažnjom dobrog gospodarstvenika od svih lovozakupnika te posebno zaštita prava drugih ljudi (oštećenika) kroz posebna pravila o dužnosti naknade štete od divljači. Tako određeni ciljevi su legitimni i mogu opravdati miješanje javne vlasti u imovinska prava lovoovlaštenika.*“

situaciju, ne može se zahtijevati od zakonodavca da zakonom uredi sve situacije do kojih može doći u svakodnevnom životu, već je na sudskoj praksi da iznađe takva rješenja u sudskim sporovima (do kojih može doći) koja će dati odgovor na tu dilemu predlagatelja na način kojim neće prevaliti svu odgovornost na građane već će odštetnu odgovornost za štete od divljači tumačiti sukladno općim načelima odštetne odgovornosti, odnosno na način kojim će pridonijeti razvoju i očuvanju prirodnog bogatstva i raspodjeli tereta odgovornosti za štetu između države, lovoovlaštenika i vozača.

Tako u konačnici Ustavni sud nije našao da je da je zakonsko rješenje iz članka 80. stavka 6. Zakona o lovstvu nesuglasno s člankom 3. Ustava, odnosno nije nesuglasno načelu izvjesnosti pravne norme jer je osporena norma dostatno određena, precizna i dostupna kako bi subjekti na koje se primjenjuje mogli prilagoditi svoje postupanje. Dakle, odštetna odgovornost nije isključivo na vozaču ili lovoovlašteniku jer je za određivanje odštete potrebno ispitati ponašanje lovoovlaštenika, vozača i oštećenika u svakom konkretnom slučaju.

Imajući u vidu izneseno stajalište Ustavnog suda u kojem se izravno upućuje na ulogu „sudske prakse“ i njezin zadatak da u situacijama koje nisu izrijekom regulirane zakonom iznađe odgovarajuća rješenja koja će dati odgovor na sporna pitanja pri čemu akcentira i način iznalaženja takvih odgovora „tumačeći odštetnu odgovornost za štetu od divljači sukladno općim načelima odštetne odgovornosti“, nužno je ukazati na značaj sudske prakse u hrvatskom pravnom sustavu

U obavljanju sudske funkcije sudovi su nezavisni i sude na temelju Ustava, zakona, međunarodnih ugovora i drugih važećih izvora prava, kako to definira sam Ustav ⁶. U zemlji pisanog prava, kao što je Republika Hrvatska samo su pisana pravila u načelu izvor prava, osim zakona također su mjerodavni za suđenje i podzakonski normativni akti ukoliko su u skladu s Ustavom Republike Hrvatske i zakonom. U hrvatskom ustavnopravnom kontekstu vezanost nižih sudova za pravna shvaćanja revizijskog suda može se opravdati na način da se propisivanje sustavne i stroge vezanosti za odluke revizijskog suda javljaju kao nužan instrument za osiguranje ustavne zadaće Vrhovnog suda Republike Hrvatske u osiguranju jedinstvene primjene zakona i ravnopravnosti građana⁷. Neovisno o činjenici što sudska praksa u pravilu nije važeći izvor prava, odluke sudova u konkretnim predmetima izvor su prava za subjekte na koje se njihova pravomoćnost odnosi. Istovremeno su od nesumnjivog značaja za primjenu propisa stajališta sudske prakse o sadržaju pravnih pravila i pretpostavkama za njihovu primjenu⁸.

⁶ Ustav Republike Hrvatske „Narodne novine“ broj 56/1990, 135/1997, 113/2000, 28/2001, 76/2010, 5/2014

⁷ Jelinić, Z.: Sudska praksa u građanskim predmetima u sustavu primjene i tumačenja prava // *Aktualnosti građanskog procesnog prava - nacionalna i usporedna pravnoteorijska i praktična dostignuća* / Split: Pravni fakultet Split, 2015. str. 177

⁸ Triva S., Dika M., Građansko parnično procesno pravo, Narodne novine, Zagreb 2004. str.42

2.2. Zakon o cestama

Zakon o lovstvu nije jedini propis koji regulira pitanje odgovornosti za štetu nastalu naletom vozila na divljač. Zakon o cestama⁹ također se bavi tim pitanjem i svojim odredbama „uvodi“ s obzirom na materiju koja je regulirana tim zakonom „novi subjekt“ u potencijalni obveznopravni odnos odgovornosti za štetu nastalu na javnoj cesti zbog naleta na divljač: pravnu osobu koja upravlja javnom cestom, odnosno koncesionara. Odredba čl.50. Zakona o cestama regulira pitanje „naknade štete od divljači“:

„Članak 50.

(1) Za štetu trećim osobama nastalu na javnoj cesti zbog naleta na divljač odgovara se po osnovi krivnje.

(2) Pravna osoba koja upravlja javnom cestom, odnosno koncesionar odgovara za štetu iz stavka 1. ovoga članka nastalu na javnoj cesti ukoliko javna cesta, na zahtjev osobe koja gospodari lovištem, nije označena prometnom signalizacijom i opremom sukladno posebnim propisima.“

Vezano za prometnu signalizaciju i opremu koja se spominje u čl. 50. Zakona o cestama a tiče se opasnosti, odnosno mogućnost naleta na divljač na javnoj cesti s obzirom na sadržaj Pravilnika o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama¹⁰, neosporno je riječ o prometnom znaku „divljač na cesti“ i „zaštitnim žičanim ogradama“ koje sukladno odredbi čl. 2. st. 2. istog Pravilnika ulaze u kategoriju prometne opreme ceste.

Zaštitne žičane ograde su tehnička sigurnosna konstrukcija sa svrhom zaštite prometa od divljači i drugih životinja te sprečavanja prijelaza vozila i pješaka sa okolnih putova na trasu autoceste i ispod nadvožnjaka. Pravilnik definira način postavljanja zaštitne žičane ograde navodeći da pletivo ograde mora biti učvršćeno metalnim klinovima u teren kako bi se spriječilo provlačenje životinja ispod ograde. Propisani su također sastavni dijelovi ograde te njezina visina na način da se definika kako visina zaštitne žičane ograde iznosi minimalno 2 m.

Nužno je ukazati kako je ranije važeći Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama¹¹ bitno drugačije uređivao lokacije na koje se zaštitne žičane ograde postavljaju. Naime, u čl. 94. ranije važećeg Pravilnika propisivalo se kako se zaštitne žičane ograde postavljaju uz autoceste, brze ceste, ostale ceste prema potrebi. Takvo definiranje postavljanja zaštitnih žičanih ograda izazvalo je dosta prijedora u praksi u kontekstu upita što točno znači mogućnost postavljanja zaštitnih žičanih ograda uz „ostale ceste prema potrebi“ i gdje su granice tih potreba, odnosno što kada su one u koliziji s drugim potrebama o kojima također treba voditi računa moguće je utvrditi iz presude Županijskog suda u Varaždinu GŽ-2603/14-4 od 21.4.2015. u kojoj se navodi: „Nema nikakve dileme da je neživotno i u neskladu s

⁹ „Narodne novine“ br. 84/11, 18/13 (Odluka o nedavanju vjerodostojnog tumačenja), 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21, 114/22

¹⁰ „Narodne novine“ br. 92/2019

¹¹ „Narodne novine“ br. 33/05, 64/05, 155/05, 14/11, 25/15

prihvaćenim standardima održavanja cesta i protivno mnogobrojnim interesima i potrebama stanovništva ograđivati državne ceste od susjednih nekretnina (prostora) da se spriječi pristup divljači na cestu, pa u tom smislu nepostavljanje zaštitne ograde koja nije propisani standard zaštite prometa na cestama te vrste (prema odredbi čl. 94. Pravilnika zaštitne žičane ograde postavljaju se uz autoceste i brze ceste) ne može se tretirati kao propust drugotuženika.“ Sud je stoga u predmetnoj pravnoj stvari zauzeo stav kako: „Nepostavljanje zaštitne ograde uz državnu cestu kako bi se spriječio pristup divljači na cestu ne može se tretirati propustom pravne osobe odgovorne za održavanje cesta“.

Aktualnim Zakonom o cestama definirani su pravni subjekti nadležni za upravljanje, građenje i rekonstrukciju javnih cesta. Sukladno odredbi čl. 26. st. 1. Zakona o cestama poslovi održavanja javnih cesta u smislu toga Zakona jesu, između ostalih, planiranje održavanja i mjera zaštite javnih cesta i prometa na njima i redovito i izvanredno održavanje javnih cesta. Upravitelj ceste u obvezi je osigurati da izvođač radova održavanja ceste, obavlja poslove redovitog održavanja ceste na način da istu čisti i nadopunjuje, zamjenjuje ili popravlja dotrajalu, oštećenu, manjkavu ili nestalu prometnu signalizaciju i opremu nosećih dijelova odnosno konstrukcije, da prometnu signalizaciju i opremu na cesti održava tako da se osigura njena potpuna funkcionalnost i vidljivost, kao i udovolji svim zahtjevima koji proizlaze iz pozitivnih propisa kojima je regulirana sigurnost cestovnog prometa, kao i prometna signalizacija i oprema na cestama a prema čl. 26. Pravilnika o održavanju cesta¹².

S obzirom na temu ovog rada, poseban akcent stavlja se na autocestu. Zakon o cestama definira autoceste kao javne ceste s tehničkim karakteristikama autoceste određenim propisima kojima se uređuje sigurnost prometa na cestama, koje imaju funkciju povezivanja Republike Hrvatske u europski prometni sustav, ostvarivanja kontinuiteta E-cesta (međunarodnim i međudržavnim sporazumima određena kao europska cesta), prometnog povezivanja regija Republike Hrvatske, omogućavanja tranzitnog prometa, a koje su razvrstane kao autoceste sukladno tom Zakonu. Autoceste su najviša kategorija javnih cesta namijenjena sigurnom kretanju vozila pri većim brzinama. Prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama¹³, kojim se utvrđuju temeljna načela međusobnih odnosa, ponašanje sudionika i drugih subjekata u prometu na cestama, osnovni uvjeti kojima moraju udovoljavati ceste glede sigurnosti prometa i pravila prometa na cestama, autoceste su definirane kao javne ceste posebno izgrađene i namijenjene isključivo za promet motornih vozila s dvije fizički odvojene kolničke trake, zelenim pojasom i zaštitnom ogradom, čime se omogućava siguran prometni tok vozila brzinom od najmanje 80 km/h i koja je kao autocesta označena propisanim prometnim znakom. Odredbom čl. 139. st. 1. Zakona o sigurnosti prometa na cestama propisano je da autocestom, brzom cestom i cestom namijenjenom isključivo za promet motornih vozila ne smiju se kretati pješaci, zaprežna vozila, bicikli i životinje, pomoćna pješačka sredstva, kao ni vozila koja ne mogu razviti brzinu kretanja veću od 60 km/h. Zakon o cestama u odredbi čl. 80. st. 1. nominira izrijekom pravni subjekt nadležna za upravljanje, građenje, rekonstrukciju i održavanja autocesta, navodeći da su to Hrvatske autoceste, društvo s

¹² Narodne novine" br. 90/14.

¹³ "Narodne novine" br. 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14 i 64/15

ograničenom odgovornošću, osim onih autocesta kojima upravlja koncesionar sukladno odredbama Zakona o cestama.

Evidentno je stoga da pojava divljih životinja, odnosno životinja na prostoru autoceste predstavlja veliku opasnost od prometnih nesreća s velikim materijalnim štetama, tjelesnim ozljedama pa i gubicima ljudskih života nastalih kao posljedica sraza vozila sa životinjom na kolniku autoceste. S druge strane valja imati u vidu i negativan utjecaj izgradnje autocesta na prirodna staništa životinja. Postavljanje fizičkih zapreka poput žičanih ograda duž autoceste nameće se kao priječna potreba, koja je evidentno prepoznata i prilikom normativnog uređenja opreme na autocestama. Upravo je obveza postojanja zaštitne žičane ograde u svrhu zaštite prometa od divljači i drugih životinja na trasi autoceste, odnosno njezino pravilno postavljanje te postojanje ili izostanak oštećenja na istoj, s obzirom na stajališta sudske prakse, od osobitog stava pri formiranju ključnih stajališta kod utvrđivanja odgovornosti pravnih subjekata – za štetu nastalu naletom vozila na divljač na autocesti.

3. Prometne nesreće uzrokovane naletom vozila na divljač na autocesti – stajališta sudske prakse

Vrhovni sud Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu: Vrhovni sud) zauzeo je ključna stajališta o nizu pitanja vezanim uz prometne nesreće uzrokovane naletom vozila na divljač na autocesti još 2012. godine. Naime, u presudi Rev-x 230/12-2 od 8. studenog 2012., kojom se prihvaća revizija i preinačuje presuda drugostupanjskog suda u postupku predmet kojeg je naknada štete na vozilu nastala 27. kolovoza 1996. naletom vozila na autocesti na zeca koji je pretrčavao kolnik. Vrhovni sud iznio je stajalište kako teret dokaza da su poduzete sve radnje radi odvijanja nesmetanog i sigurnog prometa bile na strani tuženika tj. Hrvatskih autocesta d.o.o. Također je ukazano kako činjenica da policija, a niti stranke kritičnog dana nisu izvršile pregled zaštitne ograde, a da je tuženik (Hrvatske autoceste d.o.o.) po svojim radnicima izvršio ophodnju spornog dijela autoceste, ne znači da ne postoji odgovornost tuženika, niti pak znači da propusta u održavanju zaštitne ograde nije bilo. Posebno je istaknuta činjenica da se divljač ne smije nalaziti na prostoru autoceste, pri čemu upravo zaštitna ograda služi da spriječi dolazak divljači na kolnik autoceste. Prema stavu suda već činjenica da se zec nalazio na prostoru kolnika autoceste znači da je isti ili prošao kroz nekakvu rupu ili procjep koji postoji na tom dijelu autoceste, ili pak da sama zaštitna ograda nije bila postavljena na pravilan način, a za što po načelu pretpostavljene krivnje odgovara tuženik tj. Hrvatske autoceste d.o.o. Neosporno je da se Vrhovni sud pri iznošenju ovakvog stajališta pozvao na propise koji u ovom trenutku više nisu na snazi. Naime, prema odredbi čl. 18. Zakona o javnim cestama („Narodne novine“ br. 56/91, 61/91, 26/93, 109/93, 29/94, 52/94, 48/96 - dalje ZJC) tuženik tj. Hrvatske autoceste d.o.o. je bio dužan naknaditi štetu korisniku javne ceste ukoliko je šteta prouzrokovana stanjem javne ceste, pri čemu se pod pojmom stanja javne ceste podrazumijeva poduzimanje svih radova radi odvijanja nesmetanog i sigurnog prometa, sukladno odredbama tada važećeg Pravilnika o održavanju i zaštiti javnih cesta („Narodne novine“ br. 14/91).

Vrhovni sud se na stajalište zauzeto u presudi Rev-x 230/12-2 od 8. studenog 2012. redovito pozivao u svojim kasnijim odlukama pri čemu se osobito ukazuje na sadržaj Presude i Rješenja Rev 873/2017-2 od 16. veljače 2021. U toj presudi je Vrhovni sud iznio stajalište kako je koncesionar autoceste „*dužan po potrebi poduzimati i mjere koje su veće od onih propisanih pravnim propisima na koje se poziva*“. Tuženik je naime, tijekom postupka, iznio stav kako je postupajući po zakonskim propisima (Zakon o prostornom uređenju i gradnji, Pravilnik o održavanju i zaštiti javnih cesta, Pravila i tehnički uvjeti za ophodnju javnih cesta) izvršio sve za siguran i neometan promet autocestom zbog čega nema njegove krivnje za nastanak štete. Šteta je nastala 2008. godine na autocesti u prometnoj nesreći u kojem je vozačica upravljajući automobilom te izbjegavajući nalet na srnu ili jelena na autocesti skrenula iz desne trake u lijevu i se zabila u zaštitnu ogradu. Na predmetnoj autocesti bila je postavljena tipska ograda visine do 1,40 metara, nije bilo zelenih mostova, tuženik je obavljao ophodnju 9 puta u 24 sata, Zadnji pregled ograde obavljen je 15 dana prije nesreće te je ista pregledana idući dan nakon nesreće pri čemu nisu uočena oštećenja ograde, Međutim na predmetnoj autocesti od 2004. do predmetne nesreće 2008. zabilježeno 50 upada divljih životinja na autocestu od čega je u 21 slučaju došlo do sraza sa životinjom.

Akceptirajući relevantne činjenice Vrhovni sud je u spomenutim odlukama Rev 873/2017-2 od 16. veljače 2021 istakao u bitnom kako je : „*u konkretnom slučaju utvrđeno da se na kolniku autoceste našla srna ili jelen pa upravo ta činjenica da se divljač našla na kolniku autoceste, ukazuje ili da je rupa ili procjep u zaštitnoj ogradi postojao ili da zaštitna ograda nije bila pravilno postavljena ili da ograda od visine od 1,40 metara nije dovoljno visoka da spriječi ulaz divljači, jer da je bila, tada se ne bi moglo dogoditi da se divljač nađe na prostoru kolnika autoceste*“. Nadalje se navodi da: „*činjenica da je na istoj autocesti u razdoblju od 4 godine (do predmetne nesreće) zabilježeno čak 50 uleta divljači na autocestu ukazuje na veliku učestalost pojave divljači na autocesti te da nije riječ tek o slučajnosti kao i na činjenicu da tuženik nije poduzeo sve potrebne mjere kako bi sukladno odredbi čl. 23. st. 1. ZJC osigurao neometan i siguran promet na autocesti. Pri tome treba imati u vidu i da se na autocesti postižu velike brzine (čak do 130 km/h) pa izbjegavanje divljači može imati kobne posljedice (u ovom slučaju 2 osobe smrtno stradale i jedna teško ozlijeđena) zbog čega je tuženik kao koncesionar dužan po potrebi poduzimati i mjere koje su veće od onih propisanih pravnim propisima na koje se poziva tuženik. Stoga činjenica da je postojala ograda visine 1,40 metara te da tuženik obavlja redovite preglede zaštitne ograde i do 9 puta dnevno, ali iz vozila pri brzini od 80 do 90 km/h nisu dovoljne za zaključak da je do nesreće došlo bez tuženikove krivnje*“.

Neovisno o činjenici što su se nakon donošenja presude Vrhovnog suda Republike Hrvatske Rev-x 230/12-2 od 8. studenog 2012., propisi na kojima se ista temeljila promijenili¹⁴ odnosno donošeni su novi, stajalište zauzeto u toj presudi o

¹⁴ Zakonom o cestama što ga je Hrvatski sabor donio 8. srpnja 2011. godine stavljen je izvan snage Zakon o javnim cestama »Narodne novine« br. 180/04., 82/06., 138/06., 146/08., 152/08., 38/09., 124/09., 153/09. i 73/10, dok je Pravilnika o održavanju i zaštiti javnih cesta »Narodne novine« br. 14/91 stavljen izvan snage Pravilnikom o održavanju i zaštiti javnih cesta objavljenim u »Narodnim novinama« br. 25/98, međutim i taj Pravilnik iz 1998. godine više nije na snazi budući je danom stupanja na snagu Pravilnika o održavanju cesta »Narodne novine« br. 90/14 isti stavljen izvan snage.

odgovornosti pravne osobe koja upravlja autocestom, odnosno koncesionara u slučaju naleta vozila na divljač na autocesti dosljedno je primjenjivano u brojnim kasnije donesenim sudskim odlukama.

Tako je Županijski sud u Varaždinu, Stalna služba u Koprivnici akceptirao spomenuta stajališta Vrhovnog suda u svojoj presudi GŽ-612/2021-2, od 21. 12. 2021. kojom je u drugom stupnju odlučivao o naknadi štete koju je tužitelj/vozač pretrpio u kolovozu 2015.godine na autocesti, naletom na lisicu, pri čemu nije smio imati uključena duga svjetla neposredno prije nezgode jer je pretjecao autobus, a nezgodu ne bi mogao izbjeći ni da je imao uključena duga svjetla. Istakao je pri tom u obrazloženju odnosne presude kako se: *„krivnja u smislu čl. 1049. ZOO-a pretpostavlja pa u situaciji kada je utvrđeno da je na autocesti kojom upravlja tuženik došlo do naleta vozila tužitelja na lisicu, na tuženiku je bio teret dokaza da na njegovoj strani nije bilo propusta oko održavanja zaštitne žičane ograde, a što nije dokazao. Sama činjenica da se lisica našla na kolniku autoceste ukazuje na to da je u zaštitnoj ogradi postojala rupa ili procjep, jer u protivnom se ne bi moglo dogoditi da se divljač tamo nađe, a za što odgovara tuženik po načelu pretpostavljene krivnje. Uzevši k tome u obzir iskaz svjedoka Z. H. da se dnevna ophodnja vrši malo pješice, a malo vozilom, a u večernjim satima samo vozilom, doista proizlazi zaključak da je uz takav način ophodnje oštećenje ograde moglo ostati nezamijećeno, kako je to pravilno zaključio i prvostupanjski sud“.*

3.1. Odgovornost lovačkog društva za štetu nastalu naletom vozila na divljač na autocesti

Imajući u vidu sadržaj odredbe čl. 50. st. 2. Zakona o cestama prema kojoj pravna osoba koja upravlja javnom cestom, odnosno koncesionar odgovara za štetu trećim osobama nastalu na javnoj cesti zbog naleta na divljač ukoliko, na zahtjev osobe koja gospodari lovištem, nije označena prometnom signalizacijom i opremom sukladno posebnim propisima u praksi se postavilo i pitanje postoji li odgovornost lovačkog društva za štetu nastalu naletom vozila na divljač na autocesti, ukoliko nije postavilo takav zahtjev. Pojavili su se naime, slučajevi u praksi u kojima se naknada štete nastale naletom vozila na divljač na autocesti, potraživala od lovačkog društva.

Trgovački sud u Rijeci iznio je svoje stajalište o tom pitanju u presudi P.86/2020-31 od 29. siječnja 2021. godine. Do štete na vozilu došlo je uslijed naleta vozila na divljač-lisicu na autocesti pri čemu nisu postojale okolnosti koje bi upućivale na odgovornost vozača. Istaknuto je u navedenoj presudi kako je: *„...u konkretnom slučaju nesporno riječ o autocesti. Pravna osoba koja upravlja predmetnom autocestom dužna je, sukladno odredbama Zakona o sigurnosti prometa na cestama i Pravilnika, opremiti autocestu odgovarajućom zaštitnom žičanom ogradom radi zaštite prometa na autocestama od divljači i drugih životinja cijelom dužinom autoceste. Dakle, to je zakonska obveza osobe koja upravlja autocestom. Sukladno zakonskim odredbama, autocestom se ne smiju kretati životinje, a posebno iz razloga što se autocestom kreću vozila pri većim brzinama. Stoga se autocesta niti ne*

označava signalizacijom koja će sudionike upozoravati na opasnost od mogućeg naleta divljači. Upravo zbog toga je pravna osoba dužna ograditi autocestu, a koja obveza pravne osobe ne ovisi o tome jesu li takav zahtjev postavile osobe koje gospodare lovištem uz autocestu.

Iz navedenog proizlazi **da lovačka društva kao osobe koje upravljaju lovištem (uz autocestu) nisu dužne toj pravnoj osobi postaviti zahtjev za postavljanjem prometne signalizacije na autocesti budući da autocesta mora biti opremljena odgovarajućom zaštitnom ogradom cijelom svojom dužinom upravo kako bi zaštitila promet od divljači i drugih životinja.** Prema tome, iz svega navedenog sud utvrđuje da uopće ne postoji odgovornost lovačkog društva za nastalu štetu. Upravo činjenica da se divlja životinja-lisica našla na kolniku autoceste ukazuje da je postojala rupa ili procjep u zaštitnoj ogradi ili da zaštitnu ogradu pravna osoba koja upravlja javnom cestom nije bila pravilno postavila jer u suprotnom se ne bi moglo dogoditi da se divljač nađe na prostoru kolnika autoceste (tako i sudska praksa, VS RH Rev X 230/12 od 8.11.12.)....Lovačko društvo nije ovlašteno, niti dužno kontrolirati je li žičana ograda uz autocestu pravilno postavljena te je li održavana, već je to isključivo zakonska obveza pravne osobe koja upravlja javnom cestom. Iz toga također proizlazi da ne postoji odgovornost lovačkog društva za nastalu štetu.“

3.2. Prigovori u postupcima radi naknade štete uzrokovane naletom vozila na divljač

Analiza brojnih presuda u kojima se odlučivalo o postavljenim tužbenim zahtjevima za naknadu štete nastale naletom vozila na divljač na autocesti, jasno ukazuje na dosljedno iznošenje od strane tuženika tj. pravne osobe koja upravlja autocestom odnosno koncesionara gotovo istovrsnih prigovora kojima se nastoji osporiti istaknuti tužbeni zahtjev.

Ključni prigovori pravne osobe koja upravlja autocestom odnosno koncesionara kojima oni osporavaju svoju odgovornost za štetnu nastalu naletom vozila na divljač na autocesti u bitnom se svode na egzaktno pozivanje na propise kojima je regulirana materija građenja, rekonstruiranja i održavanja autoceste. Otklanja se postojanje kauzalnog nekusa, uzročno-posljedične veze između dužnog postupanja, odnosno izostanka dužnog postupanja i nastanka štetnog događaja, na način da se ukazuje kako:

- je autocesta čitavom dužinom ograđena zaštitnom žičanom ogradom, sukladno *Projektu prometne signalizacije i opreme* i u skladu s *Općim tehničkim uvjetima* i važećim hrvatskim normama kao i projektu izgradnje predmetne dionice autoceste a da se održava u skladu s *Pravilnikom o održavanju cesta*, sukladno odredbama *Zakona o cestama* te *Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama*, dok se postavlja na temelju projekta, a za predmetnu dionicu autoceste da je izdana Uporabna dozvola nakon što je utvrđena tehnička ispravnost odnosno nakon što da je utvrđeno da je izvedeno stanje predmetne građevine sukladno svim projektima izgradnje;

- se autocesta redovito pregledava, a po potrebi, ograda popravlja ili zamjenjuje,
- u slučajevima kada nema evidentiranih oštećenja u na zaštitnoj žičanoj ogradi niti prokopima ispod ograde je nesporno kako je zaštitna ograda bila funkcionalna u smislu sprječavanja ulaska životinja na zatvoreni prostor autoceste;
- da predmetnog dana (kada je došlo do naleta vozila na divljač) prilikom ophodnje dionice autoceste, gdje se dogodila prometna nesreća, nisu postojala niti su primijećena nikakva oštećenja, a pogotovo ne oštećenje zaštitne žičane ograde kao i da se svako oštećenje mora evidentirati;
- su ophodarske službe u cijelosti postupile sukladno propisima i pravilima struke glede održavanja i zaštite javnih cesta u skladu s *Pravilnikom o održavanju cesta*¹⁵ i *Pravilnikom o ophodnji javnih cesta*¹⁶ te sukladno odredbama *Zakona o cestama*, kojima je propisana svaka radnja koju su osobe nadležne za održavanje ceste dužne poduzeti prilikom održavanja javne ceste, odnosno kojim je definiran način na koji vode brigu i poduzimaju mjere glede omogućavanja odvijanja sigurnog i nesmetanog prometa na javnoj cesti ali i učestalost ophodarske službe;
- da autoceste ulaze u kategoriju cesta na kojima se ophodnja obavlja svakodnevno od 00,00 do 24,00 h i to na način da ophodarska služba u određenim vremenskim razmacima obilazi autoceste i intervenira, ukoliko uoči da su nastupile okolnosti koje ugrožavaju sigurnost prometa;
- se prema odredbama propisa koji reguliraju ophodnju javnih cesta ista obavlja najmanje tri puta dnevno, a da se prema odredbi meritornog Pravilnika, ophodnja smatra obavljenom ako je ophodarska dionica prijeđena u oba smjera najmanje jednom u osam sati, odnosno jednom u dvanaest sati kada se ophodnja obavlja subotom nedjeljom i blagdanom;
- je ophodnja uredno izvršena sukladno pozitivnim propisima;
- vozač, vlasnik vozila nije dokazao da je pravna osoba koja upravlja autocestom dokazala da je učinjen neki propust, odnosno da nije učinjena dužna radnja koja bi spriječila nalet vozila na divljač;
- nalet vozila na divljač nije mogao biti spriječen mjerama i radnjama koje se poduzimaju temeljem navedenih propisa, kojima su definirane obveze osobe, odnosno koncesionara a u pogledu održavanja javnih cesta

Pravna osoba koja upravlja autocestom odnosno koncesionara u nakani da od sebe otkloni odgovornost permanentno i dosljedno se poziva na uredno ispunjavanje svih

¹⁵ „Narodne novine“ br. 90/14 i 3/21

¹⁶ „Narodne novine“ br. 75/14 i 7/21

obveza i aktivnosti koje su dužni poduzimati na temelju pozitivnih propisa koji reguliraju relevantnu materiju. Međutim, pri tom gube iz vida činjenicu na koju im sudovi kontinuirano ukazuju, divljač se ne smije naći na prostoru autoceste. Jedan od zakonskih imperativa u projektiranju, gradnji, rekonstrukciji i održavanju javnih cesta je omogućavanje sigurnog prometovanja svih sudionika u prometu. Akcentiranje sigurnosti prometa razvidno je i kod definiranja redovitog i izvanrednog održavanja cesta. Tako *redovito održavanje* čini skup mjera i radnji koje se obavljaju tijekom većeg dijela godine ili cijele godine na cestama uključujući i sve objekte i instalacije, sa svrhom održavanja prohodnosti i tehničke ispravnosti cesta te sigurnosti prometa na njima. Izvanredno održavanje cesta su povremeni radovi koji se obavljaju radi mjestimičnog poboljšanja pojedinih dijelova ceste bez izmjene tehničkih elemenata ceste, osiguranja sigurnosti, stabilnosti i trajnosti ceste i cestovnih objekata ali i povećanja sigurnosti prometa,

U kontekstu iznesenih prigovora u kojima se navodi kako su poštivani svi propisi koji reguliraju pojedine radnje i aktivnosti koje je dužna te činjenice kako sudovi unatoč tim prigovorima akcentira ključni izneseni zakonski imperativ vezan za projektiranje, gradnju i održavanje javnih cesta: „omogućavanje sigurnog prometovanja svih sudionika u prometu“, treba percipirati kako to otvara nove potencijalne aspekte tog imperativa. Je li dostatno tek puko zadovoljavanje u naravi provedbenih propisa ukoliko se njima nije ostvario generalni zahtjev za sigurnim prometovanjem?

4. Odgovornost za štetu nastalu naletom vozila na divljač u sudskoj praksi susjednih zemalja

Imperativni normativni zahtjev kako ceste moraju biti projektirane, izgrađivane, opremane i štićene na način da odgovaraju zahtjevima sigurnosti u prometu, nije immanentan samo hrvatskom pravnom sustavu, kao što ni problematiziranje odgovornosti za štetu nastalu naletom vozila na divljač na autocesti nije pitanje koje se ekskluzivno pojavljuje pred hrvatskim sudovima. Prisutnost tog pravnog problema u okruženju razvidna je i iz sudske prakse susjednih zemalja. Uvid u nju vodi prema konkluziji o postojanju gotovo identičnog stava u pogledu odgovornosti za štetu nastalu naletom na divljač na autocesti u odnosu na permanentno isticani stav Vrhovnog suda iz 2012. godine. Niže navedene presude nadležnih sudskih tijela susjednih zemalja jasno utvrđuju kako su i njihovi nižestupanjski sudovi imali različita stajališta vezana uz odgovornost za štetu uzrokovanu naletom vozila na divljač, u odnosu na stavove višeg suda.

Tako je Više sodišće v Ljubljani u predmetu II Cp 1466/2011 u svojoj odluci od 11. 1. 2012.¹⁷ zauzelo stajalište koje je u potpunosti sukladno stavu Vrhovnog suda Republike Hrvatske iz 2012. kako u pogledu stava da sama činjenica da se divljač našla na autocesti ukazuje da postojeća zaštitna ograda ne ispunjava svoju svrhu, odnosno da ne sprječava ulaz divljači na cestu pa da stoga nisu osigurani traženi

¹⁷ <http://pisrs.si/Pis.web/sodnaPraksaRSSearch?search=sma&filter=&chosenFilters=visje&od=&do=&page=2&scrollTop=250>

uvjeti za siguran promet na autocesti ali i da je teret dokaza da su osigurani uvjeti za siguran promet na autocesti na pravnom subjektu koji njome upravlja.

Više sudišće v Ljubljani konstatiralo je u predmetnoj presudi „*Utvrđeno činjenično stanje, da se već nekoliko puta dogodilo da se divljač nađe na autocesti, dokazuje osnovanost prigovora tužitelja kako mjere zaštite na autocesti nisu bile dostatne. Sukladno članku 20. „Pravilnika o vrstah vzdrževalnih del na javnih cestah in nivoju rednega vzdrževanja javnih cest“¹⁸, cestovni uređaji i uređenja moraju se održavati na način da je zajamčeno njihovo besprijekorno funkcioniranje. Svrha zaštitne ograde koja sprječava pristup divljači autocesti je zabraniti divljači pristup autocesti. Jedino tako mogu se osigurati sigurni uvjeti za njezine korisnike. Sukladno članku 20. navedenog Pravilnika drugotuženik je dužan odmah otkloniti uzroke koji to sprječavaju, a ako to nije moguće provesti privremena rješenja i odgovarajuće mjere osiguranja. Budući da je divljač već nekoliko puta bila na autocesti, očito je da zaštitna ograda od divljači ne ispunjava svoju svrhu, odnosno ne funkcionira savršeno. Stoga je prigovor tužitelja na nedovoljne mjere osiguranja tuženika opravdan. Ovim je utvrđena protupravnost postupanja drugotuženika i to propuštanje dužnosti iz točke 7. drugog stavka članka 13. i članka 20. odnosno Pravilnika, uslijed čega postojeći uvjeti za siguran promet nisu zajamčeni na autocesti. Čak i da je srna ušla na autocestu na čvorištu, što je prvostupanjski sud uzeo u korist drugotuženika, to potvrđuje osnovanost prigovora tužitelja o neprimjerenosti tuženikovih zaštitnih mjera i neprikladnom osiguranju autoceste.“*

Odgovarajuće stajalište o odgovornosti za štetu nastalu naletom vozila na divljač na autocesti na tragu onog koji je zauzeo Vrhovni sud Republike Hrvatske odnosno slovenski sud zauzeo je i Vrhovni kasacioni sud Republike Srbije u presudi Rev 4860/2020 od 18.02.2021.¹⁹ kojom je preinačio drugostupanjsku presudu Apelacionog suda u Beogradu GŽ 2982/20 od 04.06.2020. godine i potvrdio presudu Drugog osnovnog suda u Beogradu P 4024/18 od 25.12.2019. godine.

Prvostupanjski sud tj. Drugi osnovni sud u Beogradu u presudi P 4024/18 od 25.12.2019. zauzeo je stav kako nalet vozila na divlju životinju autocesti ne može predstavljati činjenicu koja se nije mogla predvidjeti ni izbjeći ili otkloniti, budući je subjekt kojem je povjereno upravljanje autocestom bio u obavezi poduzeti sve radnje koje se tiču redovnog održavanja kako bi spriječio situaciju kojom bi dolazilo do nastanka štete naletom vozila na životinje te kako ne bi došlo do prometne nesreće da je zaštitna ograda u konkretnom slučaju bila adekvatno ograđena budući životinja ne bi mogla ući u prostor autoceste. Drugostupanjski sud nije bio takvog stava. Međutim, prema stajalištu Vrhovnog kasacionog suda, prvostupanjski sud pravilno je primijenio materijalno pravo za razliku od drugostupanjskog suda.

Naime, konstatirano je u navedenoj revizijskoj presudi Vrhovnog kasacionog suda Republike Srbije kako je čl. 15. st. 2. Zakona o javnim putevima propisano da osoba koja upravlja „javnim putom“ odgovara za štetu njegovim korisnicima zbog

¹⁸ Uradni list RS, št. 62/1998 s spremembami in dopolnitvami.

¹⁹ <https://www.vk.sud.rs/sr-lat/rev-48602020-31281>

propuštanja pravovremenog obavljanja pojedinih radova na redovnom održavanju propisanih tim zakonom, odnosno zbog izvođenja tih radova suprotno propisanim tehničkim uvjetima i načinu njihova izvođenja. Divlja svinja na koju je naletjelo vozilo našla se na prostoru na kojem se nije smjela zateći. Sud konstatira kako je riječ o autocesti koja mora biti ograđena kako bi spriječila ulaz životinja a sve u cilju sigurnosti odvijanja prometa te kako je očito da je životinja prošla na mjestu koje nije bilo dobro zaštićeno za ulazak na autocestu te koje pripada zaštitnom pojasu. Teret dokaza da su poduzete sve mjere u svrhu sprječavanja kretanja životinje po kolovozu autoceste i zaštićenom pojasu je na subjektu kojem je povjereno upravljanje autocestom.

5. Odstupanja od pravnog shvaćanja Vrhovnog suda

Unatoč okolnosti što je Vrhovni sud još 2012. godine iznio stajalište koje se tiče tereta dokazivanja kako su poduzete sve radnje radi sigurnog odvijanja prometa autocestom, te potencijalno spornog pitanja o značaju činjenice da se divljač našla na autocesti u kontekstu propusta pravnog subjekta nadležnog za upravljanje i održavanje autoceste, osobito u dijelu koji se tiču stanja i održavanja zaštitne ograde kao i okolnosti da je predmetno stajalište potvrđeno u nizu kasnije donesenih presuda koje su se temeljile na izmijenjenim pravnim propisima, neophodno je ukazati i kako su u pojedinim slučajevima sudovi, osobito nižestupanjski zauzimali i drugačije stavove.

Tako je Općinski sud u Slavonskom Brodu-Stalna služba u Novoj Gradiški u presudi Pn-161/2017-39 od 7. siječnja 2019. naložio lovačkom društvu isplatu određenog novčanog iznosa na ime naknade štete nastale naletom vozila na divljač na autocesti dok je odbijen takav zahtjev prema H. a. d.o.o., konstatiravši da je ophodarska služba predmetnog dana postupala sukladno propisima i pravilima struke glede održavanja i zaštite javnih cesta odnosno u skladu sa Zakonom o cestama, Pravilnikom o održavanju cesta te Pravilnikom o ophodnji javnih cesta kao i da na predmetnoj dionici autoceste nije utvrđeno oštećenje zaštitne žičane ograde koja bi dopustila dolazak životinje na autocestu. Sud je konstatirao da predmetna šteta „*nije nastala zbog neodgovarajućeg održavanja ceste od strane H.a.d.o.o., već naletom divljači na vozilo tužitelja te da se konkretnom slučaju divljač na cesti smatra opasnom stvari pa njezin imalac odgovara oštećeniku po principu objektivne odgovornosti*“. Sud je utvrdio da samo mjesto naleta automobila na srndaća ne spada u lovište drugotuženika/lovačkog društva ali lovačko društvo, što je nesporno, gospodari lovištem uz državnu cestu A3, a iz tog lovišta je došao srnjak koji je prouzročio nesreću. Sud ističe nadalje da je divljač u okolnostima naleta na vozilo na javnoj cesti je opasna stvar i po načelu uzročnosti odnosno objektivne odgovornosti za štetu od opasne stvari odgovara lovačko društvo, a ne nadležna organizacija za ceste. Pri čemu se navodi da lovačko društvo ne bi odgovaralo ukoliko dokaže da šteta ne potječe od nekog nepredvidivog uzroka koji se nalazi izvan stvari, a koji se nije mogao spriječiti, izbjeći ili otkloniti ili da je šteta nastala isključivo radnjom oštećenika ili treće osobe, koju on nije mogao predvidjeti ili čije posljedice nije mogao izbjeći ni otkloniti.

U postupku P-505/2020 u kojem se potraživala naknada štete pretrpljena uslijed naleta vozila na srndaća koji je pokušao pretrčati autocestu. Trgovački sud u Zagrebu je ocijenio da je tuženik H. a. d.o.o. dokazao da je u ovoj pravnoj stvari poduzeo sve potrebne mjere potrebne za nesmetano odvijanje prometa ali je unatoč tome, došlo je do istrčavanja divljači na kolnik, sud je stoga ocijenio da njegove odgovornosti za štetu nema, a s obzirom na to da je kolnik auto ceste bio zaštićen žičanom ogradom koja je u dužini od po 500 m u oba smjera pregledana neposredno nakon štetnog događaja i na kojoj tom prilikom nisu zamijećena oštećenja niti je pronađeno mjesto koje bi omogućilo pristup divljači na cestu. Pored toga je konstatirano kako je na predmetnoj dionici autoceste na dan štetnog događaja od 19.00 do 7.00 h izvršena ophodnja autoceste tri puta sukladno Pravilniku o ophodnji javnih cesta. U konačnici u presudi od 19. svibnja 2021. utvrđeno da činjenica preskakanja ograde od srndaća i njegov dolazak na autocestu predstavlja nepredvidivu okolnost na koju tuženik (Hrvatske autoceste d.o.o.) nikako nije mogao utjecati. Drugostupanjski sud tj. Visoki trgovački sud u žalbenom postupku preinačio je predmetnu presudu Trgovačkog suda u Zagrebu P- 505/2020 od 19. svibnja 2021. Visoki trgovački sud u predmetnom žalbenom postupku jasno je detektirao permanentno prisutnu pojavu u postupcima radi naknade štete nastale naletom na divljač na cesti, konstatiravši dosljedno i kontinuirano poduzimanje od strane pravnih subjekata koji upravljaju cestama na kojima je nastupio štetni događaj kao i subjekata koje upravljaju lovištem raznovrsnih pravnih aktivnosti kojima od sebe nastoje otkloniti odgovornosti za konkretnu štetu i to na način da je prebacuju jedna na drugu i/ili na vozača oštećenog vozila. Drugostupanjski sud nakon konstatacije takvih pojavnosti doslovno zaključuje kako: *„takvim postupanjem ili propuštanjem štete ove vrste u budućnosti ma koliko se potencijalni nositelji odgovornosti trudili na opisani način, neće nestati“*. U dijagnosticiranju nastalog problema i iznalaženja njegovog potencijalnog rješenja sud je iznio i stajalište o nemogućnosti postizanja potpunog stupnja zaštite i izbjegavanja buduće štete uslijed naleta vozača na divljač na javnoj cesti. Doslovno navodi kako i pored brojnih mjera usmjerenih na uvećanje sigurnosti na cestama potpunu sigurnost prometa na javnim cestama nije moguće osigurati te da je neće osigurati niti sve brojniji novi propisi u tom pogledu.

Sud tako u obrazloženju postavlja niz, životno krajnje logičnih upita, dajući logične i smislene odgovore na njih. *„Može li tuženik kao pravna osoba koja upravlja javnom cestom i/ili lovačko društvo kao pravna osoba koja gospodari lovištem, baš apsolutno spriječiti da ijedna divlja životinja dođe do javne ceste? Ne mogu. Može li vozač vozila na javnoj cesti unaprijed poduzeti mjere koje će spriječiti svaku mogućnost nastupanja prometne nezgode zbog naleta na neočekivanu divljač na cesti? Ne može. Je li tuženik odgovoran što se srndać u noćnim satima i pored postavljene žičane ograde uz cestu na obje strane, pojavio na javnoj autocesti? Je li vozač oštećenog vozila odgovoran što nije očekivao srndaća na cesti i zato što nije unaprijed prilagodio brzinu uvjetima na cesti i takvoj mogućnosti? Na ta pitanja se često ne mogu dati ni jednoznačni niti pouzdani odgovori, pa odatle i možebitne različite sudske odluke u odnosu na drugačije konkretne okolnosti“*.

U konačnici Visoki trgovački sud detaljno je obrazložio svoj stav zbog kojeg je i preinačio prvostupanjsku presudu: *Kod činjenice da iz rezultata dokaznog postupka (proizlazi da nastala šteta nije krivnja vozača njegovog vozila), sama činjenica da se na javnoj cesti kojom upravlja tuženik u vrijeme nezgode i pored postojanja zaštitne*

ograde te i pored obilazaka ophodarskih prvotuženikovih službi, dogodila nezgoda zbog naleta na srndaća, po ocjeni ovog suda ukazuje na vjerojatni tuženikov čin ili propust (nepažnju; čl. 1049. ZOO-a). Prvotuženikov propust se očituje u stanju njegove zaštitne žičane ograde uz cestu koja je na neki tijekom postupka pred prvostupanjskim sudom točno neutvrđeni način, na ovom ili nekom drugom nepregledanom dijelu javne ceste, zbog njenog oštećenja ili izvedbe, ostala propusna za srndaće. Postojanje građevinske i uporabne dozvole za izvedbu ove ograde i njene tehnički predviđene karakteristike, ne mijenjaju činjenicu da je srndać prošao kroz ovu ogradu ili je možda preskočio. Odatle i zaključak o tome da tuženik i pored postavljanja zaštitne ograde uz cestu zbog njene propusnosti, nije poduzeo zaštitne mjere u mjeri koja bi ovog srndaća spriječila da dođe na javnu cestu. Ili drugim riječima, tuženik u pogledu postavljanja ove ograde nije postupio na pravilan način. Tuženik unatoč suprotnim tvrdnjama i ocjeni prvostupanjskog suda, do zaključenja glavne rasprave nije dokazao da tome nije bilo tako. Propusnost žičane ograde uz autocestu za srndaća prvotuženikova ophodarska služba zasigurno ne može utvrditi prilikom ophodnje, pa niti spriječiti, posebno ne u večernjim i noćnim satima. Zato prvotuženikove tvrdnje o provedbi česte ophodnje na javnoj cesti te ophodarski dnevnik čiji sadržaj jedino potvrđuje da je ophodnja vršena, a ne i kako je vršena, po ocjeni ovog suda ne mogu popraviti njegov pravni položaj u ovoj pravnoj stvari. Je li u pitanju oštećenje (otvor) ili općenito propusnost prvotuženikove zaštitne ograde, bilo zbog njene tehničke izvedbe, oštećenja ili dodatno, zbog spretnosti i okretности srndaća koji je eventualno u stanju preskočiti je, činjenica je da se srndać u ovoj pravnoj stvari našao na javnoj cesti pred tužiteljevim vozilom te da je udarom vozila u srndaća na cesti došlo do imovinske štete na vozačevoj strani.“

6. Osiguranje jedinstvene primjene zakona

Prema čl. 26. Ustava Republike Hrvatske svi su građani Republike Hrvatske i stranci jednaki pred zakonom i sudovima. Pravna norma morala bi se u svim jednakim slučajevima primjenjivati na isti način. Nije sporno da se u Republici Hrvatskoj ne primjenjuje sustav presedana tj. precedentnog prava. Hrvatski Ustav jamči neovisnost sudstva i prema ustavnoj odredbi suci sude samo na temelju Ustava i zakona. Međutim, neosporno je kako je hrvatskim zakonodavnim okvirom predviđeno od stane sudova razmatranje spornih pravnih pitanja, ujednačavanje sudske prakse te pitanja važna za primjenu propisa iz pojedinih pravnih područja dok se na sjednicama sudskih odjela županijskog suda, Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske, Visokog upravnog suda Republike Hrvatske, Visokoga kaznenog suda Republike Hrvatske i Visokog prekršajnog suda Republike Hrvatske razmatraju i pitanja od zajedničkog interesa za sudove nižeg stupnja s područja tih sudova. Sukladno tome kako je evidentno da unatoč vrlo bogatoj sudskoj praksi u sferi odgovornost za štetu nastaloj naletom na divljač na autocesti, egzistiraju sporna pitanja koja se primarno tiču odgovornosti za štetu pravne osobe koja upravlja autocestom te teretu dokazivanja relevantnih činjenica, javila se potreba da pravno shvaćanje o njima zauzme i Odjel trgovačkih i ostalih sporova Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske²⁰. Pravno shvaćanje o tim pitanjima zauzeto je na sjednici

²⁰ Prema odredbi čl 38. st. 1. i 2. Zakona o sudovima („Narodne novine“ br. 28/13, 33/15, 82/15, 82/16, 67/18, 126/19, 130/20, 21/22, 60/22, 16/23) na sjednicama sudskog odjela razmatraju se pitanja od interesa za rad odjela, a posebice organizacija unutarnjeg poslovanja, sporna pravna pitanja, ujednačavanje sudske prakse i pitanja važna za primjenu propisa iz pojedinih pravnih područja te praćenje rada i stručnog usavršavanja sudaca, sudskih savjetnika i sudačkih vježbenika raspoređenih na rad u odjel, a sjednicama sudskih odjela županijskog suda, Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske, Visokog upravnog

odnosnog Odjela 20. prosinca 2022. godine i glasi: „*Za naknadu štete nastale naletom divljači na vozilo na autocesti pravna osoba koja upravlja autocestom odgovara **po načelu predmnijevane krivnje**. Kada je utvrđeno da se divljač nalazila na kolniku autoceste samim time dokazan je propust u održavanju autoceste od strane pravne osobe koja upravlja autocestom. Na tuženiku je teret dokazivanja da nije bilo njegovih propusta u održavanju autoceste pri čemu tužitelj nije dužan konkretizirati svaki pojedini propust ili štetnu radnju zbog kojih se divljač zatekla na kolniku autoceste*“.

Kod razmatranja pitanja jedinstvene primjene zakona potrebno je ukazati i na ustavnu ulogu Vrhovnog suda Republike Hrvatske, da kao najviši sud u Republici Hrvatskoj osigurava jedinstvenu primjenu zakona i ravnopravnost građana. Od osobitog značaja za ostvarenje te uloge Vrhovnog suda je revizija, izvanredni pravni lijek predviđen Zakonom o parničnom postupku²¹. Vrhovni sud Republike Hrvatske dopustit će reviziju ako se može očekivati odluka o nekom pravnom pitanju koje je važno za odluku u sporu i za osiguranje jedinstvene primjene prava i ravnopravnosti svih u njegovoj primjeni ili za razvoj prava kroz sudsku praksu, a osobito: ako je riječ o pravnom pitanju o kojem odluka suda drugog stupnja odstupa od prakse revizijskog suda, ili ako je riječ o pravnom pitanju o kojem nema prakse revizijskog suda, pogotovo ako sudska praksa viših sudova nije jedinstvena, ili ako je riječ o pravnom pitanju o kojem sudska praksa revizijskog suda nije jedinstvena, ili ako je o tom pitanju revizijski sud već zauzeo shvaćanje i presuda se drugostupanjskoga suda temelji na tom shvaćanju, ali bi – osobito uvažavajući razloge iznesene tijekom prethodnoga prvostupanjskoga i žalbenoga postupka, zbog promjene u pravnom sustavu uvjetovane novim zakonodavstvom ili međunarodnim sporazumima te odlukom Ustavnoga suda Republike Hrvatske, Europskoga suda za ljudska prava ili Suda Europske unije – trebalo preispitati sudsku praksu (čl. 385. a Zakona o parničnom postupku).

U kojoj mjeri je, vezano uz pitanja odgovornosti za štetu nastalu od naleta na divljač na cesti, odnosno autocesti prisutno odstupanje odluka nižih sudova u odnosu na odluku Vrhovnog suda iz 2012., odnosno u kojoj mjeri sudska praksa viših sudova nije jedinstvena, evidentno proizlazi iz činjenice da je Vrhovni sud samo tijekom 2022. godine dopustio niz revizija protiv presuda zbog pravnih pitanja koja se upravo tiču odgovornosti za štetu nastalu naletom na divljač na autocesti. Tako je Vrhovni sud Republike Hrvatske:

suda Republike Hrvatske, Visokoga kaznenog suda Republike Hrvatske i Visokog prekršajnog suda Republike Hrvatske razmatraju se i pitanja od zajedničkog interesa za sudove nižeg stupnja s područja tih sudova. Pravno shvaćanje prihvaćeno na sjednici svih sudaca odnosno sudskog odjela Vrhovnog suda Republike Hrvatske, Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske, Visokog upravnog suda Republike Hrvatske, Visokoga kaznenog suda Republike Hrvatske, Visokog prekršajnog suda Republike Hrvatske i sjednici odjela županijskog suda obvezno je za sva drugostupanjska vijeća ili suce pojedince tog odjela, odnosno suda, sukladno odredbi čl. 40. st. 2. istog Zakona

²¹ Sabor Republike Hrvatske je 26. lipnja 1991. donio Zakon o preuzimanju Zakona o parničnom postupku (»Narodne novine« broj 53/91.) kojim je preuzet Zakon o parničnom postupku (»Službeni list SFRJ« br. 4/77., 36/77., 36/80., 69/82., 58/84., 74/87., 57/89., 20/90., 27/90. i 35/91.) kao zakon Republike Hrvatske. Zakon o preuzimanju Zakona o parničnom postupku proglasio je predsjednik Republike Hrvatske ukazom od 28. lipnja 1991., a stupio je na snagu danom objave u »Narodnim novinama« 8. listopada 1991.

Na dan donošenja ovog rješenja na snazi je Zakon o parničnom postupku s izmjenama i dopunama (»Narodne novine« broj 53/91., 91/92., 112/99., 88/01. – članak 50. Zakona o arbitraži, 117/03., 88/05. – članak 129. Zakona o izmjenama i dopunama Ovršnog zakona, 2/07. – odluka USRH broj: U-I-1569/2004 i dr., 84/08., 96/08. – odluka USRH broj: U-I-1569/2004 i dr., 123/08. – ispravak, 57/11., 148/11. – pročišćeni tekst, 25/13., 28/13. – članak 145. Zakona o sudovima, 89/14. – odluka USRH broj: U-I-885/2013 i 70/19

a) u sjednici održanoj 29. ožujka 2022. (Revd 1307/2022) dopustio reviziju tužitelju protiv presude Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske broj PŽ-519/2020-3 od 28. prosinca 2021. zbog slijedećih pravnih pitanja:

1. da li sama činjenica da se životinja, u konkretnom slučaju pas, našla na kolniku autoceste, a što je uzrokovalo prometnu nezgodu naletom vozila na psa, ukazuje na propust pravne osobe odgovorne za upravljanje i održavanje autoceste voditi brigu i poduzimati primjerene mjere i radnje koje bi omogućile odvijanje sigurnog i nesmetanog prometa na autocesti, posebice u vidu postavljanja i održavanja zaštitne ograde oko autoceste

2. da li činjenica da su djelatnici pravne osobe odgovorne za upravljanje i održavanje autoceste izvršili ophodnju dijela autoceste na kojem je došlo do udara vozilom u psa te da u ophodarskom dnevniku nije evidentirano oštećenje zaštitne ograde na dan štetnog događaja, predstavlja dokaz o nepostojanju propusta u održavanju autoceste od strane pravne osobe odgovorne za upravljanje i održavanje autoceste

a budući je drugostupanjska odluka u ovoj pravnoj stvari u suprotnosti s odlukom Vrhovnog suda RH broj Rev-x 230/12-2 od 8. studenoga 2012.

b) u sjednici održanoj 9. veljače 2022. (Revd 508/2022-2) dopustio tužitelju podnošenje revizije protiv presude Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske poslovni broj PŽ-1286/2020-2 od 23. kolovoza 2021., zbog pravnog pitanja koje se u bitnom svodi na sljedeće:

"Koji se kriteriji odgovornosti primjenjuju na štete nastale od motornog vozila u pogonu na divljači u razdoblju nakon stupanja na snagu Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o lovstvu ("Narodne novine", br. 75/09), dakle nakon 8. srpnja 2009."

a budući da sudska praksa Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske u odnosu na naznačeno pravno pitanje nije jedinstvena (presuda Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske poslovni broj PŽ-2187/2019-2 od 29. travnja 2021.).

c) u sjednici održanoj 26. siječnja 2022. dopušteno je tuženiku podnošenje revizije protiv presude Županijskog suda u Zadru poslovni broj GŽ-1071/2021-2 od 13. rujna 2021. zbog materijalnopravnog pitanja:

„Ekskulpira li nepostupanje osobe ovlaštene upravljati javnom cestom po zahtjevu iz čl. 50. Zakona o cestama („Narodne novine“ broj 84/11, 18/13, 22/13, 54/13, 148/12 i 92/14) lovoovlaštenika od odgovornosti za nastalu štetu naletom automobila na divljač u smislu odredbe čl. 82.st.1. Zakona o lovstvu („Narodne novine“ br. 140/05, 75/09, 153/09 i 14/14)?“.

a budući je u rješenju Vrhovnog suda broj Revd-1289/2020 od 4. studenog 2020. dopušteno podnošenje revizije zbog istog pravnog pitanja pa je tako uvažavajući

razloge iz tog rješenja gdje je ocijenjeno da se radi o pitanju koje udovoljava kriterijima iz čl. 385.a Zakona o parničnom postupku

d) u sjednici održanoj 19. siječnja 2022., dopušteno je tužitelju podnošenje revizije protiv presude Visokog trgovačkog suda Republike Hrvatske poslovni broj PŽ-6948/2019-3 od 1. prosinca 2020. zbog pravnog pitanja:

„Dokazuje li činjenica da se divljač našla na kolniku autoceste propust pravne osobe odgovorne za upravljanje i održavanje autoceste, posebice u vidu postavljanja i održavanja zaštitne ograde autoceste, te je li u toj situaciji teret dokaza da su poduzete sve radnje radi nesmetanog i sigurnog odvijanja prometa autocestom na tuženiku - pravnoj osobi koja gospodari autocestom ili je na tužitelju teret dokaza da postoji određeni propust tuženika?“

a budući da predlagatelj ukazuje na pravno shvaćanje izraženo u odluci Vrhovnog suda Republike Hrvatske poslovni broj Rev-x-230/2012 od 8. studenoga 2012., od kojeg odstupa pravno shvaćanje o navedenom pitanju na kojem je utemeljeno pobijana odluka

7. Zahtjevi pravne sigurnosti i vladavine prava

Opisano stanje posve različitog tumačenja jedne zakonske norme u izravnoj je suprotnosti s Ustavom zagaraniranom vladavinom prava i pravnom sigurnošću. Naime, zahtjevi pravne sigurnosti i vladavine prava traže da pravna norma bude dostupna subjektima na koje se odnosi te ujedno za njih predvidljiva, odnosno takva da isti mogu doista konkretno znati svoja prava i obveze te sukladno toj spoznaji prilagoditi svoje ponašanje. Ustavni sud u svojoj Odluci U-I/722/2009. iskazao je stav kako smatra nespornim da adresati pravne norme ne mogu stvarno i konkretno znati svoja prava i dužnosti te predvidjeti posljedice svojeg ponašanja ako pravna norma nije dovoljno određena i precizna. Istaknuto je pri tom kako zahtjev za određenošću i preciznošću pravne norme predstavlja *"jedan od temeljnih elemenata načela vladavine prava"* (presuda Europskog suda u predmetu Beian protiv Rumunjske, 6. prosinca 2007., zahtjev br. 30658/05, § 39: "... constitue l'un des éléments fondamentaux de l'Etat de droit") i ključan je za postanak i održanje legitimiteta pravnog poretka. Ustavni sud također je u istoj Odluci posebno naveo kako zahtjev za određenošću i preciznošću pravne norme nije samo semantički zahtjev koji traži da se odnos između njezina adresanta i adresata odvija uz što manje komunikacijske neodređenosti. Ti su zahtjevi temeljna mjerila za normativnu regulaciju svih slučajeva u kojima odgovor na pitanje iznalaženja i tumačenja mjerodavnog prava ne bi bio jednoznačan. Ustavni sud ujedno ističe da se zahtjevi za određenošću i preciznošću pravne norme moraju smatrati sastavnim dijelom načela vladavine prava na području svih grana prava jer bi njihovo zanemarivanje ugrozilo druge sastavnice načela pravne sigurnosti kao dijela načela vladavine prava, osobito zahtjeve za jedinstvenom primjenom prava te poštovanjem učinaka pravomoćnih presuda i drugih odluka tijela državne i javne vlasti.

Literatura:

1. Alispahić S. i dr., Priručnik za osposobljavanje i polaganje vozačkog ispita A1, A, B i B+BE kategorije vozila, HAK, Zagreb 2006.
2. Arlović, M., Međudnos Ustavnog suda Republike Hrvatske i sudbene vlasti, Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu, god 52, 2/2015, str. 369.-405.
3. Babac, B., Upravno postupovno pravo: Odabrana poglavlja, Osijek, 1998..
4. Borković, I., Upravno pravo, VII izdanje, Zagreb, Narodne novine, 2002.
5. Bulka, Z., Odgovornost za štetu koju počini divljač, Hrvatska pravna revija, srpanj-kolovoz 2006., str. 48.-51.
6. Crnić, I., Zakon o obveznim odnosima, V. izdanje, Zagreb, Organizator, 2012.
7. Crnić, J., Komentar Ustavnog zakona o Ustavnom sudu Republike Hrvatske, Narodne novine, Zagreb, 2002.
8. Gavella, N. et al.: Stvarno pravo, Zagreb, 1998.
9. Jelinić, Z.: Sudska praksa u građanskim predmetima u sustavu primjene i tumačenja prava // *Aktualnosti građanskog procesnog prava - nacionalna i usporedna pravnoteorijska i praktična dostignuća* / Split: Pravni fakultet Split, 2015. str. 173-200
1. Jelusić, D., Odgovornost za naknadu štete pričinjene od divljači na javnoj cesti – (materijalno) pravne dvojbe, Hrvatska pravna revija, ožujak 2015., str. 12.-20.
2. Jelusić, D., Odgovornost za naknadu štete koju prouzroči divljač i životinje strogo zaštićenih divljih svojti, Hrvatska pravna revija, listopad 2009., str. 4.-10.
3. Jelusić, D., Ustavnopravno shvaćanje Ustavnog suda o kriteriju odgovornosti lovoovlaštenika i lovozakupnika za naknadu štete pričinjene od divljači na javnoj cesti, Hrvatska pravna revija, srpanj-kolovoz 2015., str. 5.-10.
4. Jelusić, M., Šarin, D., Vladavina prava i uloga Ustavnog suda Republike Hrvatske..., Zbornik radova Pravnog fakulteta u Splitu, god. 52, 1/2015., str. 175.-201.
5. Klarić, P.: Odštetno pravo, Narodne novine, Zagreb, 2003.
6. Krapac, D.,: Kazneno procesno pravo – Institucije, Zagreb, 2014.
7. Leder, D., Komparativni prikaz odgovornosti za naknadu štete od divljači na javnoj cesti u hrvatskom i slovenskom pravu s posebnim osvrtom na kriterij odgovornosti osoba koje gospodare lovištem, Hrvatska pravna revija, studeni 2015., str. 26-34.
8. Leder, D., Naknada štete od divljači na javnoj cesti, Hrvatska pravna revija, veljača 2014., str. 21-27.
9. Matijević, B., Odgovornost za štetu u djelatnosti lovstva, Hrvatska pravna revija, prosinac 2009., str.1.-12.
10. Milivojević, Antoliš, L. et al.: Prekršajno pravo, Zagreb, 2012.
11. Novosel, D., Rašo, M., Burić, Z.: Razgraničenje kaznenih djela i prekršaja u svjetlu presude..., Hrvatski ljetopis za kazneno pravo i praksu (Zagreb), vol. 17, broj 2/2010, str. 785-812.
12. Potočki, S.: Osnovni zakon o prekršajima s komentarom, Narodne novine, Zagreb, 1962.
13. Tomašević, G.-Krapac, D.-, Gluščić, S., Kazneno procesno pravo, Zagreb, Narodne novine, 2005.
14. Triva S., Dika, M., Građansko parnično procesno pravo, Narodne novine, Zagreb 2004.
15. Vedriš M., Klarić, P., Građansko pravo, Zagreb, Narodne novine, 1998.

16. Vrkljan, J., Model prepoznavanja opasnih dionica na javnim cestama u područjima učestale pojave divljači, doktorska disertacija, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, 2020.

Izvori sudske prakse:

1. <http://curia.europa.eu/>
2. <http://www.ingbiro.com/default.aspx?ReturnUrl=%2fsudska%2fdefault.aspx>
3. <http://www.iusinfo.hr/CaseLAws/TOC.aspx>
4. <http://www.usud.hr/default.aspx>
5. <http://sudskapraksa.vsrh.hr/supra/>

Saša Tomašić, mag.ing.prometa;
udruga.zuc.hr@gmail.com; Udruga županijskih uprava za ceste Hrvatske

ANALIZA MODELA FINANCIRANJA MREŽE ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

ANALYSIS OF FINANCING MODEL 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

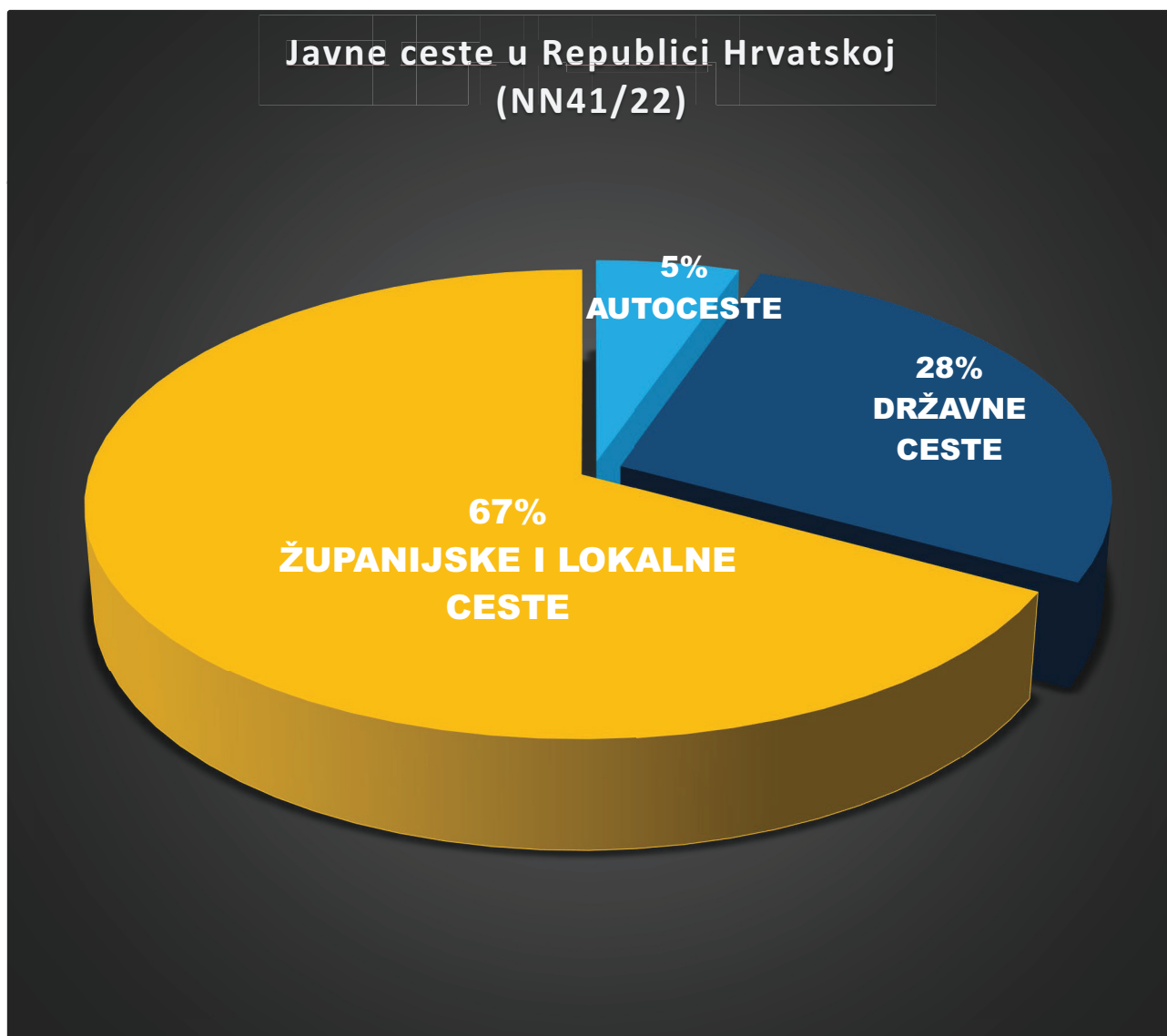
Županijske uprave za ceste upravljaju sa 17.825,576 km javnih cesta, što predstavlja više od 2/3 javnih cesta u Republici Hrvatskoj. Županijske uprave za ceste osnovane su 1997. godine. Model financiranja Županijskih uprava za ceste nije se mijenjao niti poboljšavao od njihovog osnutka. Ovakav model 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 potrebu unaprjeđenja modela.

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 i lokalne ceste čine najveću mrežu javnih cesta u Republici Hrvatskoj, duljina županijskih i lokalnih cesta iznosi 17.825,576 kilometra, što predstavlja 67% ukupne mreže javnih cesta.



Grafikon 1. Javne ceste u Republici Hrvatskoj

2. FINANCIRANJE

Trenutni model financiranja:

- godišnja naknada za uporabu javnih cesta, koja se plaća pri registraciji motornih i priključnih vozila
- 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
- naknada za izvanredni prijevoz, naknada za prekomjernu uporabu, 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



Grafikon 2. Struktura prihoda Županijskih uprava za ceste

3. PRIJEDLOZI ZA ODRŽIVI SUSTAV FINANCIRANJA ŽUPANIJSKIH I LOKALNIH CESTA

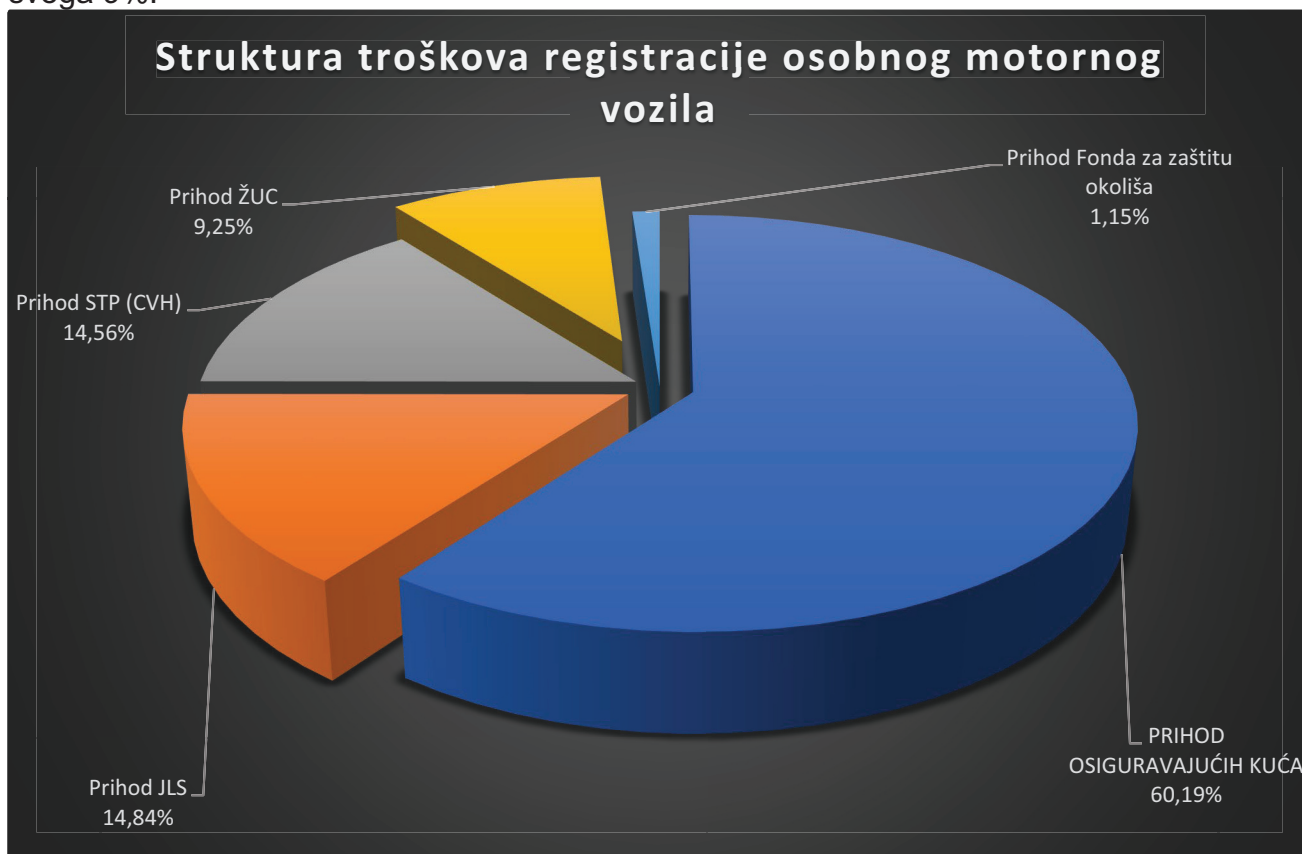
Uslijed inflacije došlo je do značajnog povećanja cijena radova, što negativno utiče na kvalitetu i kvantitetu održavanja županijskih i lokalnih cesta.

Predlažemo da se kroz donošenje Novog Zakona o cestama i novih Pravilnika vezanih uz Zakon o cestama, osigura model održivog financiranja:

- A. Povećati godišnju naknadu za uporabu javnih cesta koja se plaća pri registraciji vozila i uskladiti plaćanje sa godišnjim indeksom rasta cijena na malo**
- B. Preraspodjeliti sadašnju naknadu za financiranje javnih cesta iz trošarine na pogonska goriva**
- C. Regulirati ostale naknade iz ZOC-a**
- D. ŽUC-eve uključiti u sustav PDV-a**
- E. Pronaći novi održivi, dostatni model financiranja.**

A. Naknada za uporabu javnih cesta

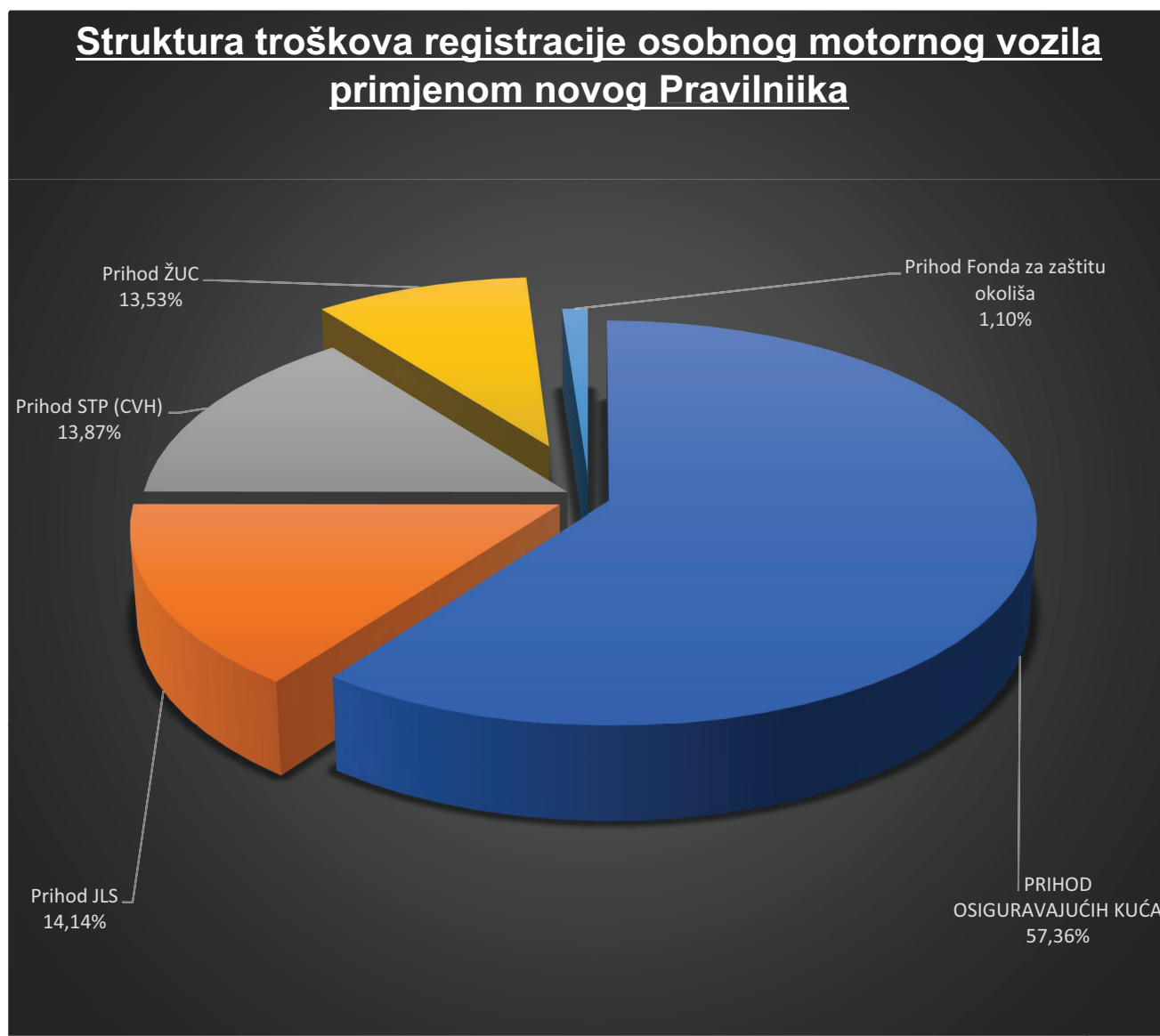
Suprotno inflaciji i svim ostalim ekonomskim parametrima ova naknada nije mijenjana od 2003. godine. Naknada se obračunava prema zapremini motora, što je zastario model i potrebno ga je promijeniti (električna vozila??, Indeks potrošačkih cijena??, Osiguranje??). Naknada se plaća godišnje, pri registraciji vozila. U ukupnom trošku registracije vozila čini svega 9%.



Grafikon 3. Struktura troškova registracije motornog vozila

Predlažemo donošenje novog Pravilnika po kojem bi se pravednije obračunavala naknada za ceste, koji bi se uz dosadašnje parametre temeljio na snazi motora i masi vozila, povećanje godišnje naknade za ceste u ukupnom iznosu cijene registracije iznosilo bi svega 4%, (promjene bi se primjenjivale samo na osobna motorna vozila)

Na temelju broja registriranih vozila ukupno povećanje prihoda ŽUC-eva iznosilo bi približno 30%, odnosno približno 37.000.000,00€



Grafikon 4. Struktura troškova registracije motornog vozila primjenom novog pravilnika

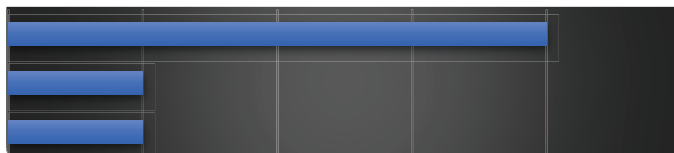
B. Trošarine na pogonska goriva

Sredstva koja se dodjeljuju iz Državnog proračuna, Odlukom Ministra mora, prometa i infrastrukture, za potporu održavanju, rekonstrukciji i građenju županijskih i lokalnih cesta su nedostatna i neujednačena.

Predlažemo da se sadašnja naknada za financiranje javnih cesta iz trošarine na pogonska goriva pri državnom proračunu preraspodijeli: minimalno 0,02€/litri izravno za financiranje županijskih i lokalnih cesta u nadležnosti ŽUC-eva sa ispodprosječnim osnovnim prihodom od registracije, temeljem određenih parametara, kako bi se smanjile razlike između županija.

Trenutno se iz trošarine na goriva izdvaja 0,17€ po litri

- 0,11€ za Hrvatske ceste
- 0,03€ za Hrvatske autoceste
- 0,03€ za Hrvatske željeznice



Županijske uprave za ceste kao upravitelji najveće mreže javnih cesta neopravdano su izostavljeni iz podjele trošarine na pogonska goriva.

U cijeni goriva trošarine iznose 35-40% ukupne cijene goriva. Izdvajanje iznosa od 0,02€ za županijske i lokalne ceste, trenutno, u ukupnoj cijeni goriva čini svega 0,7%.

Procjena je da bi se na ovaj način osiguralo dodatnih cca. 32.000.000,00€ za održavanje i građenje županijskih i lokalnih cesta.



Grafikon 5. Analiza prihoda po kilometru ceste

B. Ostale naknade

- Naknada za izvanredni prijevoz, trenutno naplaćuju Hrvatske ceste te ovisno o duljini trase kojom prolazi izvanredni prijevoz doznaju dio sredstava ŽUC-evima
- Naknada za prekomjernu uporabu cesta, Pravilnik je već duže vrijeme u pripremi
- Naknada za pravo služnosti i pravo građenja, 2022. godine odlukom Ustavnog suda naplata je bila privremeno obustavljena
- ŽUC-eve uključiti u sustav PDV-a, jer se od oporezivih naknada može ostvariti povrat PDV-a za reinvestiranje u ceste, HC i HAC su već duže vremena registrirani kao trgovačka društva

ili

- Pronaći novi održivi, dostatni model financiranja županijskih i lokalnih cesta na području Republike Hrvatske, preraspodijeliti sredstva iz ostalih obveznih naknada u javni sektor za javne ceste.
- 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.
- Zanimanje problema financiranja županijskih i lokalnih cesta dovelo je do vrlo lošeg stanja ove najveće mreže javnih cesta.
- Neujednačena razvijenost županija uzrok je neujednačenim prihodima pojedinih Županijskih uprava za ceste. Kako bi se smanjila neujednačenost nužno je da se prihod ŽUC-evima osigura i iz trošarine na pogonska goriva

USPOREDBA BROJA SATI ZATVARANJA KRČKOG MOSTA ZBOG OLUJNOG VJETRA I BROJA IZDANIH UPOZORENJA ZA OLUJNI VJETARPUTEM SUSTAVA METEOALARM

Comparison of number of hours when Krk bridge was closed due to gale-force wind and number of warnings of gale-force wind issued by Meteoalarm system

Dragoslav Dragojlović, Lovro Kalin, Nevenka Kadić-Vlahović, Dunja Plačko – Vršnak,
Tanja Renko

Državni hidrometeorološki zavod, Ravnice 48, Zagreb, Hrvatska

dragojlovic@cirus.dhz.hr

Tijekom cijele godine Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) izdaje upozorenja na opasne vremenske pojave koje mogu ugroziti sigurnost ljudi i imovine. Ta upozorenja vidljiva su na mrežnoj stranici DHMZ-a (www.meteo.hr), a također i putem sustava Meteoalarm. Postoje tri razine upozorenja, a boje na karti označavaju intenzitet opasne vremenske pojave: žuta, narančasta i crvena. U radu je prikazana usporedba broja sati zatvorenosti Krčkog mosta po mjesecima od 2010. do 2020. godine po kategorijama vozila i broju izdanih upozorenja za područje sjevernog Jadrana na olujni vjetar i to za svaku razinu upozorenja posebno. U radu će se pokazati kolika je povezanost izdanih upozorenja na olujni vjetar i broj sati zatvorenosti mosta za promet po pojedinim kategorijama vozila.

Ključne riječi: *upozorenja na opasne vremenske pojave, meteorološki parametri, sigurnost u prometu, zatvaranje prometa zbog olujnog vjetra*

Abstract: Whole year round, using Meteoalarm system, Croatian Meteorological and Hydrological Service (DHMZ) is issuing warnings of hazardous weather events that could endanger safety of people and property (severe weather warning). The warnings are published at DHMZ web-pages (www.meteo.hr), also through Meteoalarm platform. There are three levels of warnings presented in charts by different colours, according to the intensity of the hazardous weather event (yellow, orange and red). This work presents comparison of monthly number of hours (from the year 2010 to 2020) during which Krk bridge was closed. The comparison is carried out per vehicle categories and issued number of warnings of gale-force wind for the North Adriatic region, for each warning level separately. Correlation of the number of warnings and traffic closure hours for specific vehicle categories will be presented.

Keywords: *severe weather warning, meteorological parameters, traffic safety, traffic closure due to strong wind*

1.Uvod

Sigurnost odvijanja prometa (cestovnog, pomorskog, zračnog..) uvelike ovisi o vremenskim uvjetima u kojima se promet odvija.

Tijekom cijele godine cestovne organizacije dobivaju meteorološke podatke ili prognozu vremena za određeno razdoblje. To je posebno izraženo za vrijeme zimskog odvijanja prometa (od 1.studenog do 15. travnja) u svrhu zimskog održavanja prometnica (prognoze za poledicu, kišu, snijeg, maglu..) [1]:

Osim za vrijeme zimskog odvijanja prometa neke cestovne organizacije dobivaju specifične vremenske prognoze (polutjedne, tjedne, mjesečne) za planiranje svojih djelatnosti. Isto tako stalno imaju na raspolaganju izmjerene meteorološke podatke sa svojih automatskih postaja (temperature, vlažnost zraka, brzina vjetra...) ili dobivaju podatke od postaja DHMZ-a. Pored toga tijekom cijele godine Hrvatskim cestama (HC) i Hrvatskim autocestama (HAC) dostupni su izračuni prognostičkog modela ALADIN o smjeru i brzini vjetra i udarima vjetra po satima za 72 sata unaprijed za određene lokacije. [2], [3]

Na osnovu tih prognostičkih vrijednosti brzine vjetra, te definiranih maksimalnih srednjih (10-min srednjak) i trenutnih brzina vjetra te o stanju kolnika i ostalih čimbenika donosi se odluka o ograničenju brzine za pojedine skupine vozila ili zatvaranja prometa za pojedine skupine vozila. [4]

DHMZ tijekom cijele godine izdaje upozorenja na opasne vremenske pojave koje mogu ugroziti sigurnost ljudi i imovine.. Ta upozorenja vidljiva su na mrežnoj stranici DHMZ-a (www.meteo.hr) [5];, a također i putem sustava Meteoalarm [6], [7].

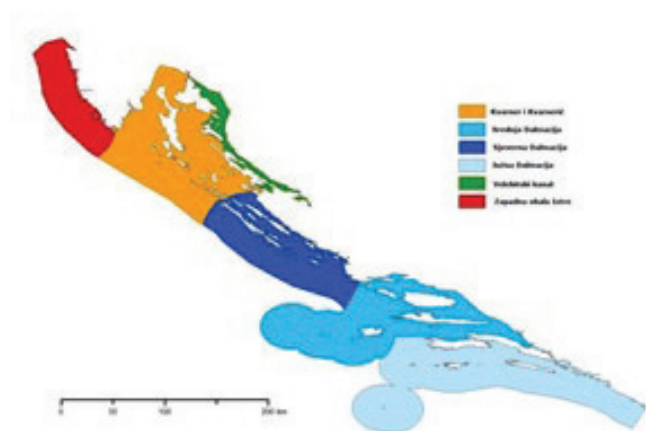
2. Upozorenja na jak, olujan i orkanski vjetar

2.1. Općenito o upozorenjima u sustavu Meteoalarm

Na mrežnoj stranici DHMZ-a (www.meteo.hr) vidljiva su upozorenja za tekući dan i za dan unaprijed. Upozorenja se izdaju za osam regija u Hrvatskoj koja se razlikuju po svojim klimatološkim odlikama i još posebno za 6 regija za obalu. Upozorava se na 8 opasnih meteoroloških pojava među kojima je i brzina vjetra.



Slika 1. Kopnena područja za koja se izdaju Meteoalarm upozorenja



Slika 2. Obalna područja za koja se izdaju Meteoalarm upozorenja

Meteoalarm platforma nastala je kao rezultat suradnje EUMETNET-a (organizacije europskih nacionalnih meteoroloških službi) unutar EMMA projekta (od engl. Multi service Meteorological Awareness). Hrvatska je članica EUMETNET-a od 2007, a od 2009. upozorenja za Hrvatsku se mogu vidjeti i na mrežnoj stranici Meteoalarm-a (www.meteoalarm.org).



Slika3. Primjer Meteoalarm mrežne stranice za sve članice

Od 2016. godine izrađuju se upozorenja i za 6 obalnih područja (slika2). Upozorenja se za sada izdaju samo za vjetar, a izrađuje ih Pomorski meteorološki centar (PMC) DHMZ-a sa središtem u Splitu i uredom u Rijeci. [5]

2.2. Kriteriji za zatvaranje Krčkog mosta

Prema odluci o uvjetima zatvaranja državne ceste D102 (most Krk) Hrvatskih Autocesta [8]: Most Krk se zatvara u uvjetima olujnog ili orkanskog vjetra ovisno o stanju kolnika, za pojedine skupine vozila.

Skupine vozila za zatvaranje mosta definirane su na slijedeći način:

Skupina I: motocikli, prikolice za stanovanje, kamp prikolice s tri ili više osovina, kombi vozila visine preko 1,9 m, autobusi na kat i autobusi duplih osovina koji vuku prikolicu, osobna vozila koja vuku malu prikolicu sa jednom osovinom

Skupina II: dostavna vozila, kombi vozila visine do 1,9 m, kombi vozila s prikolicom i kamioni s ceradom do 6t nosivosti

Skupina III: sva ostala vozila

Brzine vjetra pri kojima se most Krk zatvara za promet su:

TABLICA 1

Zatvaranje mosta Krk za I. skupinu vozila:		
Stanje kolnika	Prosječna brzina vjetra u 10 minuta	Udari vjetra
Suh kolnik	16,7 m/s (60 km/h)	preko 25 m/s (90 km/h)
Mokar kolnik	14 m/s (50 km/h)	preko 22 m/s (80 km/h)
Zasježen kolnik	5,5 m/s (20 km/h)	preko 13,8 m/s (50 km/h)

Izuzetno, mostom je za vrijeme trajanja olujnog ili orkanskog vjetra dozvoljeno kretanje specijalno opterećenom vozilu, koje posjeduje sve potrebne ateste i dozvole za prometovanje u takvim uvjetima voznje.

TABLICA 2

Zatvaranje mosta Krk za II. skupinu vozila:	
Stanje kolnika	Prosječna brzina vjetra u 10 minuta
Suh kolnik	25 m/s (90 km/h)
Mokar kolnik	19,4 m/s (70 km/h)
Zasježen kolnik	7 m/s (25 km/h)

TABLICA 3

Zatvaranje mosta Krk za III. skupinu vozila:	
Stanje kolnika	Prosječna brzina vjetra u 10 minuta
Suh kolnik	30,5 m/s (110 km/h)
Mokar kolnik	25 m/s (90 km/h)
Zasježen kolnik	8.3 m/s (30 km/h)

Napomena: U slučaju zaleđenog kolnika, promet na mostu se zabranjuje za sva vozila.

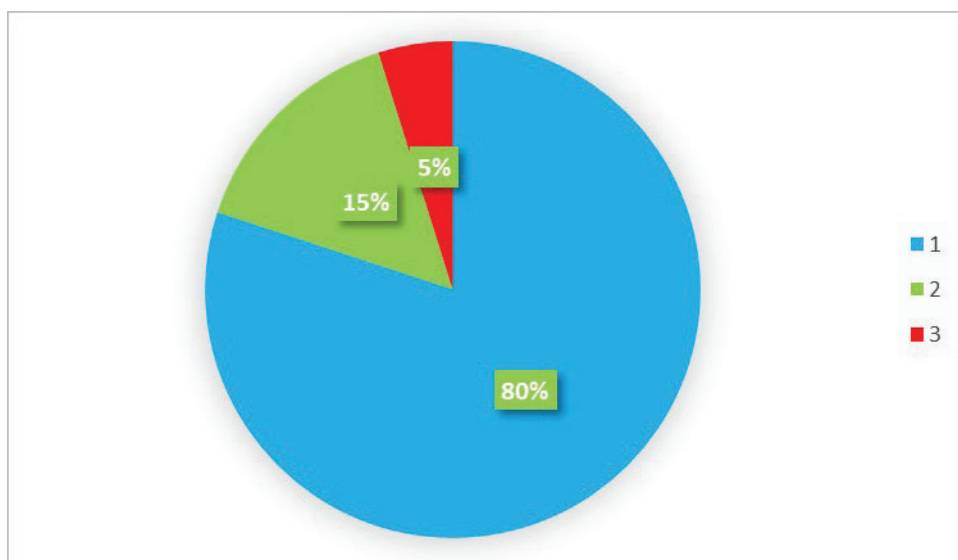
TABLICA 1, 2, 3, Kriteriji za zatvaranje Krčkog mosta u ovisnosti o brzini vjetra i stanja kolnika po skupinama vozila.

3. Analiza podataka

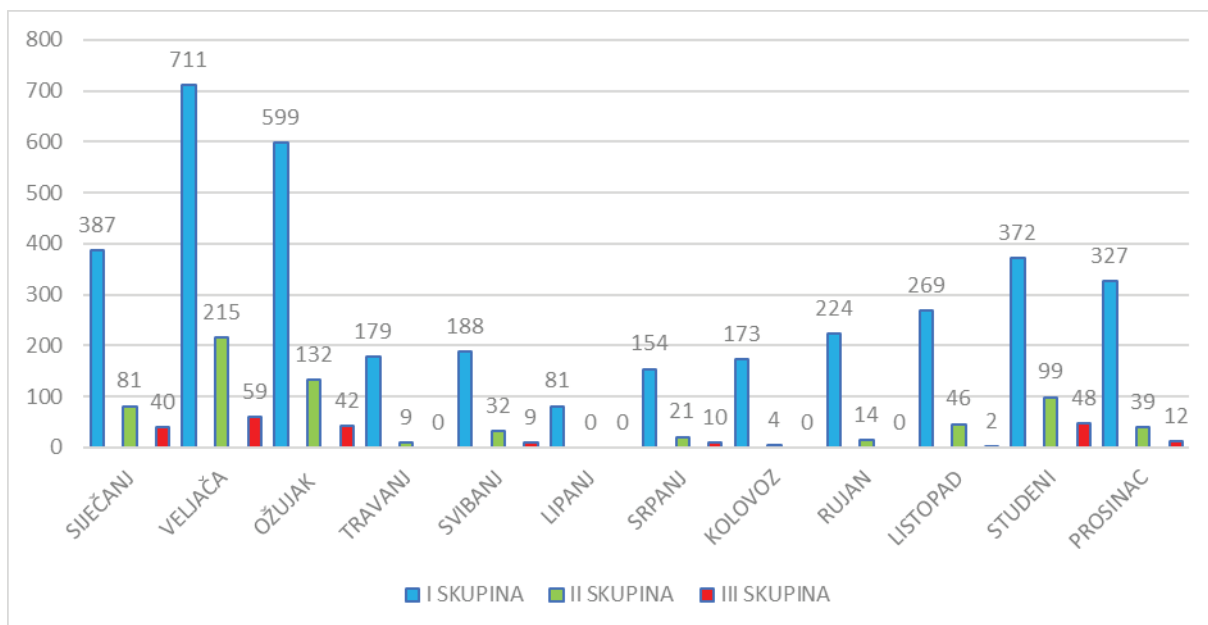
U radu su obrađeni podaci broja sati zatvorenosti Krčkog mosta po mjesecima od 2010. do 2020. godine za različite kategorije vozila. Za isto razdoblje dan je pregled izdanih upozorenja za područje sjevernog Jadrana za vjetar i to za svaku razinu upozorenja posebno (žuto, narančasto i crveno).

Skupina vozila	Broj sati zatvorenosti
Skupina I	3664
Skupina II	692
Skupina III	80

Tablica 4. Broj sati zatvorenosti mosta u razdoblju od 2010. do 2020. godine po skupinama vozila



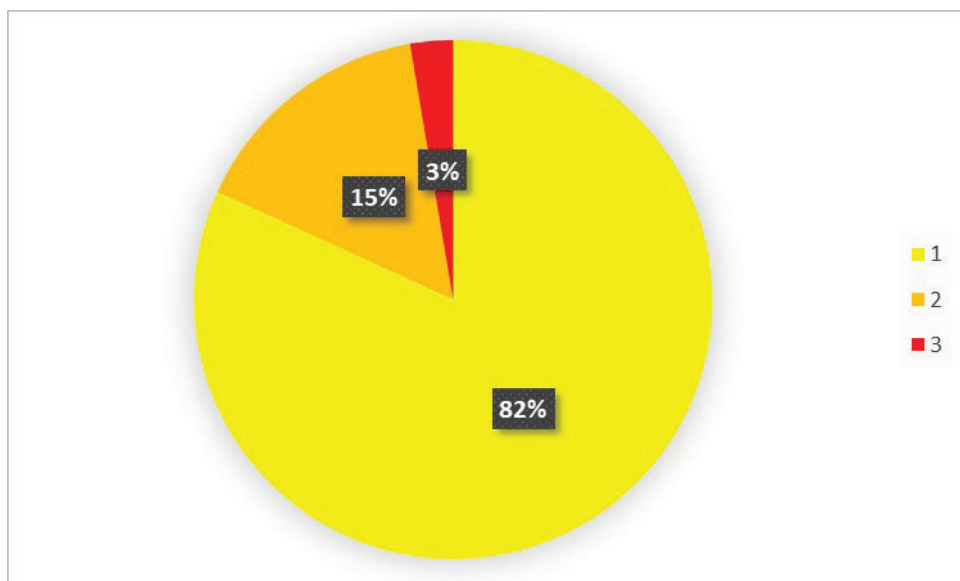
Slika 1. Ukupna zatvorenost mosta u razdoblju od 2010. do 2020. godine po skupinama vozila: I skupina – plavo, II skupina – zeleno, III skupina - crveno



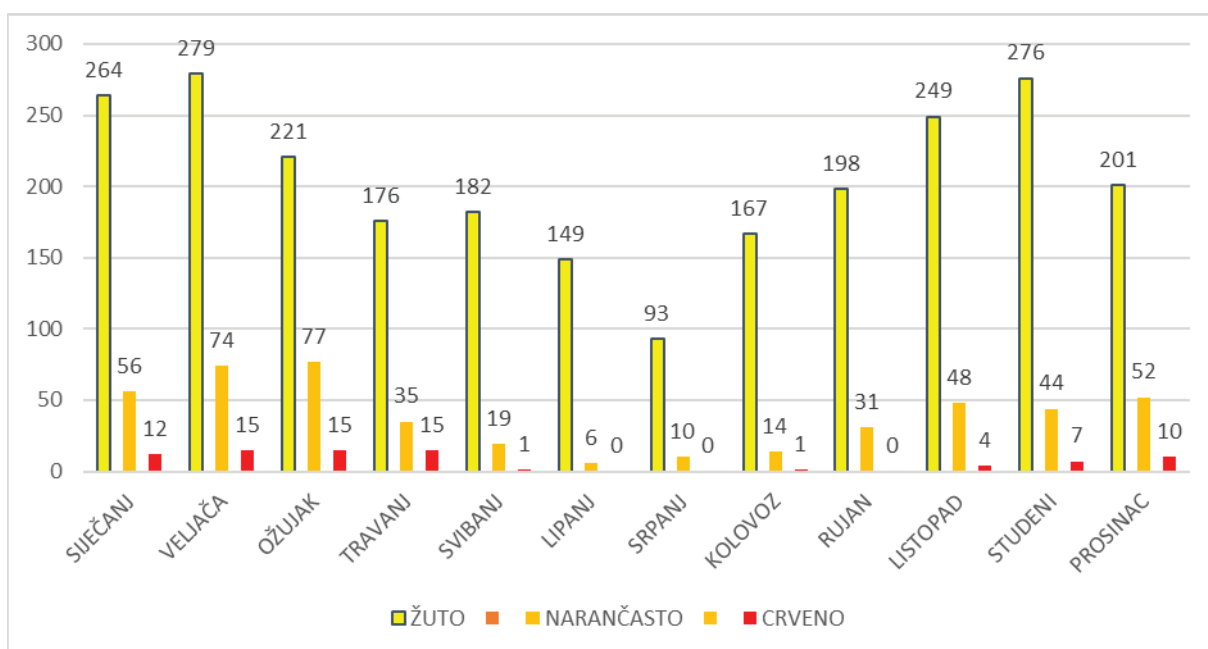
Slika 2. Broj sati zatvorenosti mosta u razdoblju od 2010. – 2020. po mjesecima za skupine vozila : I skupina – plavo, II skupina – zeleno, III skupina - crveno

Razine upozorenja za vjetar za sjeverni Jadran	Broj izdanih upozorenja po razinama
Žuto	2455
Narančasto	466
Crveno	80

Tablica 5. Broj izdanih upozorenja po razinama (žuto, narančasto, crveno) u razdoblju 2010. do 2020. godine



Slika 3. Postotak od ukupno izdanih upozorenja za brzinu vjetra za sjeverni Jadran u razdoblju od 2010. do 2020. godine po razinama: žuto, narančasto i crveno



Slika 4. Broj izdanih upozorenja za brzinu vjetra za sjeverni Jadran po mjesecima u razdoblju od 2010. do 2020. godine po razinama: žuto, narančasto i crveno

Iz obrađenih podataka može se vidjeti da je u razdoblju od 2010. do 2020. (11 godina) Krčki most ukupno bio zatvoren 3664 sata za prvu skupinu vozila, dok je potpuno zatvoren za promet (I, II, III skupina) bio 80 sati.

Po mjesecima najveći broj sati zatvorenosti mosta za I skupinu vozila (uzimajući u obzir razdoblje od 2010. do 2020.) bio je u veljači – 711 sati, zatim u ožujku – 599 sati te u siječnju – 387 sati. Razlog tomu je što u zimskom razdoblju na sjevernom Jadranu najčešće puše jaka i olujna, na udare i orkanska bura.

Najmanji broj sati zatvorenosti mosta za I skupinu bio je u lipnju – 81 sat i u srpnju 154 sata.

Zanimljivo je da u lipnju unutar promatranog razdoblja 2010. – 2020. nijednom nije bilo zabrane prometa za II i III skupinu vozila.

Za III skupinu vozila zabrane prometa u promatranom razdoblju nije bilo ni u travnju, kolovozu i rujnu.

Ukupan broj izdanih upozorenja u razdoblju od 2010. do 2020. iznosio je 3001. Od toga je 2455 bilo žuto, 466 - narančasto i 80 - crveno.

Najveći broj žutih upozorenja izdan je u veljači - 279, što se poklapa s najvećim brojem sati obustave prometa za I skupinu vozila - 711 sati. Nakon toga slijedi studeni sa 276 i siječanj s 264 izdana žuta upozorenja.

Crvena upozorenja za jak i olujan vjetar nisu izdana u lipnju, srpnju i rujnu, a obustave prometa za III skupinu vozila nije bilo u lipnju i rujnu.

Za srpanj unutar promatranih 11 godina nije bilo izdano ni jedno crveno upozorenje za vjetar, a unatoč tomu bilo je ukupno 10 sati obustave prometa za III skupinu vozila, znači za sav promet.

4. Zaključak

Nekoliko meteoroloških elemenata posebno utječe na sigurnost cestovnog prometa. kao npr: temperatura zraka, oborina, poledica, zaleđivanje i taloženje snijega, brzina vjetra i dr.

Neki od tih meteoroloških elemenata mogu utjecati tijekom cijele godine na sigurnost i odvijanje cestovnog prometa cijele, a jedna od njih je brzina vjetra.

U radu se pokušala naći povezanost broja izdanih upozorenja za vjetar (žuto, narančasto i crveno) i broja sati zatvorenosti mosta po skupinama vozila (I; II; III skupina),

Prema slikama 1., i 3. vidljivo je da postoji sata zabrane prometa po skupina vozila (I; II, III skupina) dobro slažu s postocima izdanih upozorenja za brzinu vjetra po kategorijama (žuto, narančasto i crveno).

82% žuto upozorenje – 80% zabrana prometa za I skupinu vozila

15% narančasto upozorenje -15% zabrana prometa za II skupinu vozila

3% crveno upozorenje - 5% -zabrana prometa za III skupinu vozila

Dobro slaganje broja izdanih upozorenja s brojem sati zatvorenosti mosta za promet je za veljaču i ožujak.

Razlika u broju izdanih crvenih upozorenja na brzinu vjetra i broja sati zabrane za promet III skupine vozila najveća je u srpnju.

Obrada broja sati zabrane za promet i broja izdanih upozorenja pokazuje da u većini slučajeva možemo očekivati povezanost upozorenja po kategorijama (žuto, narančasto i crveno) s vremenom zabrane prometa za skupine vozila (I, II i III). Takva informacija može biti korisna i cestovnom operateru koji ograničava promet, a ujedno i prognostičarima DHMZ-a koji mogu steći uvid kakve posljedice može imati neka vremenska pojava, odnosno izdani stupanj upozorenja.

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.

[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]: Bajić, Alica; Ivatek-Šahdan, Stjepan; Žibrat, Zvonko, ANEMO-ALARM iskustva operativne primjene prognoze smjera i brzine vjetra, Zbornik radova Održavanje cesta 2008, Treće Hrvatsko savjetovanje o održavanju cesta, Šibenik, 2008, str. 109-114.

[5]: Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), www.meteo.hr

[6]: Renko, T., Mikuš Jurković, P., Kalin, L., Hojsak, T., Mokorić, M., Kozarić, T., Sustav upozorenja na opasne vremenske pojave u Sektoru za vremenske i pomorske analize i prognoze Državnog hidrometeorološkog Zavoda, Hrvatski meteorološki časopis, No 54/55 2019., str 3-23

[7]: Upozorenja na opasne vremenske pojave u Europi – meteoAlarm
www.meteoalarm.eu

[8]: Odluka o uvjetima zatvaranja državne ceste D102 (most Krk) Hrvatskih Autocesta

Superblokovi, odgovori na europske strateške ciljeve Superblocks, responses to European strategic goals

Antonijo Tišljar dipl.ing.prom. **Julijan Jurak** mag.ing.traff., doc. dr. sc. **Marko Slavulj,**

doc. dr. sc. **Mario Ćosić,** prof.dr.sc. **Ljupko Šimunović**

Institut IGH, J. Rakuše 1, 10000 Zagreb

antonijo.tisljar@igh.hr

Fakultet prometnih znanosti, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

jjurak@fpz.unizg.hr, mslavulj@fpz.unizg.hr, mcosic@fpz.unizg.hr, lsimunovic@fpz.unizg.hr

Sažetak

Sadašnje neprihvatljivo stanje prisutnosti stakleničkih plinova, porasta temperature okoliša i velike koncentracije ispušnih plinova utječe na kvalitetu života u gradu. Poboljšanje kvalitete života s prometnog aspekta podrazumijeva više kretanja bilo pješaćenjem bilo vožnjom bicikla koje ujedno ne zagađuje okolinu. Rješenje koje proizlazi zadovoljavanjem tog cilja je modifikacija stambenih blokova pretvaranjem prometnica u nemotorizirane blokove koje se nazivaju superblokovi. U tim zonama se asfalt zamjenjuje biljkama i urbanom opremom tvoreći „zelena pluća“ u centru grada. Superblokovi mijenjaju prostor u sigurnu i ugodnu okolinu te potiču ljude na druženje. Takva okolina potiče korisnike na korištenje nemotoriziranog prometa ili vozila javnog gradskog prijevoza za savladavanje kraćih udaljenosti ili povezivanje odgojno-obrazovnih ustanova. Poznati pilot projekt superblokova u Barceloni napravljen je 2014 g. kojim se putovanje pješaćenjem povećalo za 10% i bicikliranje za 30%. Superblokovi predstavljaju izazov za korisnike tih blokova isto kao i sve lošija kvaliteta života ako nastavimo dosadašnjim tempom.

Ključne riječi / Key words: superblok / superblock, održivi urbanizam / sustainable urbanism, EU strategija / EU strategy, urbana mobilnost / urban mobility

Abstract

The current unacceptable state of the presence of greenhouse gases, rising environmental temperatures and high concentrations of exhaust gases affects the quality of life in the city. Improving the quality of life from the traffic aspect implies more movement either on foot or by bicycle, which at the same time does not pollute the environment. The solution that results from satisfying this goal is the modification of residential blocks by turning roads into non-motorized blocks called Superblocks. In these zones, the asphalt is replaced by plants and urban equipment, forming "green lungs" in the city center. Superblocks transform space into a safe and pleasant environment and encourage people to socialize. Such an environment encourages users to use non-motorized transport or public city transport vehicles to cover shorter distances or to connect educational institutions. The well-known pilot project of Superblocks in Barcelona was made in 2014, which increased walking trips by 10% and cycling by 30%. Superblocks represent a challenge for the users of these blocks as well as the increasingly poor quality of life if we continue at the current pace.

1. Uvod

Sadašnje neprihvatljivo stanje prisutnosti stakleničkih plinova, porasta temperature okoliša i velike koncentracije ispušnih plinova utječe na kvalitetu života u gradu.

Koncept urbanih superblokova, također poznat kao "Superilles" na katalonskom ili "Supermanzanas" na španjolskom, prvenstveno se počeo koristiti u gradu Barcelona u Španjolskoj, gdje je prvi put i implementiran 2016 u četvrti Eixample.

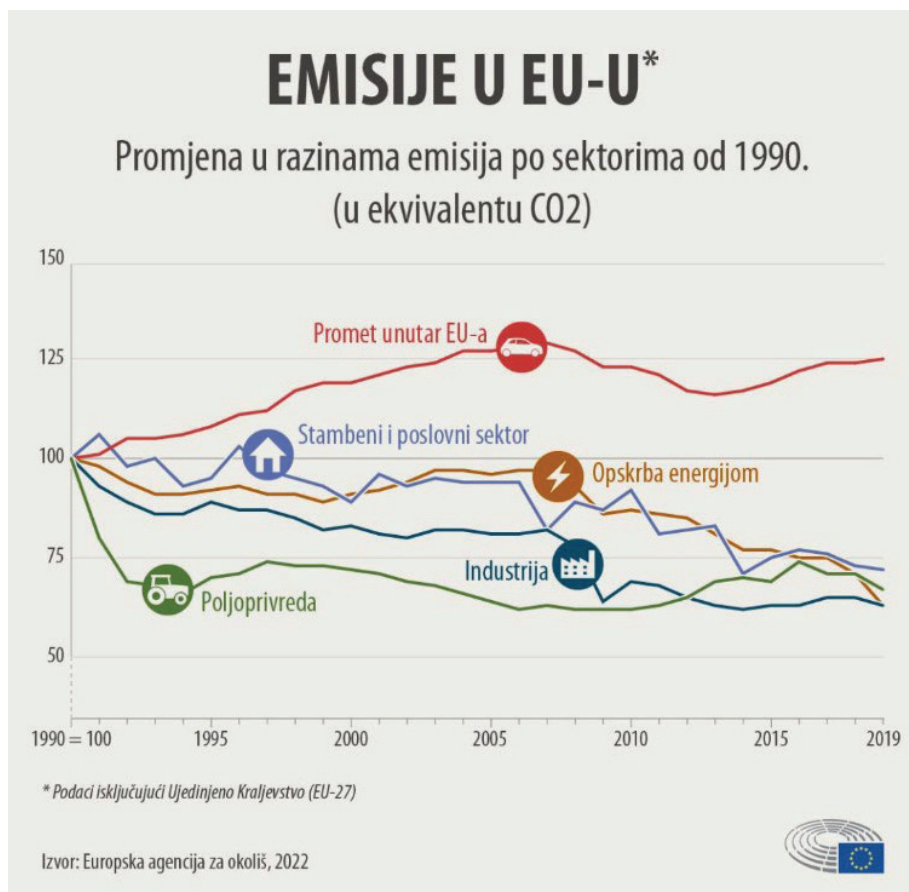
Od tada je grad proširio program na druge četvrti i smanjio broja osobnih automobila na cesti, emisije ugljičnog dioksida i drugih zagađivača, a povećao je količinu prostora namijenjenog ljudima.

Barcelona Superblock je inicijativa urbanističkog planiranja u gradu Barceloni, u Španjolskoj, čiji je cilj bio osim smanjenje osobnog automobilskeg prometa i promicanje održivog prijevoza. Barcelona Superblok se sastojao od devet (3×3) urbanih gradskih blokova, uključujući unutarnje i vanjske ulice. Projekt je uključivao stvaranje velikih blokova ulica koji su bili dostupni samo pješacima i biciklistima, uz smanjenje broja prolaza za osobne automobile. Stvorena su susjedstva pogodnija za život kroz smanjenje buke i onečišćenje zraka te promicanjem aktivnog prijevoza.

Koncept superblokova jedan je od načina rješavanja problema globalnog zatopljenja. Superblokovi su strategija urbanog planiranja koja je imala za cilj smanjiti količinu prostora posvećenog osobnim automobilima u gradovima i povećati količinu prostora posvećenog ljudima. Ideja je bila stvoriti manje, pješačke četvrti koje se manje oslanjaju na osobne automobile, a više su usmjerene na javni prijevoz, vožnju biciklom i hodanje. Smanjivanjem količine prostora posvećenog osobnim automobilima, superblokovi su olakšali hodanje i vožnju biciklom, što je pomoglo u smanjenju ugljičnog otiska grada. Dodatno, superblokovi su pomogli u smanjenju efekta urbanog toplinskog otoka, što je fenomen u kojem su gradovi znatno topliji od okolnih ruralnih područja

Nedavna studija koju je proveo Barcelonski institut za globalno zdravlje procijenilo je kako bi se realizacijom 503 potencijalna superbloka diljem grada, putovanja osobnim automobilima smanjila za 230 000 tjedno, jer bi ljudi kao zamjenu koristili javni prijevoz, hodanje ili vožnju biciklom.

Globalna emisija ugljičnog dioksida (CO₂) jedan je od najvećih svjetskih problema ugrožavajući i sam opstanak na planeti Zemlji. Promet je odgovoran za 25% emisija CO₂, zbog uporabe fosilnih goriva. Prosječan automobil godišnje ispušta toliko CO₂ koliko je i sam težak. Za jedan sat vožnje autocestom brzinom 130 km/h potrošeno je isto kisika koliko jedan čovjek potroši disanjem u deset dana. Kao posljedica zagađenja zraka, vjerojatnost obolijevanja od raka, za stanovnike gradova iznosi 1:5.000.



Slika 1. Razine emisija plinova u EU po sektorima

Zadnjih dvadeset godina u Hrvatskoj je prisutan uzlazni trend emisije CO₂ uzrokovan cestovnim prometom, pa je npr. koncentracija CO₂ na nekim raskrižjima u Zagrebu iznosila 35 mg/m³ što je 3,5 puta više od svjetskih standarda (10 mg/m³). Promet proizvodi 80% buke od ukupne komunalne buke u gradovima. Koncentracija ugljičnog dioksida (CO₂) u zraku iznosi 0,03% volumena. Već kratkotrajna izlaganja koncentracijama CO₂ većim od 2% uzrokuju štetne učinke po zdravlje.

2. Strateški dokumenti EU

Strateški dokumenti Europske unije (EU) su dokumenti koji ocrtavaju ciljeve, zadatke i prioritete EU-a u određenom području politike, kao što su vanjska politika, trgovina ili migracije. Takvi dokumenti služe kao putokaz za radnje EU-a i procese donošenja odluka te pružaju osnovu za razvoj posebnih politika i zakonodavstva.

Zelena knjiga urbane mobilnosti EU 2009

Zelene knjige obično su manje detaljne od bijelih knjiga i nisu pravno obvezujuće. Koriste se kao alat za proces javnih konzultacija. Svrha Zelene knjige je identificirati probleme, savjetovati se i analizirati opcije za politiku i zakonodavstvo. Zelena knjiga EU o urbanoj mobilnosti publikacija je Europske komisije iz 2009. godine. Zelena knjiga ocrta viziju održive urbane mobilnosti u Europskoj uniji i daje preporuke kreatorima politike i dionicima za postizanje te vizije.

Zelena knjiga naglašava potrebu za smanjenjem ovisnosti o osobnim automobilima, poboljšanjem javnog prijevoza i poticanjem aktivnih načina prijevoza, poput vožnje biciklom i hodanja, kako bi se postigla održiva mobilnost u gradovima. Publikacija također naglašava potrebu za integriranim političkim pristupima i važnost suradnje između različitih dionika, uključujući lokalne vlasti, privatni sektor i civilno društvo, kako bi se postigla održiva urbana mobilnost u EU.

Bijela knjiga prometa EU 2011

Bijela knjiga EU o prometu je publikacija Europske komisije iz 2011. koja opisuje sveobuhvatnu strategiju za budućnost prometa u Europskoj uniji. Bijela knjiga postavlja viziju konkurentnog i održivog prometnog sustava i utvrđuje ključne radnje koje EU i njezine države članice trebaju poduzeti kako bi postigle tu viziju. Publikacija pokriva sve načine prijevoza, uključujući cestovni, željeznički, zračni i pomorski, te naglašava potrebu za intermodalnom i međuregionalnom suradnjom za stvaranje besprijekorne i učinkovite prometne mreže. Bijela knjiga također naglašava važnost smanjenja negativnih utjecaja prometa na okoliš i klimu te poziva na razvoj inovativnih tehnologija i poslovnih modela za podršku prijelazu na transportni sustav s niskim udjelom ugljika.

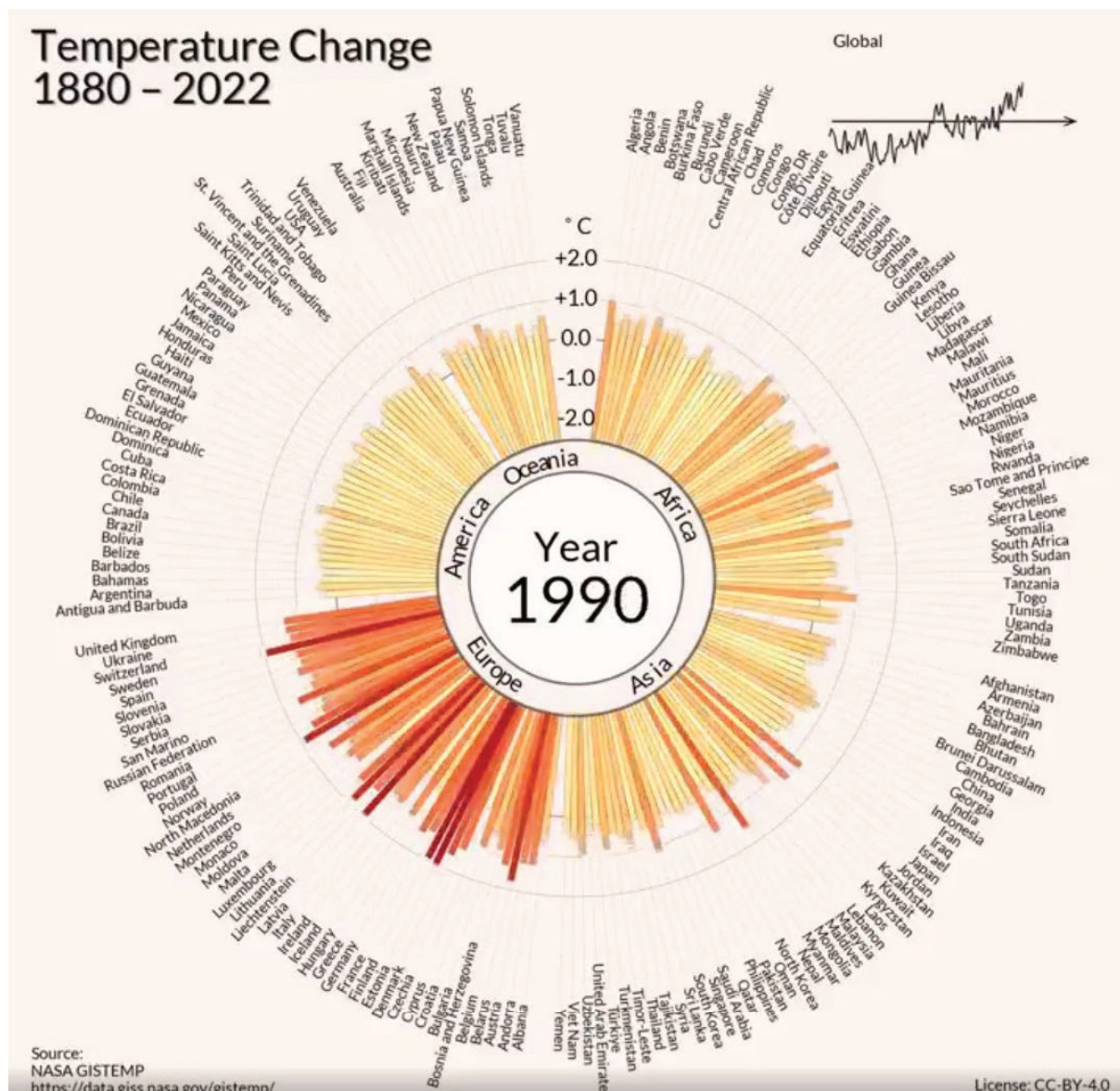
Plan aktivnosti urbane mobilnosti 2012

Plan aktivnosti urbane mobilnosti publikacija je Europske komisije iz 2012. koja predstavlja opsežan akcijski plan za poboljšanje urbane mobilnosti u Europskoj uniji. Plan aktivnosti urbane mobilnosti pruža plan za postizanje ciljeva navedenih u Bijeloj knjizi EU-a o prometu, s posebnim naglaskom na održivu i pristupačnu urbanu mobilnost. Planom aktivnosti utvrđuju se ključni izazovi i predlažu konkretne mjere i inicijative koje treba poduzeti na razini EU i na nacionalnoj razini, uključujući ulaganja u infrastrukturu i tehnologiju, promicanje niskougljičnog prometa i razvoj intermodalnih prometnih sustava. Plan također naglašava potrebu za boljom ravnotežom između različitih načina prijevoza, veću upotrebu javnog

prijevoza i nemotoriziranih načina te učinkovitije korištenje cestovnog prostora. Plan aktivnosti urbane mobilnosti važna je referenca za donositelje politika, dionike i gradove diljem EU-a koji rade na poboljšanju urbane mobilnosti i stvaranju održivijih gradova pogodnijih za život.

Paket urbana mobilnost 2013

Paket o urbanoj mobilnosti publikacija je Europske komisije iz 2013. koja opisuje sveobuhvatnu strategiju za poboljšanje urbane mobilnosti u Europskoj uniji. Paket uključuje niz mjera i inicijativa čiji je cilj stvaranje održivijih, pristupačnijih i učinkovitijih sustava gradskog prijevoza. Paket naglašava potrebu za integriranim političkim pristupima, promicanje intermodalnih i multimodalnih prometnih sustava te razvoj inovativnih tehnologija i poslovnih modela za podršku prijelazu na niskougljični i održivi gradski prometni sustav. Paket također naglašava važnost smanjenja ovisnosti o osobnim automobilima, poboljšanja javnog prijevoza i poticanja aktivnih načina prijevoza, poput vožnje biciklom i hodanja, kako bi se postigla održiva mobilnost u gradovima. Paket o urbanoj mobilnosti važna je referenca za donositelje politika, dionike i gradove diljem EU-a koji rade na poboljšanju urbane mobilnosti i stvaranju pogodnijih i održivijih gradova.



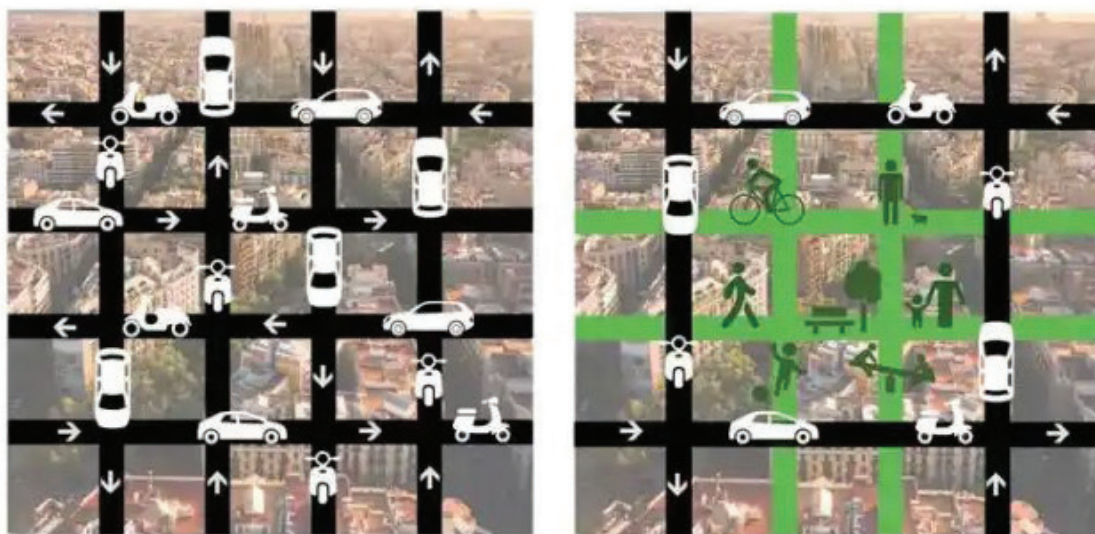
Slika 2. Prikaz oscilacija temperatura od prosječnih vrijednosti temperatura za referentnu 1990. godinu

U navedenim dokumentima EU je pozvala i međunarodna zajednica se složila na potrebu drastičnog smanjenja svjetskih emisija stakleničkih plinova, s ciljem ograničavanja klimatskih promjena ispod 2° C. Kako bi postigao taj cilj EU treba do 2050. smanjiti sve emisije za 80-95% ispod razine iz 1990. Analiza komisije pokazuje kako je za taj cilj u prometnom sektoru potrebno smanjiti najmanje 60% stakleničkih plinova. Do 2030. godine, cilj prometa bit će smanjiti emisije stakleničkih plinova na oko 20% ispod razine iz 2008. godine.

3. Opis prometnih rješenja na području superblokova

Poboljšanje kvalitete života s prometnog aspekta podrazumijeva više kretanja bilo pješaćenjem bilo vožnjom bicikla koje ujedno ne zagađuje okolinu. Rješenje koje proizlazi zadovoljavanjem tog cilja je modifikacija stambenih blokova pretvaranjem prometnica u nemotorizirane blokove koje se nazivaju superblokovi. U tim zonama se asfalt zamjenjuje biljkama i urbanom opremom tvoreći „zelena pluća“ u centru grada. Superblokovi mijenjaju prostor u sigurnu i ugodnu okolinu te potiču ljude na druženje. Takva okolina potiče korisnike na korištenje nemotoriziranog prometa ili vozila javnog gradskog prijevoza za savladavanje kraćih udaljenosti ili povezivanje odgojno-obrazovnih ustanova.

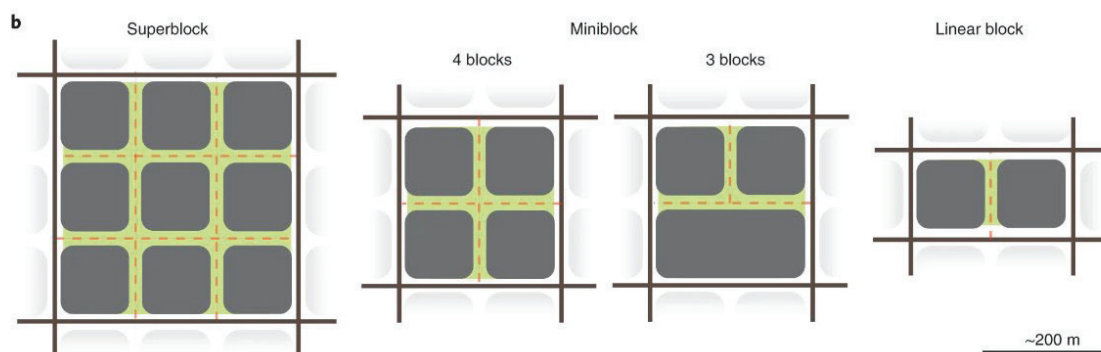
Postoji nekoliko mjera koje se koriste za procjenu prednosti urbanih superblokova u Barceloni. Kvaliteta zraka jedna je od glavnih prednosti gradskih superblokova, jer smanjenje broj osobnih automobila na cesti smanjuje onečišćenje zraka. To mjeri usporedbom razina onečišćujućih tvari poput dušikovih oksida i čestica prije i nakon implementacije superbloka u određenim područjima. Prometni tok u urbanim superblovima također pomaže u smanjenju prometnih gužvi stvaranjem učinkovitije ulične mreže. To se mjeri usporedbom podataka o protoku prometa prije i nakon implementacije superbloka u određenim područjima, mjerenjem prosječne brzine vozila, broja vozila na cesti i vremenom provedenom u prometu. Urbani superblokovi promiču aktivan prijevoz stvaranjem više prostora za pješake i bicikliste. To se mjeri usporedbom broja ljudi koji hodaju i voze bicikl prije i nakon provedbe superbloka u određenim područjima. Urbani superblokovi poboljšavaju ukupnu kvalitetu života stvaranjem više javnog prostora, smanjenjem zagađenja bukom i povećanjem sigurnosti. To se mjeri provođenjem anketa prije i nakon izgradnje superbloka kako bi se procijenila percepcija stanovnika o susjedstvu. Urbani superblokovi imaju pozitivan utjecaj na lokalna poduzeća povećanjem pješačkog prometa i stvaranjem ugodnijeg okruženja za kupce stvarajući ekonomske koristi. To se mjeri usporedbom broja kupaca koji posjećuju lokalne tvrtke prije i nakon implementacije superbloka u određenim područjima. Urbani superblokovi također pomažu u smanjenju ugljičnog otiska smanjenjem broja automobila na cestama i promicanjem aktivnog prijevoza, što se mjeri usporedbom emisija ugljika prije i nakon implementacije superblokova u određenim područjima.



Slika 3. Usporedba sadašnjeg prometnog stanja i budućeg u superbloku

Važno je napomenuti da se ove mjere međusobno ne isključuju i da se mogu kombinirati kako bi se dobila cjelovitija slika o prednostima urbanih superblokova u Barceloni. Osim toga, važno je provoditi ove evaluacije tijekom vremena kako bi se vidjeli dugoročni učinci superbloka.

Poznati pilot projekt superblokova u Barceloni napravljen 2016 g. putovanja pješaćenjem povećao je za 10% i bicikliranje za 30%. Iako superblokovi predstavljaju izazov za korisnike tih blokova isto tako i sve lošija kvaliteta života, ako nastavimo dosadašnjim tempom.



Slika 4. Varijante blokova i ulica u kojima se događa promjena

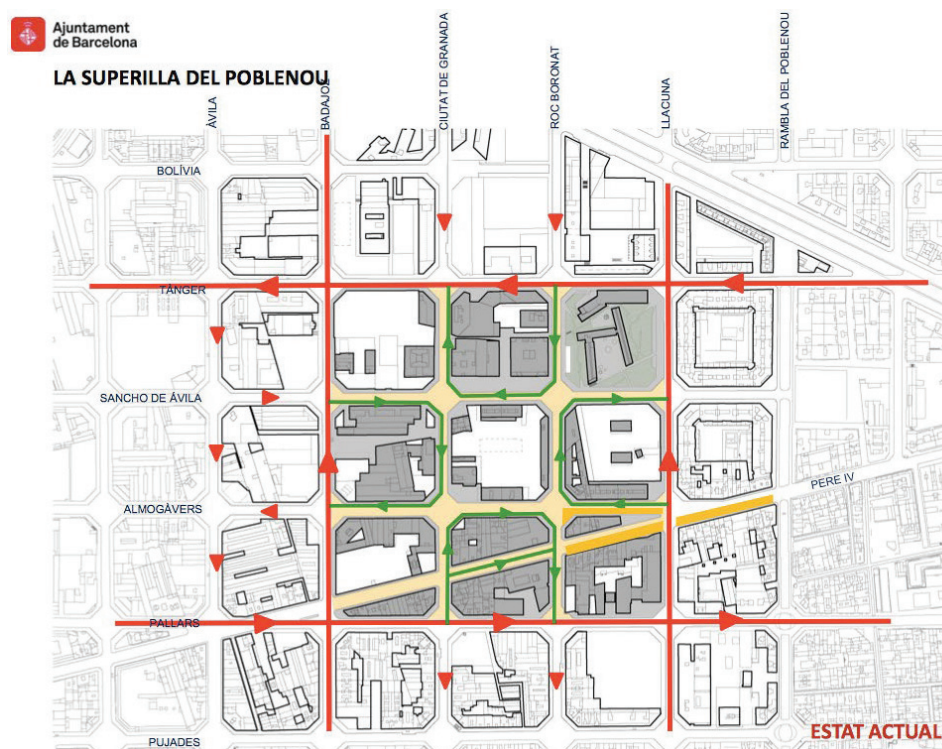
Poznati pilot projekt superblokova u Barceloni napravljen je 2016 g. kojim se putovanje pješaćenjem povećalo za 10% i bicikliranje za 30%. Superblokovi predstavljaju izazov za korisnike tih blokova isto kao i sve lošija kvaliteta života ako nastavimo dosadašnjim tempom.

Ostali europski gradovi koji su proveli slične programe su:

- Malmö, Švedska: 2010. grad Malmö uveo je program pod nazivom "Malmö Liveable Streets" čiji je cilj bio smanjiti promet i promicati aktivan prijevoz u gradu.
- Pariz, Francuska: Pariz je 2018. godine pokrenuo inicijativu pod nazivom "Paris Sans Voitures" (Pariz bez automobila) koja je imala za cilj dovesti pješake u određene ulice i ograničiti pristup automobilima u centru grada.
- Utrecht, Nizozemska: Utrecht je 2018. započeo pilot program pod nazivom "Living Street" čiji je cilj bio stvoriti za život pogodnije i održivije ulice u gradu dajući prednost pješacima, biciklistima i javnom prijevozu ispred osobnih automobila.
- Madrid, Španjolska: Madrid je 2019. bio uveo pilot program pod nazivom "Madrid Central" čiji je cilj bio smanjiti onečišćenje zraka i prometa u središtu grada ograničavanjem pristupa osobnim automobilima.
- Graz, Austrija: Grad Graz proveo je 2020. program pod nazivom "Neuer Mobilitätsplan 2020" čiji je cilj bio smanjenje prometa i onečišćenja zraka u centru grada ograničavanjem pristupa osobnim automobilima.

- Beč, Austrija: Beč 2022 dobio je prvi superblok nakon što je promijenjena organizacija prometa unutar bloka. Na ovom području otvorena je nova pješačka zona. Superblok obuhvaća nekoliko ulica u 10. okrugu, ondje se nalaze i brojne odgojno-obrazovne ustanove, a promet motornim vozilima je dopušten samo stanovnicima tog dijela grada.
- Berlin, Njemačka: Berlinski #Kiezblocks preuzimaju ideje od Superbloka Barcelona i kombiniraju ih s nizozemskim rješenjima te je 2022 napravljeno više od 50 takvih blokova.

Ovo je samo nekoliko primjera europskih gradova koji su implementirali programe poput superblokova, a ovaj koncept postaje sve popularniji kao način rješavanja urbanih problema kao što su prometne gužve, zagađenje zraka i nedostatak javnog prostora.

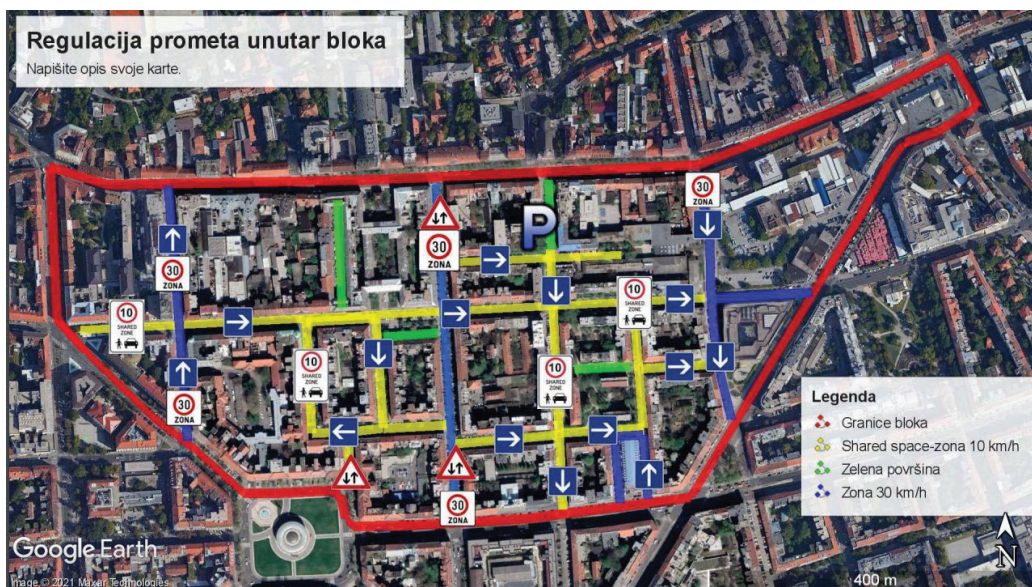


Slika 5. Ograničeni pristup kategorijama vozila i smjerovi odvijanja prometa u superbloku

Projekti ozelenjavanja donose i uštede troškova. Zahvaljujući novom softveru „Greenvaluation” u glavnom gradu Austrije može se izračunati koliko korist donose pojedine mjere ozelenjavanja i koliko je novca pritom uštedjeno, a može pomoći i pri planiranju budućih zelenih projekata. Softver uzima u obzir pokazatelje kao što su proizvodnja kisika, apsorpcija ugljikovog dioksida i zračenja, zadržavanje vode, kapacitet hlađenja i udio zelenih površina. Tako je hotel Boutiquehotel Stadthalle u Beču u godinu dana uštedio 2.000 eura za troškove hlađenja zgrade, a istovremeno je zadržao cca 490.000 litara kišnice.

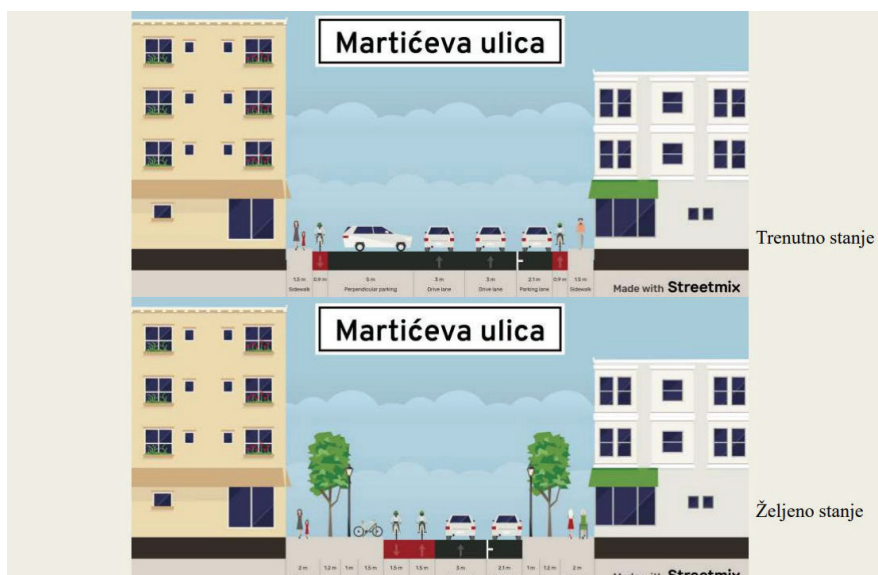
4. Prijedlozi rješenja na području superblokova

Godine 2021. suradnjom par zagrebačkih fakulteta napravljen je prijedlog Superblok Maritćeva u Zagrebu. Ideja je bila da se po načelu napravljenih superblokova motorni promet preusmjeri na okolne prometnice, a unutarnji dio se reorganizira prometno urbanističkim zahvatima.



Slika 6. Prikaz prijedloga superbloka u Zagrebu

Mjere koje je potrebno provesti su reorganizacija prometa u mirovanju, izgradnja garaže za stanare, reduciranje uličnog parkinga, zona smirenog prometa, prebacivanje prometa na obodne prometnice i poprečnu Bauerovu ulicu.



Slika 7. Prikaz prijedloga izmjene ulice u superbloku u Zagrebu

Ciljevi tog projekta su bile stvaranje pješačke zone i shared space, sigurnost kretanja, zelene površine, zeleni otoci za odlaganje smeća i sadržaji za sve dobne skupine.

5. Zaključak

Superblokovi, također poznati kao "Superilots" ili "Supermanzanas" u Barceloni, strategija su urbanog dizajna čiji je cilj smanjenje prometa i poboljšanje kvalitete života u gusto naseljenim područjima. Cilj koncepta superblokova je stvoriti područja bez automobila ili područja s niskim prometom ograničavanjem pristupa automobilima i preusmjeravanjem prometa na perimetar bloka, dok se povećava količina javnog prostora za pješake i bicikliste.

Prednosti superblokova uključuju smanjeni promet preusmjeravanjem prometa na perimetar bloka. Superblokovi mogu značajno smanjiti broj automobila na ulicama, što rezultira manjom bukom i zagađenjem zraka, te sigurnijim ulicama za pješake i bicikliste. Superblokovi mogu povećati količinu javnog prostora unutar bloka, pružajući više prostora za parkove, igrališta i druge zajedničke prostore. Smanjenjem broja automobila na ulicama, superblokovi mogu poboljšati kvalitetu zraka unutar bloka, što može imati pozitivan učinak na javno zdravlje. Superblokovi može poboljšati kvalitetu života stanovnika pružajući više prostora za druženje, vježbanje i opuštanje te promičući osjećaj zajedništva. Čineći ulice ugodnijima za hodanje i vožnju biciklom, superblokovi mogu potaknuti aktivnije načine prijevoza, što rezultira zdravijim stanovništvom i manjim prometnim gužvama. Superblokovi također mogu imati ekonomske koristi za lokalne tvrtke stvaranjem više pješačkog prometa i čineći područje privlačnijim za potencijalne investitore.

Općenito, superblokovi se smatraju strategijom održivog urbanog dizajna koja može poboljšati kvalitetu života u gusto naseljenim područjima, smanjiti promet i zagađenje te potaknuti aktivne načine prijevoza.

Literatura

- [1]. <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20190313ST031218/emisije-co2-u-prometu-eu-a-cinjenice-i-brojke>, [Pristupljeno: 30. siječnja 2023.]
- [2]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412019315223>, [Pristupljeno: 30. siječnja 2023.]
- [3]. https://www.linkedin.com/posts/gpi2050_climatechange-globalwarming-research-activity-7020853107286847488-fsAm?utm_source=share&utm_medium=member_desktop, [Pristupljeno: 30. siječnja 2023.]
- [4]. <https://www.udruga-gradova.hr/wordpress/wp-content/uploads/2021/12/2.-Superblok-Marticeva.pdf>, [Pristupljeno: 30. siječnja 2023.]
- [5]. <https://www.nacional.hr/superblok-bec-preuredjuje-ulice-kako-bi-smanjio-promet-i-dao-prostora-pjesacima-i-biciklistima/>, [Pristupljeno: 30. siječnja 2023.]
- [6]. <https://difu.de/en/news/kiezblocks-for-berlin-thinking-beyond-bollards>, [Pristupljeno: 30. siječnja 2023.]

OSVRT NA ISKUSTVA I SAZNANJA PRIKUPLJENA PRI PROVEDBI POSTUPAKA REVIZIJA CESTOVNE SIGURNOSTI

Denis Šimenić, dipl.ing.građ.

Rencon d.o.o., Osijek, Ribarska 1

Sažetak:

U proteklih 5 godina u RH obavljen je znatan broj postupaka revizija cestovne sigurnosti. U radu su prikazana dosadašnja iskustva autora kao revizora na dijelu provedenih postupaka RCS, kako iz domena tehničkih i stručnih detalja tako i u novonastalim međusobnim odnosima između revizora, projektanata i investitora.

Summary:

In the past 5 years, a significant number of road traffic safety audits have been conducted in the Republic of Croatia. The paper presents the previous experience of the author as an auditor in the part of RCS procedures, both in the domain of technical and professional details and in the newly created relationships between auditors, designers and investors.

1. Uvod

Kreiranjem zakonodavnog okvira i obrazovanjem prvih generacija revizora cestovne sigurnosti, krajem godine 2017. započela je šira primjena postupaka RCS u Republici Hrvatskoj. I prije tog vremena obavljeno je nekoliko postupaka RCS, međutim iste su morali obaviti stručnjaci iz inozemstva obzirom na nepostojanje ovlaštenih revizora u RH.

Ovaj rad nema za cilj dati pregled cjelokupnih postupaka RCS provedenih u RH, njihovu strukturu po tipovima/vrstama projekata ili po nekom drugom obilježju, već predstavlja sažetak osobnih iskustava autora prilikom provedbe RCS u svojstvu revizora.

2. Naručitelji

U skladu s Direktivom 2008/96/EC o sigurnosti cestovne infrastrukture primjena je počela na projektima cestovnih dionica koje se nalaze u TEM mreži, međutim obzirom na rastuću dostupnost EE fondova za infrastrukturne projekte izrađuje se i znatan broj revizija u cilju uspješne nominacije projekta na neki od dostupnih fondova.

Tako se kao naručitelji revizija najčešće pojavljuju Hrvatske ceste i Hrvatske autoceste, ali slijede ih i brojne jedinice lokalne uprave - u prvome redu veći gradovi.

Navedeno ima za posljedicu da su procedure provedbe revizija cestovne sigurnosti provedene praktično na svim razinama cestovne mreže – od autocesta, državnih cesta, županijskih i lokalnih cesta pa sve do gradskih ulica, odnosno nerazvrstanih cesta. To istovremeno znači da su se s potrebom provođenja postupka RCS i njegovim osnovnim značajkama morali upoznati i brojni djelatnici u javnim poduzećima, lokalnim upravama i sl. Na ovaj način sam pojam i razlozi provođenja postupka RCS polako su postajali sve učestaliji i prisutniji u stručnim krugovima, pa donekle i općenito u društvu.

Kako bi što uspješnije provodile procedure RCS koje će se obavljati na državnim cestama, Hrvatske ceste uputile su na program osposobljavanja za revizore određen broj djelatnika koji su tako dobili cjelokupnu sliku o postupku provođenja RCS.

3. Problematika prisutna pri počecima provedbe postupaka RCS

Kao i svi novi postupci koji se uvode u praksu (naročito kod tako složene problematike koja prati provedbu značajnih infrastrukturnih građevina); i kod početaka primjene postupka RCS bila je prisutna određena problematika, najčešće sadržana u potrebi provođenja RCS na projektima koji su u visokom stupnju dovršenosti, praktično na gotovim glavnim projektima. Pri tome ranije faze projekta (idejna rješenja, idejni projekti) kojima se definira koncepcija projekta i njegove ključne karakteristike - time i mnogi čimbenici koji značajno utječu na cestovnu sigurnost – nisu mogle biti predmet RCS obzirom na tadašnje nepostojanje legislative i ovlaštenih revizora.

U takvoj situaciji jako je teško provesti neku značajniju izmjenu projekta (npr. korekciju dijela trase), jer pretpostavlja vraćanje projekta čak i do izmjene prostorno-planske dokumentacije što praktično znači vraćanje projekta godinama unatrag. Na sreću, barem u projektima u kojima sam bio involviran, nije bilo propusta takvog karaktera koji bi upućivao na ovako drastične mjere.

Stoga su ti raniji postupci svakako bili vrlo zahtjevni za provedbu RCS. S jedne strane bilo je potrebno najčešće u kratko vrijeme poboljšati pojedina projektna rješenja u okviru mogućnosti konkretne faze RCS, a s druge strane istovremeno razvijati inženjerski pristup analizi, odnosno naučiti razmišljati i funkcionirati kao revizor.

Pri tome je trebalo imati u vidu da se postupcima RCS predlažu u prvome redu realne i cjenovno pristupačne mjere putem kojih bi se smanjili ili u cijelosti eliminirali problemi koji bi mogli nastati na području sigurnosti tijekom korištenja prometnice.

4. Projektna dokumentacija

Jasno je da voluminoznost projekata u cestogradnji pretpostavlja pregled i analizu iznimno velikog broja grafičkih priloga, tekstualnih obrazloženja, tablica i sl. To je naročito izraženo kod pregleda glavnih projekata, gdje se najčešće radi i o desetinama projektnih mapa.

Iako sa stanovišta postupka RCS sve mape nisu jednako važne, potrebno je ipak sustavno pregledati najveći dio dostavljene dokumentacije. Naravno da su dominantne analize projekata prometnih površina, prometne opreme i signalizacije te objekata (mostovi, tuneli i sl.), međutim potrebno je pregledati i ostale elemente građevine kao npr. projekte cestovne rasvjete, zaštite od buke, nosive konstrukcije prometne opreme, odvodnje, geomehaničke projekte (zaštita pokosa) - općenito sve što može utjecati na buduće sudionike u prometu.

Kako bi revizor uopće bio u stanju na odgovarajući način percipirati i analizirati projekt uz što manju šansu da se pojedini detalji prepuste slučaju, isti treba biti pregledan, odnosno adekvatno tehnički pripremljen za takav postupak.

Tijekom provedenih postupaka revizija najčešći nedostaci projektnih dokumentacija vezani za segment same tehničke obrade pojedinih priloga bili su:

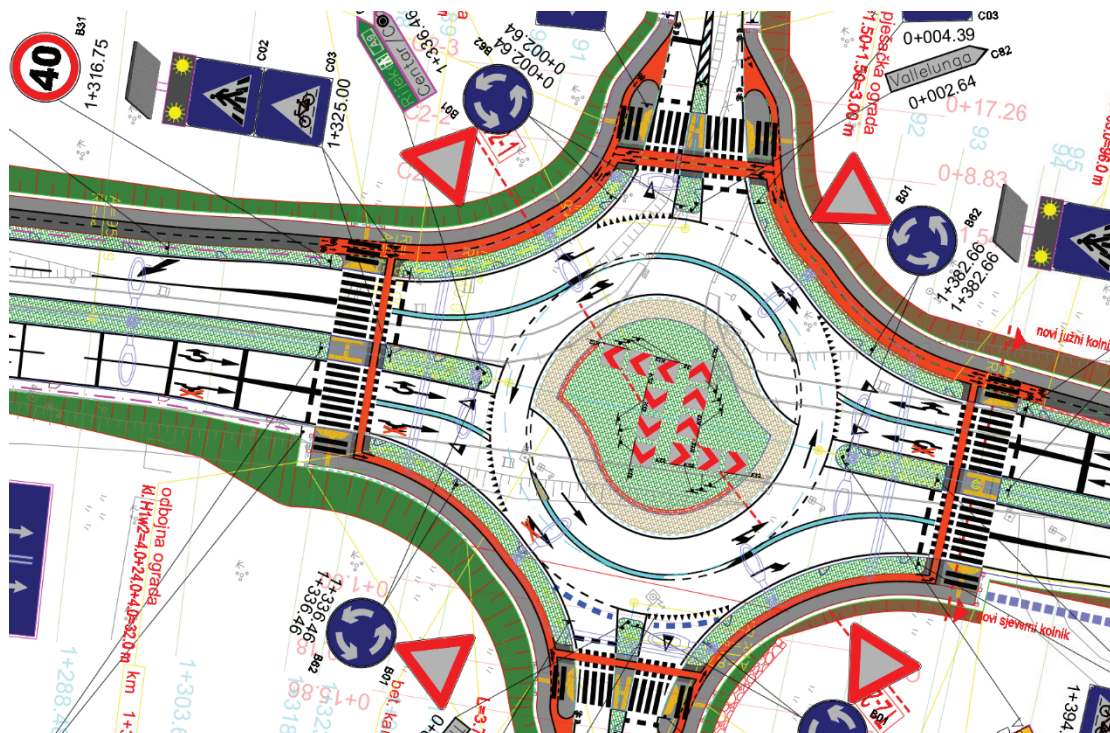
- Nedovoljni sadržaj situacija prometne opreme i signalizacije. U ove situacije ucrtavaju se elementi prometne opreme i signalizacije, ali često bez potrebnih detalja iz ostalih dijelova projekta. Tako često nedostaje trup ceste (linije usjeka/nasipa) i ostali elementi građevinskog dijela projekta, stupovi cestovne rasvjete, različita okna i sl. Evidentno je da to znatno otežava kontrolu pojedinih projektnih rješenja, stoga je zahtjev za dostavu ovih priloga pripremljenih na odgovarajući način često bio prvi korak pri vršenju revizije (Slika 1).

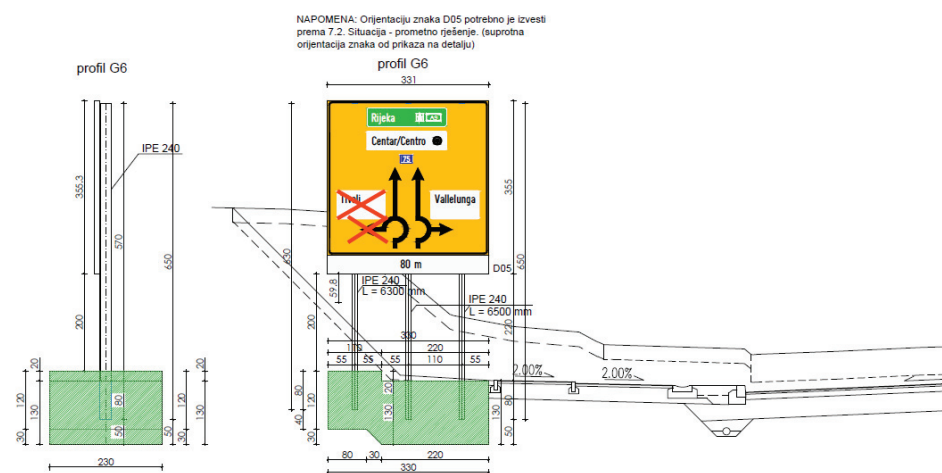
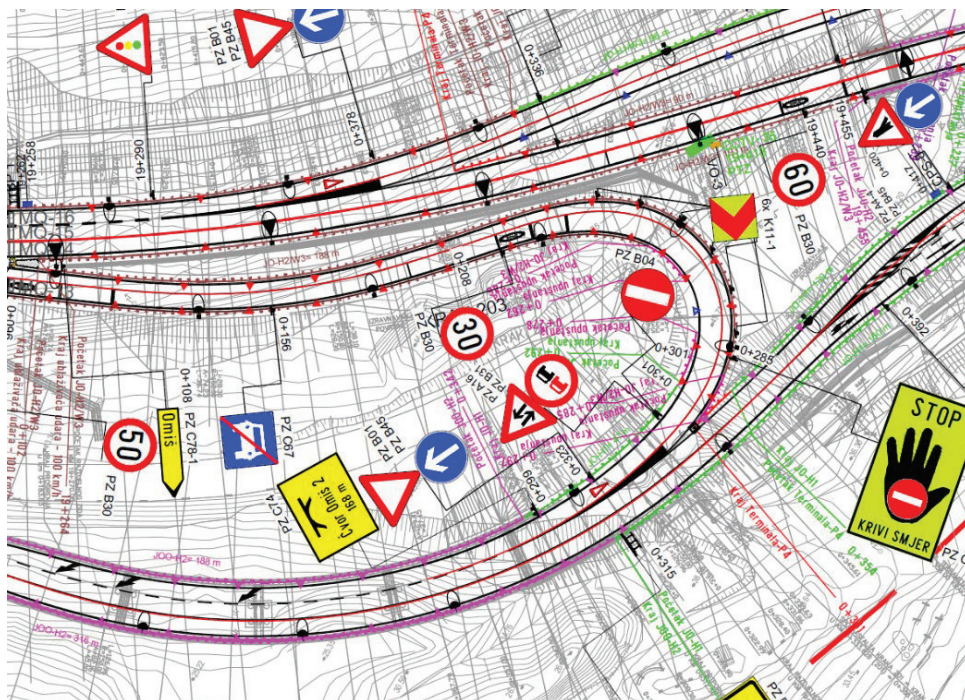


Slika 1: Prometna signalizacija i oprema (bez potrebnih dijelova projekta)

- Nejasni prikazi situacija prometne opreme i signalizacije. Pod ovime se misli na nacрте koji jednostavno nisu dovoljno čitljivi (linija preko linije, ponekad bijela signalizacija na bijeloj podlozi, neodgovarajući raster isprekidanih crta i sl); uglavnom sve što grafički otežava pregled i ponekad „dešifriranje“ projektnih rješenja.

- Međutim, treba istaći da su tijekom vršenja revizija pregledani i projekti koji su bili vrlo dobro prezentirani i doručeni, na način da je moguće pristupiti detaljnim analizama projektnih rješenja bez potrebe za doradama/dopunama pojedinih priloga (primjeri na slici 2).





Slika 2: Neki od primjera dorađenijih priloga iz projektnih dokumentacija

Kod složenijih projekata svakako se preporuča primjena BIM pristupa, gdje se uvidom u 3D model ili korištenjem nekih od BIM postupaka mogu uočiti i na vrijeme otkloniti neke problematične situacije ili detalji po pitanju cestovne sigurnosti. Ukoliko se radi o idejnim rješenjima i idejnim projektima, BIM model u prvom redu može pomoći za bolji uvid u prostorno vođenje trase i analize glavnih točaka projekta kao što su objekti, čvorišta i raskrižja. Izrada odgovarajućeg BIM modela danas ne bi trebala predstavljati poseban problem, obzirom na mogućnosti softvera i činjenicu da se BIM pristup ionako obavezno zahtijeva od nekih naručitelja, npr. Hrvatskih cesta.



Slika 3: Primjer BIM modela – bolji uvid u projekta rješenja

Uvid u projekte znaju otežavati i faze/etape projekta, definirane tijekom ishođenja lokacijske dozvole iz različitih razloga (financijski, tehnički, više investitora i dr.). U nekim slučajevima radi se samo o podijeli na poddionice uzduž trase AC ili BC - što ne otežava bitno postupak revizije, međutim postoje i situacije kada je projekt podijeljen na način na faze prilikom puštanja u promet bitno utječu jedna na drugu, te je potrebno sagledati projekt i u više vremenskih perioda što može biti značajan izazov.

5. Zakonska regulativa

Prilikom vršenja revizija obično navodimo slijedeću zakonsku regulativu:

- a) Direktiva 2008/96/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o sigurnosti upravljanja cestovne infrastrukture
- b) Direktiva (EU) 2019/1936 Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2019. godine o izmjeni Direktive 2008/96 EZ
- c) Pravilnik o aktivnostima i postupcima za poboljšanje sigurnosti cestovne infrastrukture i reviziji cestovne sigurnosti (NN 55/2022)
- d) Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 80/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21, 04/23)
- e) Smjernica za reviziju cestovne sigurnosti (Zagreb, 2016.)
- f) Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)
- g) Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19)
- h) Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 98/15, 108/17, 70/19 i 42/20, 85/22, 114/22)
- i) Pravilnik o vrsti i sadržaju projekata za javne ceste (NN 53/02 i 20/17),

- j) Pravilnik o biciklističkoj infrastrukturi (NN 28/16),
- k) Pravilnik o autobusnim stajalištima (NN 119/07),
- l) Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 95/2014),

Te kao vezane zakone i podzakonske akte:

- m) Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19 i 125/19),
- n) Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19),
- o) Pravilnik o obveznom sadržaju idejnog projekta (NN 118/2019),
- p) Pravilnik o obaveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 118/19 i 65/20).

Ukoliko je potrebno provesti i RCS za tunele, koristimo:

- q) Direktiva o minimalnim uvjetima sigurnosti za tunele u trans-europskoj mreži 2004/54/EC.
- r) Pravilnik o minimalnim sigurnosnim zahtjevima za tunel (NN 96/13)

Gledajući uže sam proces vršenja revizije, tj. analize i pregled projekata, vjerojatno ćemo najviše koristiti regulativu pod navedenu pod točkama f i g. Naravno da se postupak vršenja RCS ne svodi samo na provjeru da li su primijenjeni pojedini elementi u skladu ili nisu u skladu s nekim od članaka iz navedene regulative; međutim ponekad nedostatak regulative stvara poteškoće na relaciji revizor – projektant. Česti su upiti na osnovu čega revizor zahtijeva promjenu/korekciju određenog projektnog rješenja. Kod takvih situacija sam se (a vjerojatno slično i kolege revizori) pozivao na neke od međunarodnih primjera dobre prakse iz zemalja s razvijenom svijesti i regulativom iz područja RCS, smjernice, istraživanja i slično.

Kao segment koji se posebno ističe kao zahtijevan po pitanju provedbe RCS izdvojio bih projekte u urbanim područjima, posebno ako se radi o državnim cestama koje prolaze kroz naselja ili gradove. Ovdje svakako postoji nedostatak regulative, te su stoga prisutna različita projektna rješenja za slične ili jednake situacije što u konačnici nije dobro ni za korisnike cesta.

6. Postupak RCS i interakcija između sudionika

Prema Priručniku za rad revizora cestovne sigurnosti, po izvršenom pregledu revizor dostavlja Izvješće o reviziji i dostavlja ga predstavniku naručitelja i projektantu. U dosadašnjoj praksi, uz sam dokument Izvješća izrađen u odgovarajućoj formi, prilagala se je i tablica (obično u xls formatu) s utvrđenim nedostacima, sugestijama i preporukama danim u cilju smanjivanja ili eliminacije potencijalnih problema na području cestovne sigurnosti koji bi mogli nastati prilikom korištenja prometnice. Nakon toga provedena je interakcija između revizora, naručitelja i projektanta kako bi se utvrđeni nalazi stručno i utemeljeno prokomentirali te odredili daljnji koraci za svaku od danih primjedbi.

U slučaju kad su naručitelj revizije bile Hrvatske ceste, u pravilu su se organizirali sastanci „u živo“ na kojima su bili predstavnici naručitelja, revizor te projektant, odnosno više projekatana u ovisnosti o samom projektu. Za vrijeme trajanja epidemije koronavirusa sastanci su održavani putem neke od aplikacija za video-pozive.

Za složenije projekte održavano je i više sastanaka, a na svakom sastanku ostvareni su napreci po pitanju rješavanja svih potencijalno konfliktnih točaka. Osobno iskustvo sa tih sastanaka je zapravo vrlo dobro. Generalno, vođeni su u vrlo dobroj atmosferi, a iznimno rijetko su se događale situacije gdje je u manjoj mjeri dolazilo do razmimoilaženja stavova i načinima prevladavanja pojedinih problema. Obično je i uzrok prijepora bio u onim nalazima revizora koji su izlazili striktno iz domene domaće zakonske regulative, već su bili utemeljeni na nekome od smjernica ili primjera inozemne dobre prakse kako je to obrazloženo u prethodnom poglavlju. Međutim, nakon dosada obavljenih 6 postupaka revizije i još 3 koja su u tijeku, nikada se nije dogodio slučaj da se pojedini nalazi nisu nakon maksimalno tri iteracije uspješno zatvorili.

U dva postupka sudjelovao sam kao revizor gdje su naručitelji bili jedinice lokalne uprave: Grad Osijek i Grad Vinkovci. Postupak je bio praktično isti, pri čemu se ipak znatno veća komunikacija odvijala na relaciji između revizora i projektanta, a u manjem udjelu su sudjelovali predstavnici naručitelja. To je i razumljivo jer su u Hrvatskim cestama predstavnici naručitelja završili izobrazbu za revizore cestovne sigurnosti, što nije slučaj u jedinicama lokalne uprave. Ipak, i ovi postupci uspješno su završeni.

Nalazi su (zajedno sa predloženim mjerama od strane revizora) u velikoj većini slučajeva bili prihvaćeni, dok je od pojedinih nalaza revizor i odustao nakon uspješnih obrazloženja projekatata. Po prihvaćenim nalazima projektanti su korigirali potrebne priloge projektne dokumentacije, te tako korigirane dostavljali kao dokaz revizoru. Ovako ispravljeni prilozi ili pojašnjenja uvrštavala su se u konačno revizorsko izvješće kao zaseban dodatak.

7. Sažetak uočenih nedostataka sa stanovišta cestovne sigurnosti

U provedenim postupcima revizija uočeni su različiti nedostaci iz domene cestovne sigurnosti. Obzirom na obim samih projekata pa tako i predmetnih postupaka RCS, u ovom radu nije realno nabrajati sve pojedine nalaze. Dio nalaza uvijek je vezan za pojedina karakteristična projektna rješenja, međutim najčešće uočeni nedostaci na projektima na kojima je vršena revizija bili su iz slijedećih kategorija:

- a) Promjene horizontalnih i vertikalnih elemenata trase – potreba za ovakvim primjedbama bila je razmjerno rijetka, a i onda se radilo o manjim promjenama (duljine prijelaznih krivina, povećanja konveksnih zaobljenja nivelete, smanjenje uzdužnih nagiba u okviru mogućnosti i sl.)
- b) Prijedlozi korekcija pojedinih elemenata čvorišta, kružnih raskrižja ili turbo kružnih raskrižja. Nalazi iz ove skupine bili su razmjerno česti. Tako su se npr. zahtijevale promjene elemenata privoza kružnim raskrižjima radi optimalne putanje i provoznosti, primijenjenih širina kružnog kolnika ili povoznih dijelova, dokazi o uspješno riješenoj odvodnji kolnika, oblika i gabarita razdjelnih otoka, korekcija translacijske osi turbokružnog raskrižja...
- c) Potreba promjena širine elemenata poprečnih presjeka. Primjedbe iz ove skupine često su se odnosile na objekte, naročito kada postoji potreba za pješačke i biciklističke staze na konzolama objekta. Također, tražena su i proširenja bermi/bankina radi osiguranja potrebnih širina za sve projektom predviđene dijelove građevine naročito na kritičnim poprečnim presjecima;
- d) Dokazi o zadovoljenju uvjeta preglednosti za trasu, raskrižja i čvorišta - posebice na mjestima na kojima revizor uoči potencijalne probleme;

- e) Svi nalazi iz skupine postavljanja prometne opreme u cilju direktnog povećanja sigurnosti za korisnike ceste. Najčešće se odnose na proširenje primjene zaštitnih odbojnih ograda u odnosu na projektom predviđene dionice; promjene u odabranom tipu zaštitnih odbojnih ograda (klasa zaštite, radne širine); odgovarajuće štíćenje od naleta vozila na stupišta objekata, detalji početaka/završetaka ograda i sl.
- f) Rješavanje problema neusklađenosti između različitih dijelova projekta (npr. između projekata prometnih površina i prometne signalizacije i opreme, detalja objekata, cestovne rasvjete, zaštite od buke i sl.).
- g) Sva potrebna usklađenja projektiranih rješenja sa Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama. Ovih nalaza obično je bilo u većem broju, međutim najčešće se je radilo o nalazima sa niskom razinom rizika.

8. Zaključak

Provedbe postupaka revizije cestovne sigurnosti nedvojbeno su ostvarile višestruko pozitivne efekte. Potakle su daljnju izobrazbu po tom izrazito važnom pitanju kod praktično svih sudionika u građenju (investitori, projektanti, nadzorni inženjeri, izvođači, revidenti); pa djelomično i kod zainteresirane javnosti. Rezultat su kvalitetniji projekti, i svakako najvažnije: gradnja budućih prometnica (ili rekonstrukcija postojećih) čiji su projekti uspješno prošli revizije, a koje će biti bolje, udobnije i sigurnije za sve korisnike koji će se tijekom životnog ciklusa njima i služiti.

Dodatni pozitivan utjecaj u tekućim i budućim postupcima revizija cestovne sigurnosti imati će i primjena Pravilnika o aktivnostima i postupcima za poboljšanje sigurnosti cestovne infrastrukture i reviziji cestovne sigurnosti (NN 55/2022).

PRIMJENA PROTUKLIZNIH PODLOGA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI CESTOVNOG PROMETA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Lucija Franković, mag. ing. traff., Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za prometnu signalizaciju

Marija Ferko, mag. ing. traff., SmartView d.o.o.

dr. sc. Mario Fiolić, Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za prometnu signalizaciju

1. Uvod

U svijetu svake godine zbog posljedica prometnih nesreća smrtno strada oko 1,3 milijuna ljudi, a između 20 i 50 milijuna bude lakše ili teže ozlijeđeno [1]. Općenito, sigurnost cestovnog prometa ovisi o tri osnovna čimbenika: čovjek, vozilo te cesta i njeno okruženje. Svaki od navedenih čimbenika može biti potencijalni uzrok nastanka prometnih nesreća, a najčešće se teške prometne nesreće događaju zbog kombinacije više čimbenika. Upravo zbog toga, suvremene strategije sigurnosti cestovnog prometa temelje se na pristupu „sigurnog sustava“ (*engl. Safe System Approach*) koji uzima u obzir ljudske pogreške i njihovu ranjivost te se zasniva na činjenici da se prometne nesreće ne mogu u potpunosti eliminirati, ali se jednim dijelom može spriječiti njihov nastanak i ublažiti njihove posljedice. Kao takav, pristup temeljen na sigurnosti sustava predstavlja holistički pogled prema sigurnosti cestovnog prometa u kojem je odgovornost podijeljena između svih učesnika sustava [2].

Ukoliko pogledamo stanje u Republici Hrvatskoj, jasno se vidljivo kako je ljudski čimbenik najčešći uzročnik teških prometnih nesreća – oko 57 % svih teških nesreća uzrokovano je ljudskom pogreškom. Međutim, ljudske pogreške mogu imati svoj stvarni izvor u drugim čimbenicima, pa tako značajan dio teških nesreća nastaje upravo zbog kombinacije ljudskog čimbenika i ceste - oko 35 % teških nesreća [2]. Nadalje, ukoliko u obzir uzmemo glavnu premisu pristupa temeljenog na sigurnosti sustava koja prepoznaje činjenicu da će ljudi uvijek biti skloni pogreškama, tada je

jasno da cestovna infrastruktura ima vrlo važnu ulogu te treba u što većoj mjeri spriječiti ljudsku pogrešku ili umanjiti negativne posljedice iste.

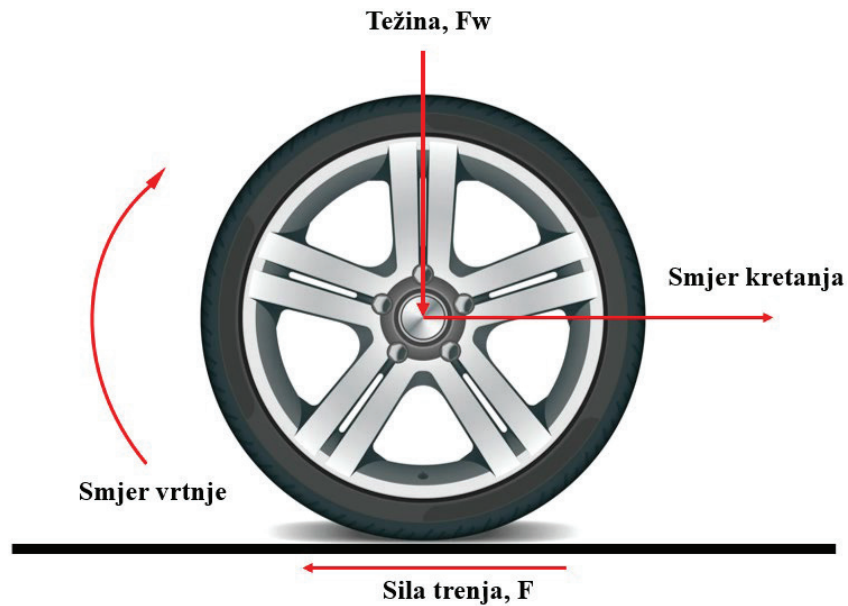
Rizik od nastanka prometne nesreće i težine njenih posljedica značajno se povećava s povećanjem brzine vožnje te uz prisutnost loših vremenskih uvjeta. Naime, neprilagođena i/ili nepropisna brzina, odnosno vožnja iznad dozvoljene brzine i vožnja brzinom koja nije prilagođena uvjetima na cesti spada u najčešće uzročnike teških prometnih nesreća. Pri većim brzinama otežano je upravljanje vozilom naročito prilikom prolaska kroz zavoje što je jedan od razloga da je najveći broj prometnih nesreća s poginulim i teže ozlijeđenim osobama (oko 29 %) uzrokovan slijetanjem vozila s ceste. Nadalje, pri većim brzinama ujedno se smanjuje i vozačevo vrijeme percepcije i reakcije te se povećava zaustavni put vozila što može imati itekako pogubne posljedice npr. prilikom nailaska na pješački prijelaz. Ukoliko se brzini pridodaju loši vremenski uvjeti (npr. mokar kolnik), rizik od nastanka nesreće se dodatno povećava [3].

Jedna od metoda unaprjeđenja cestovne infrastrukture je povećanjem hrapavosti kolničke površine. Naime, kolnička konstrukcija koja pruža dobru hrapavost i omogućava potrebno trenje između pneumatika vozila i kolnika uvelike doprinosi sigurnosti cestovnog prometa. Danas, postoji nekoliko načina i metoda za povećanje hrapavosti kolničke površine kao što su glodanje, nagrivanje kiselinom, i obnova površine itd. [5]. Jedno od rješenja je i primjena protukliznog sloja. Slijedno tome, cilj ovoga rada je analizirati primjenu protukliznog sloja za povećanje hrapavosti kolnika na cestama u Republici Hrvatskoj. Šira primjena navedene mjere započela je s novim Nacionalnim planom sigurnosti cestovnog prometa za razdoblje od 2021. do 2030. godine, a sama mjera se implementira u horizontalnim zavojima s ciljem sprječavanja izlijetanja vozila te ispred pješačkih prijelaza s ciljem smanjenja puta kočenja.

2. Problematika vezana uz koeficijent trenja i otpor klizanja

Trenje kolnika održava vozilo na cesti, vozačima daje sposobnost kontroliranja i manevriranja vozilom na siguran način te utječe na zaustavni put vozila [3]. Općenito, trenje podloge je sila otpora koja se odupire relativnom gibanju između vozila i površine, nastaje kada se guma kotrlja ili klizi po površini kolnika. Karakterizirana je koeficijentom trenja, μ , odnosno omjerom sile tangencijalnog trenja (F) između gaznog sloja pneumatika i horizontalne površine na okomitu silu ili okomito opterećenje (F_N)

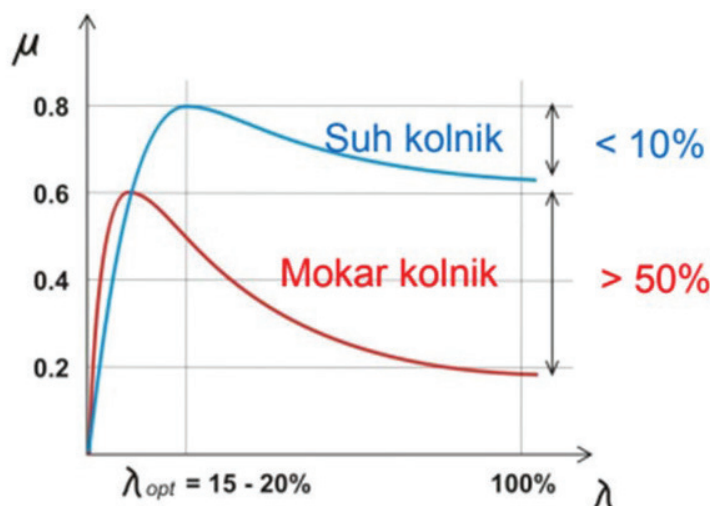
[3]. Na slici 1. prikazan je pojednostavljeni prikaz sila koje djeluju na kotač prilikom njegova kretanja.



Slika 1: Pojednostavljeni prikaz sila koje djeluju na kotač u pokretu

Izvor: [3]

Pri okretanju kotač ne vrši samo kotrljajuće gibanje već se zbog elastičnosti pneumatika događa i određeno proklizavanje tj. dolazi do kotrljanja uz klizanje. Sila trenja koja se razvija na kontaktu gume i kolnika naziva se otpor klizanja. Najveće usporenje kotača je obično kada vrijednost faktora klizanja (λ) iznosi 10-30 %. Prekoračenjem maksimalne moguće sile kočenja faktor trenja opada i smanjuje se efekt kočenja, posebno na mokrom kolniku. U ekstremnom slučaju dolazi do potpunog blokiranja kočernih kotača te je faktor klizanja jednak 100 % pri čemu se produljuje zaustavni put vozila i onemogućuje kontrola vozila. Razlika između optimalnog koeficijenta trenja i koeficijenta trenja pri kojem dolazi do proklizavanja može iznositi do 50 % vrijednosti klizanja, a znatno je veća na mokrom kolnicima nego na suhim kolnicima kao što je prikazano na slici 2. [4].



Slika 2: Odnos između faktora trenja prijanjanja i faktora klizanja (suhi i mokar kolnik)

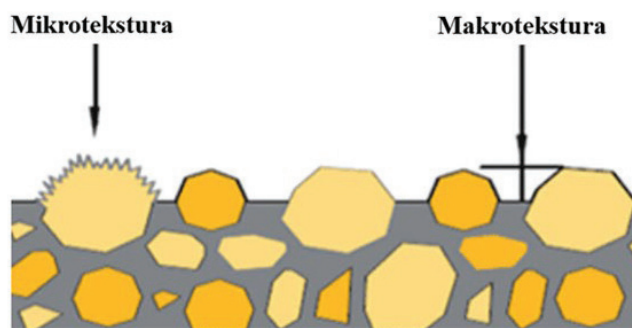
Izvor: [4]

Otpor na klizanje ima dvije glavne komponente: adheziju i histerezu [5]. Adhezija ili prijanjanje je rezultat kidanja molekularnih veza koje nastaju kada se pneumatik pritisne o čestice površine kolnika. Histereza je rezultat rasipanja energije pri deformaciji pneumatika za vrijeme prolaska preko neravnina hrapave površine kolnika. Ove dvije komponente povezane su s dva ključna svojstva površine kolnika - mikroteksturom i makroteksturom (Slika 3.) [6].

Mikrotekstura površine kolnika je stupanj hrapavosti koju daju pojedinačne čestice agregata, odnosno male nepravilnosti na njegovoj površini. Značajna je za trenje vozila pri manjim brzinama a ovisi o mineralogiji i podrijetlu korištenog agregata, ali i o utjecajima okoline i prometnom opterećenju. Primjerice, u toplijim krajevima vezivo se pri povišenoj temperaturi topi i ispunjava mikropore dostupne na površini, smanjujući mikroteksturu kolnika. Zagađivači poput prašine, krhotina, soli i pijeska također popunjavaju pukotine i smanjuju mikroteksturu kolnika. Osim toga, povećano prometno opterećenje ima polirajući efekt na agregat na površini kolnika [7].

S druge strane, makrotekstura utječe na histerezu, a čine ju sve veće nepravilnosti na površini ceste, odnosno praznine između čestica agregata. Makrotekstura na površini kolnika određena je veličinom i oblikom krupnih agregata koji se koriste u izgradnji kolnika, kao i pojedinih građevinskih tehnika koje se koriste tijekom izgradnje površinskog sloja [6]. Granulacija agregata, zbijenost i svojstva korištenog veziva utječu na makroteksturu, a nadalje to utječe na odvod vode pri interakciji pneumatika i površine kolnika. Za razliku od mikrotekture, makrotekstura

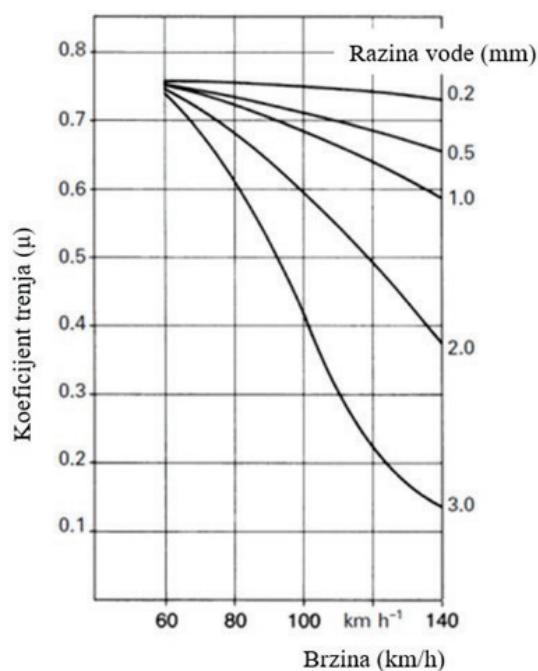
ima manji utjecaj pri nižim brzinama. Prema tome, adhezija se odnosi na ukupno trenje na glatkim i suhim kolnicima, dok je histereza dominantna komponenta na mokrim i hrapavim kolnicima [5].



Slika 3: Prikaz mikro i makroteksture kolnika

Izvor: [5]

Kada je histerezo trenje smanjeno uslijed vodenog filma koji se stvara između gume vozila i površine kolnika smanjuje se otpor na klizanje te potencijalno nastaje efekt „aquaplaninga“, čak i kada su razine trenja odgovarajuće. Aquaplaning nastaje naglo te je u potpunosti izgubljeno prisanjanje gume na kolnik, ali i kočenje, ubrzavanje ili skretanje. Karakterističan je za brzine veće od 60 km/h, a pojavljuje se najčešće u slučaju dovoljno ravne ceste, koja omogućuje nakupljanje dovoljno debelog sloja vode (Slika 4) [4].



Slika 4: Utjecaj brzine vožnje i visine vodenog sloja na faktor trenja prisanjanja

Izvor: [4]

Kao što je već navedeno, osim sposobnosti kontroliranja i manevriranja vozilom na siguran način, trenje utječe i na zaustavni put vozila. Naime, kočenje vozila postiže se interakcijom između sustava kočenja u vozilu, pneumatika i kolničke površine. Sile kočenja, čija je svrha smanjenje brzine vozila, djeluju na kontaktne površine između pneumatika i kolnika, a sam rad sustava direktno je pod utjecajem stanja ceste. Budući da su kolnici izloženi klimatskim i hidrološkim uvjetima u obzir treba uzeti i utjecaj vode koja se pojavljuje u obliku kiše, rose ili snijega. U tom slučaju, vrlo je važna hrapavost površine kolnika. Naime, hrapava tekstura kolnika probija vodeni sloj i ostvaruje dodir s pneumatikom što omogućuje bolje prenošenje vučne sile i sile kočenja [4]. S druge strane, skliske površine smanjuju trenje i mogućnost kontrole vozila što u konačnici povećava put kočenja. Put kočenja, zajedno s putem reagiranja čini zaustavni put vozila, odnosno put kojeg vozilo prijeđe od trenutka kada vozač ugleda nepomičnu zapreku ispred vozila do trenutka potpunog zaustavljanja [8].

Istraživanja dokazuju kako se broj prometnih nesreća povećava na lokacijama gdje je trenje kolnika smanjeno. Jedno od takvih istraživanja provedeno je 2001. godine u Švedskoj, a glavni zaključak je da povećanje trenja kolnika značajno smanjuje stopu prometnih nesreća, kao što je prikazano u Tablici 1 [9].

Tablica 1: Odnos između trenja i stope prometnih nesreća

Interval trenja	Stopa prometnih nesreća u intervalu trenja (ozljede na milijun km)
< 0,15	0,80
0,15 – 0,24	0,55
0,25 – 0,34	0,25
0,35 – 0,44	0,20

Izvor: [9]

3. Protuklizne podloge kao mjera za povećanje trenja kolnika

Jedno od učinkovitih rješenja koje pruža dovoljni koeficijent trenja između pneumatika i kolnika je protuklizna podloga. Odnosno, površinski materijal koji se nanosi na kolnik, a izrađen je od dvokomponentnog modificiranog epoksidnog veziva i separiranog kalciniranog boksitnog agregata. Umjesto istrošene i skliske površine kolnika, protuklizna podloga ima površinu s puno većim trenjem koje poboljšava prianjanje, osigurava bolju kontrolu vozila te skraćuje zaustavni put [10]. Visoki koeficijent trenja nastaje zbog texture sloja materijala koji pruža veliki broj kontaktnih površina između pneumatika i protukliznog sloja. Navedeno je izrazito važno ukoliko

je na kolniku prisutna voda ili led te se iz tog razloga protuklizne podloge koriste u područjima koja zahtijevaju veliku razinu otpornost na klizanje. Zbog navedenih karakteristika, protuklizne podloge povećavaju sigurnosti prometa i smanjuju mogućnosti nastanka prometne nesreće. Najčešće se mogu spriječiti prometne nesreće naleta na prednje vozilo, naleta na pješake ili bicikliste i slijetanje vozila s ceste [11]. Slijedno tome, lokacije na kojima se postavljaju protuklizne podloge su pješački prijelazi, oštri zavoji, biciklističke i pješačke staze, autobusne trake, parkirališta, itd. Također, mogu se primijeniti na bilo kojoj kategoriji cesta, na autocestama pa do nerazvrstanih cesta [12].

Osim što protuklizne podloge zbog povećane teksture fizički poboljšavaju trenje kolnika i smanjuju zaustavni put, one imaju i psihički utjecaj na vozača. Protuklizne podloge se uglavnom nalaze u vozačevom centralnom vidnom polju te mogu utjecati na vrijeme reakcije vozača. Također, crvena boja protuklizne podloge privlači pažnju te je ona sinonim za nadolazeću opasnost. Naime, u prometu zbog kontrasta između objekta i njegove okoline elementi koji su jačih i življih boja budu ranije uočeni od strane vozača. Iz svega navedenog jasno je da su protuklizne podloge uočljivije na većim udaljenostima i omogućuju pravovremeno upozoravanje i pripremu vozača na situaciju koja slijedi što doprinosi povećanju sigurnosti u prometu.

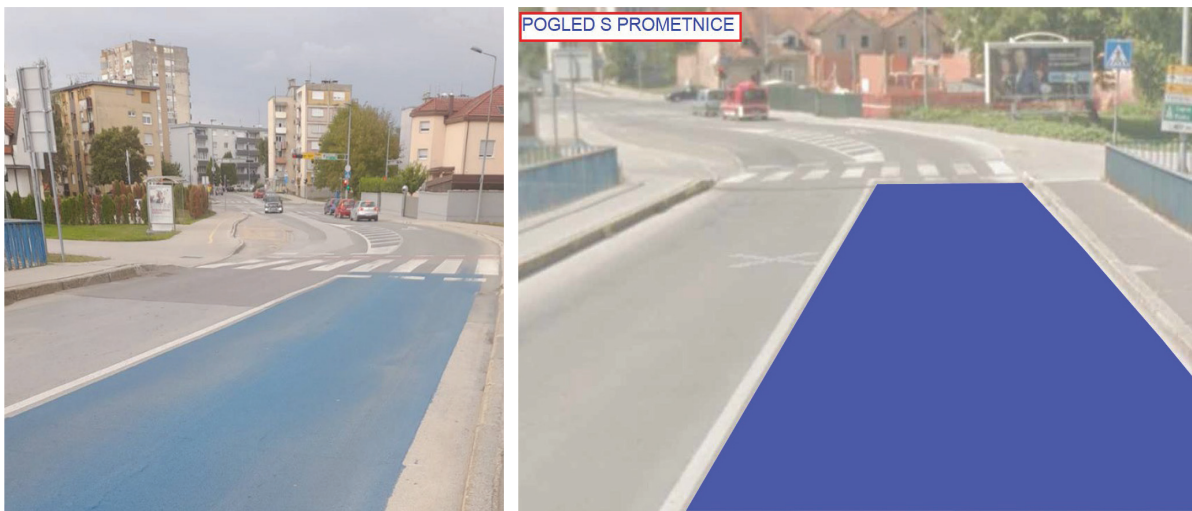
Nadalje, osim sigurnosnih značajka koji su i najvažniji, primjena protukliznih podloga je jednostavna, ekološki prihvatljiva te ne remeti odvijanje prometnih tokova na lokaciji radova [11]. Neposredno prije izvođenja radova površina kolnika se mora pripremiti, odnosno moraju se ukloniti zrna, zemlja, prašina, nečistoće, ulja i masne mrlje te druge površinske čestice koje mogu smanjit povezivanje podloge s kolnikom. Izvođenje protukliznih podloga se ne preporuča na površinu novog sloja asfalta (mlađeg od 14 dana) te na betonske površine mlađe od 28 dana. Također, ne preporuča se ni na mjestima gdje se habajući sloj, odnosno drugi slojevi izgrađene ceste nalaze u stanju u kojem može doći do povećane pojave oštećenja tijekom očekivanog životnog vijeka. Temperatura zraka i površine kolnika gdje se planira položiti protuklizna podloga u pravilu mora biti u intervalu između 5 i 35 °C, relativna vlažnost zraka mora biti manja od 95 %, a sama površina mora biti suha [10].

Prije početka nanosa na kolnik, agregat i vezivo se miješaju u prikladnoj posudi s miješalicom male brzine, dok se ne postigne homogena smjesa. Izmiješana smjesa

se izlije na pripremljenu podlogu i nanosi četkom ili posipačem na minimalnu razinu pokrivenosti. Međutim, postoje dva načina nanošenja podloge, vruća ili hladna primjena. Pri vrućoj primjeni kalcinirani boksitni agregat miješa se s vezivnim sredstvom (obično termoplastičnim vezivom) na visokoj temperaturi. Pri hladnoj primjeni površina ceste se prekriva vezivom, a zatim se na vrh nanosi kalcinirani boksitni agregat. Konačni rezultat tehnike nanošenja hladnom tehnikom obično je nešto trajniji i dugotrajniji od metode nanošenja vrućom primjenom. Tretirani kolnik se može izložiti prometnom opterećenju tek nakon što je potpuno osušen (površina se opire pritisku metalnog predmeta). Vrijeme sušenja ovisi o klimatskim uvjetima i u rasponu je od nekoliko sati [12]. Pri nanošenju protuklizne podloge na kolnik mogu se riješiti i ostali nedostaci kolnika, kao što su kolotrazi i razne poprečne neravnine. Materijal je dugotrajan, otporniji je na poliranje i habanje od standardnog asfalta te iz tog razloga može produljiti vijek trajanja površine kolnika [11].

Postavljanje protukliznih podloga u Republici Hrvatskoj podupire se Nacionalnim planom sigurnosti cestovnog prometa te je sufinancirano od strane Ministarstva unutarnjih poslova. U ovom relativno kratkom vremenskom periodu poboljšana je sigurnost na velikom broju lokacija, a neke od njih su u Gradu Opatiji, Rijeci, Karlovcu, Lovranu, Dobreću te na lokacijama Županijske uprave za ceste Krapinsko-zagorske i Karlovačke županije [10]. Još veliki broj njih planira postavljanje protukliznih podloga kako bi poboljšale sigurnost svih sudionika u prometu. Lokacije su odabrane na temelju prethodno analiziranih podataka o prometnim nesrećama. Najčešće su to lokacije opasnih zavoja, mostovi i područje ispred pješačkog prijelaza [13].

Jedna od opasnih lokacija u Karlovcu gdje je postavljena protuklizna podloga je Ulica 13. srpnja, ispred pješačkog prijelaza na mostu Gromova. Lokacija je odabrana zbog česte pojave poledice tijekom zimskog perioda koja je uzrokovala proklizavanja vozila neposredno prije pješačkog prijelaza te tako ugrožavala sigurnost pješaka. Protuklizna podloga dužine je 16 metara i širine 3 metra te je izvedena u plavoj boji da bi asocirala vozače na zimske uvijete u prometu (Slika 5).



Slika 5: Protuklizna podloga u Ulici 13. Srpnja u Karlovcu

Izvor: [10]

Druga lokacija na kojoj je sigurnost prometa bila ugrožena i gdje je postavljena protuklizna podloga je Ulica Mostanje u Karlovcu. Zbog pružanja ceste u zavoju zabilježen je veći broj proklizavanja i izlijetanja vozila s ceste te je postavljena protuklizna podloga crvene boje s obje strane ulaska u zavoj (Slika 6).



Slika 6: Protuklizna podloga u Ulici Mostanje u Karlovcu

Izvor: [10]

Osim Karlovačke županije, protuklizne podloge su postavljene na 18 lokacija u Krapinsko-zagorskoj županiji. Zbog velikog broja zabilježenih prekoračenja propisanih ograničenja brzina kroz naseljena mjesta, županija je pokrenula postavljanje protukliznih podloga u kombinaciji s znakovima ograničenja brzine i bijelim poprečnim optičkim crtama upozorenja (Slika 7) [14].



Slika 7: Protuklizne podloge u Pavlovcu Zabočkom

Izvor: [14]

4. Zaključak

Povećanje sigurnosti cestovnog prometa i smanjenje broja prometnih nesreća u interesu je svake države te zbog toga istražuju i pronalaze razna rješenja koja doprinose tom cilju. Mnogobrojna istraživanja dokazala su da je veliki broj prometnih nesreća povezan sa stanjem kolničke površine i kombinacijom prekomjerne brzine i/ili mokrim i zaleđenim kolnikom. Otpornost kolnika na proklizavanje prepoznato je kao važan parametar sigurne infrastrukture te se mjere povećanja hrapavosti kolnika u Republici Hrvatskoj podupiru Nacionalnim planom sigurnosti cestovnog prometa. Jedan od načina povećanja hrapavosti kolnika je primjena protukliznih podloga na mjestima na cesti gdje je zabilježen veći broj prometnih nesreća te je ugrožena sigurnost. Neka od tih mjesta su prostor ispred pješačkih prijelaza, oštri zavoji, biciklističke staze, mostovi, itd. Karakteristika protukliznih podloga je da se najčešće izrađuju u crvenoj boji te sadrže teksturirani sloj izrađen od separiranog kalciniranog boksitnog agregata. Crvena boja koja se nalazi u centralnom vidnom polju privlači pozornost vozača, što rezultira pravovremenim uočavanjem i reagiranjem u skladu sa situacijom na cesti. Teksturirani sloj protuklizne podloge omogućuje visok koeficijent trenja između pneumatika i protuklizne podloge. Trenje između pneumatika vozila i kolnika omogućuje bolju stabilnost vozila i kraći zaustavni put. Osim toga, povećanje teksture kolnika omogućuje bolju odvodnju vode te smanjuje efekt aquaplaninga. Mnoge županije i gradovi u Republici Hrvatskoj su implementirali protuklizne podloge

ili ih planiraju primijeniti te će time smanjiti rizik od prometnih nesreća i ceste napraviti sigurnijima za vozače, pješake i bicikliste.

Reference

- [1] Ministarstvo unutarnjih poslova (2022). *Pregled osnovnih sigurnosnih pokazatelja za jedanaest mjeseci 2022. godine.*
- [2] Ministarstvo unutarnjih poslova (2021). *Nacionalni plan sigurnosti cestovnog prometa Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. do 2030.*
- [3] National Cooperative Highway Research Program (2009). *Guide for Pavement Friction.*
- [4] Reimpell, J., Stoll, H., Betzler, J. (2001). *The Automotive Chassis: Engineering Principles.*
- [5] Cossale, G., Elliott, R., Widyatmoko, I. (2013). *The Importance of Road Surface Texture in Active Road Safety Design and Assessment.* International Conference Road Safety and Simulation, Rim, Italija.
- [6] COST 354 (2007). *Performance Indicators for Road Pavements: Selection and Assessment of Individual Performance Indicators.*
- [7] Kumar, A., Gupta, A. (2021). *Review of Factors Controlling Skid Resistance at Tire-Pavement Interface.* Advances in Civil Engineering, ID: 2733054. <https://doi.org/10.1155/2021/2733054>
- [8] Cerovac, V. (2001). *Tehnika i sigurnost prometa.* Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu.
- [9] Wallman, H. A., Astrom, H. (2001). *Friction Measurement Methods and the Correlation Between Road Friction and Traffic Safety.* Linkoping, Švedska.
- [10] <https://www.euro-galant.hr/djelatnost/usluge-u-odrzavanju-cesta/tyregrip-za-poboljsanje-hvatljivosti-i-smanjenje-klizavosti-kolnika>.
- [11] <https://toolkit.irap.org/safer-road-treatments/skid-resistance/>
- [12] <https://www.landmarkroadlining.co.uk/news/anti-skid-surfacing-faqs-your-guide-to-anti-skid-surfacing/>

- [13] <https://karlovacki.hr/tyregrip-podloga-se-pokazala-kao-izrazito-kvalitetan-i-pouzdan-sigurnosni-element-u-prometu/>
- [14] <https://www.zagorje.com/clanak/vijesti/diljem-zagorja-postavljene-protuklizne-podloge-na-cesti-i-znakovi-ogranicenja-brzine>

SPONSORS & EXHIBITORS

General



Gold



Silver



Bronze



PARTNERS

