

# Utjecaj prometne signalizacije i opreme cesta na sigurnost cestovnog prometa u zonama privremenih regulacija prometa

---

Marunica, Domagoj

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:216614>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-09**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

## **DIPLOMSKI RAD**

# **UTJECAJ PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME CESTA NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA U ZONAMA PRIVREMENIH REGULACIJA PROMETA**

Mentor: doc. dr. sc. Dario Babić

Student: Domagoj Marunica

JMBAG: 0135254390

Zagreb, srpanj 2023.

Zagreb, 8. svibnja 2023.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**  
Predmet: **Prometna signalizacija**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 7092

Pristupnik: **Domagoj Marunica (0135254390)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Utjecaj prometne signalizacije i opreme cesta na sigurnost cestovnog prometa u zonama privremenih regulacija prometa**

### Opis zadatka:

Izvođenje radova u okviru redovnog ili izvanrednog održavanja cesta, kao i izvođenje svih građevinskih i sličnih zahvata na cestama potrebno je obavljati sa što manjim utjecajem na odvijanje prometa. Ipak, ovisno o specifičnim zahtjevima pojedine lokacije, ponekad je zauzimanje korisne površine kolnika nužno. U skladu s tim je lokacije na kojima se obavljaju radovi potrebno na pravilan način označiti. S obzirom na to da zbog retroreflektirajućih svojstava od kojih se ista izrađuje, prometna signalizacija i prometna oprema omogućuju pružanje informacija o situaciji ispred vozila u svim uvjetima vidljivosti, na poseban način u uvjetima smanjene vidljivosti kada vozačima nije dostupna dovoljna količina informacija iz okoline, od iznimne je važnosti sve promjene u načinu odvijanja prometa (suženja kolnika, zatvaranje kolničkih traka i slično) označiti odgovarajućom prometnom signalizacijom. Takvo se postavljanje prometne signalizacije, budući da se planira na određeni rok nakon kojega prestaje važiti, naziva privremenom regulacijom prometa. Privremena regulacija prometa podrazumijeva sve elemente prometne signalizacije i prometne opreme kojima se označavaju zone izvođenja radova i obilazni pravci kojima se svim korisnicima omogućuje pristup željenim odredištima. Nju je potrebno planirati tako da u što manjoj mjeri utječe na duljine i vremena putovanja te da se uporabom iste osigura visoka razina sigurnosti za sve sudionike u prometu. Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi na koji način privremeno postavljene prometna signalizacija i oprema mogu doprinijeti povećanju sigurnosti odvijanja prometa za vrijeme izvođenja radova.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

doc. dr. sc. Dario Babić

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**UTJECAJ PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME CESTA  
NA SIGURNOST CESTOVNOG PROMETA U ZONAMA  
PRIVREMENIH REGULACIJA PROMETA**

**THE IMPACT OF TRAFFIC CONTROL DEVICES AND ROAD  
EQUIPMENT ON ROAD SAFETY IN TEMPORARY TRAFFIC  
CONTROL ZONE**

Mentor: doc. dr. sc. Dario Babić

Student: Domagoj Marunica

JMBAG: 0135254390

Zagreb, srpanj 2023.

# **Utjecaj prometne signalizacije i opreme cesta na sigurnost cestovnog prometa u zonama privremenih regulacija prometa**

## **SAŽETAK**

Zauzimanje dijela ceste neophodno je prilikom izvođenja različitih radova, kao što su održavanje prometnica, izvođenje građevinskih radova i sličnih zahvata, zbog čega je potrebno uspostaviti privremene regulacije prometa. Prometna signalizacija i oprema predstavljaju osnovna sredstva i uređaje korištene kod privremenih regulacija prometa, koji omogućavaju sigurno odvijanje prometa kroz područje radova. Postavljanjem privremenih regulacija prometa dolazi do suženja ceste, preusmjerenja prometa čak i zatvaranja dijelova ceste, što može imati negativan utjecaj na sigurnost odvijanja prometa, vrijeme putovanja i propusnu moć prometnica. Pravilnim uspostavljanjem područja privremenih regulacija prometa i korištenjem propisane prometne signalizacije i opreme, smanjuje se negativan utjecaj privremenih regulacija prometa i sudionike u prometu se na vrijeme obavještava, obvezuje i usmjerava da na siguran način prođu područje izvođenja radova.

**KLJUČNE RIJEČI:** privremena regulacija prometa; zona radova; prometni znakovi; prometna signalizacija; oprema cesta; sigurnost prometa u području radova.

## **SUMMARY**

Due to the occupation of a part of the road during the execution of various works such as road maintenance, construction works and similar operations, it is necessary to establish temporary traffic regulations. Traffic signs and equipment represent the basic means and devices used for temporary traffic regulation, which enable the safe flow of traffic through the work area. Implementing temporary traffic regulations leads to narrowing of the road, redirection of traffic and even closing of parts of the road, which can have negative impact on traffic safety, travel time and road capacity. By properly establishing the area of temporary traffic regulations and using prescribed traffic signs and equipment, the negative impact of temporary traffic regulations is reduced, and traffic participants are informed, obliged and directed to safely pass through the work area.

**KEY WORDS:** temporary traffic regulations; work zone; traffic signs; traffic signaling; road equipment; traffic safety in the work zone.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. TEORIJSKA OSNOVA PRIVREMENIH REGULACIJA PROMETA .....	3
2.1. Područje privremenih regulacija prometa .....	3
2.2. Podjela privremenih regulacija prometa .....	7
2.3. Zahtjevi privremenih regulacija u prometu .....	9
3. ZAKONSKA REGULATIVA VEZANA ZA PRIVREMENE REGULACIJE PROMETA	11
4. UVJETI I NAČIN USPOSTAVE PRIVREMENIH REGULACIJA PROMETA .....	16
4.1. Faze uspostave privremenih regulacija u prometu .....	19
4.2. Uspostava pomoću tipskih shema .....	21
4.3. Uspostava pomoću prometnog elaborata .....	25
5. SIGURNOST PROMETA U ZONAMA RADOVA .....	28
5.1. Zone radova na cesti.....	28
5.2. Dosadašnja istraživanja o područjima radova na cestama .....	30
5.3. Smanjenje rizika u područjima radova na cestama .....	33
6. PROMETNA SIGNALIZACIJA I OPREMA U FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI KOD PRIVREMENIH REGULACIJA PROMETA.....	37
6.1. Prometni znakovi.....	37
6.2. Prometna svjetla .....	42
6.3. Horizontalna prometna signalizacija .....	43
6.4. Prometna oprema cesta.....	44
6.5. Povećanje sigurnosti u zonama radova prometnim znakovima, signalizacijom i opremom cesta.....	47
7. ZAKLJUČAK .....	53
POPIS LITERATURE.....	55
POPIS SLIKA I TABLICA .....	57

# 1. UVOD

Svakodnevni porast broja vozila na prometnicama u svijetu, ima za rezultat brže trošenje ceste i njezinih elemenata, samim time i intenzivniju potrebu za održavanjem, građenjem i dograđivanjem prometnica te implementiranjem sigurnosnih elemenata. Razni događaji kao što su prometne nesreće, prirodne katastrofe te kulturne i sportske priredbe, zahtijevaju privremenu uspostavu novog režima odvijanja prometa do prestanka trajanja istih. Osigurati da se radovi održavanja i građenja na cestama, kao i ostali navedeni događaji odvijaju sigurno, zadatak je privremenih regulacija prometa. Uvjeti i načini postavljanja privremenih regulacija prometa propisani su zakonima i pravilnicima iz područja prometa i definiraju odgovornosti i kompetencije svih pojedinaca uključenih u proces.

Budući da se područja privremenih regulacija prometa na cesti nalaze u blizini prometa koji se odvija, takve okolnosti mogu dovesti do rizika za korisnike cesta i cestovne radnike. Podaci iz europskih zemalja prikazuju da je rizik od nesreća u područjima privremenih regulacija prometa tri do pet puta veći nego u normalnim uvjetima odvijanja prometa, dok su u SAD – u smrtni slučajevi u područjima radova na cestama porasli oko 60 % u posljednjih deset godina. Povećani broj stradalih i ozlijeđenih u područjima privremenih regulacija prometa, naglašava potrebu za povećanjem sigurnosti. Stoga je važno pravilnim korištenjem prometne signalizacije i opreme kod privremenih regulacija prometa utjecati na smanjenje rizika za sve sudionike u prometu te minimizirati smetnje i kašnjenja uzrokovana istima. Privremene regulacije prometa imaju za cilj upozoriti sudionike u prometu, dati im potrebne informacije prilikom ulaska u područje privremenih regulacija, usmjeravati ih te osigurati siguran prolazak.

U ovom diplomskom radu kroz sedam poglavlja opisan je utjecaj prometne signalizacije i opreme cesta na sigurnost prometa u zonama privremenih regulacija prometa. U drugom poglavlju obrađena je teorijska osnova privremenih regulacija prometa u koju spada osnovna podjela privremenih regulacija prometa, opis elemenata područja privremenih regulacija te osnovni zahtjevi koje svako područje privremenih regulacija prometa treba ispunjavati kako bi se osigurala sigurnost svih sudionika prometa.

U trećem poglavlju analizirani su Zakoni i Pravilnici koji uređuju postupke provođenja privremenih regulacija prometa, kojih se upravitelji cesta te izvođači radova moraju pridržavati. Propisani su postupci kroz sve faze uspostave privremenih regulacija prometa od planiranja, projektiranja, postavljanja u funkciju, nadzora i uklanjanja.

Kroz četvrto poglavlje opisani su uvjeti i način uspostave privremenih regulacija prometa, bilo korištenjem tipskih shema ili prometnog elaborata za privremene regulacije. Također, prikazani su primjeri dokumenata i grafičkih prikaza privremenih regulacija prometa iz prakse.

U petom poglavlju o sigurnosti prometa u zonama radova prikazani su najčešći rizici koji se pojavljuju u područjima radova na cestama, kao i neki od glavnih čimbenika koji utječu na sigurnost prometa u zonama radova. U dosadašnjim istraživanjima prikazani su podaci o broju prometnih nesreća u zonama radova u Europskim zemljama, kao i u zemljama SAD-a. U

poglavljju o smanjenju rizika u područjima radova na cestama, hijerarhijski su prikazane kontrolne mjere, čija primjena utječe na povećanje sigurnosti u području radova.

U šestom poglavljju obrađena je horizontalna i vertikalna prometa signalizacija te prometna oprema koja se koristi kod privremenih regulacija prometa. Na samom kraju prikazana su praktična inovativna rješenja prometne signalizacije i opreme, koja utječu na povećanje sigurnosti u području privremenih regulacija prometa.

Prilikom izrade ovog diplomskog rada, korišteni su podaci iz interne baze podataka tvrtke Županijske ceste Split d.o.o., odgovarajući Zakoni i Pravilnici vezani uz privremene regulacije prometa, stručna literatura, knjige i internetski izvori.



## 2. TEORIJSKA OSNOVA PRIVREMENIH REGULACIJA PROMETA

Privremena regulacija prometa podrazumijeva uspostavljanje nove regulacije prometa privremenog karaktera, pomoću prometne signalizacije i opreme, koja služi za označavanje i osiguranje područja zbog utjecaja različitih čimbenika kao što su radovi na cesti, kulturne ili sportske priredbe, prometne nesreće i ostalo [1].

Radovi na cestama su neizbježni i nužni dio upravljanja cestovnom mrežom. Nove ceste se moraju graditi dok se postojeće ceste moraju održavat ili nadograđivati. Tijekom izvođenja radova najčešće se zauzima dio površine kolnika po kojem se odvija promet pa su zbog toga mogući zastoji u prometu, zagušenja, kašnjenja i smanjenje sigurnosti prometa. Prilikom izvođenja radova održavanja prometnica ili svih sličnih zahvata na cestama, potrebno je uspostaviti privremenu regulaciju prometa. Privremene regulacije u zonama radova trebaju biti označene na pravilan način, biti sigurne za sve sudionike u prometu i u što manjoj mjeri utjecati na duljinu i vrijeme trajanja putovanja [2].

Zona izvođenja radova podrazumijeva šire područje mjesta radova odnosno područje koje obuhvaća privremena regulacija prometa, u kojem se obavljaju radovi i u kojem su smješteni radnici, uređaji i strojevi, radni materijal i oprema te koji je odvojen od prometa [3]. Radna zona ne obuhvaća samo područje zauzetog dijela ceste stvarnim radovima, nego i područje ceste potrebno za upozorenje sudionika u prometu, sužavanje ceste, smirivanje i slično. Svi dijelovi zone trebaju biti dobro vidljivi i jasno voditi i upozoravati sudionike i prometu te zaštititi radnike i opremu [4].

### 2.1. Područje privremenih regulacija prometa

Pravilnikom o privremenoj regulaciji prometa i označavanju te osiguranju radova na cestama (NN 92/2019), definirani su elementi područja privremene regulacije prometa, a to su [1]:

- područje najave;
- područje upozorenja;
- početno područje;
- područje smirivanja;
- područje preusmjeravanja;
- bočno područje;
- zaštitno područje;
- područje gradilišta;
- završno područje i
- izlaz.

**Područje najave** je mjesto od kojeg se sudionicima u prometu najavljuje blizina dijela ceste ili mjesto izvođenja radova na kojem im prijeti opasnost. To je mjesto na kojem su postavljeni prometni znakovi koji upozoravaju vozače i podižu svijest na približavanje dijelu

ceste na kojem predstoje radovi. Područje najave pomaže usklađenosti kretanja vozača prije ulaska u samo području radova, dajući rano upozorenje [2].

**Područje upozorenja** je područje u kojem se sudionike u prometu propisanim redoslijedom prometnih znakova upozorava na promjenu načina vožnje. To je dio ceste gdje se sudionicima u prometu stavlja do znanja da se približavaju radnom području i gdje dobivaju početne naznake i smjernice za prilagođavanje brzine i načina vožnje u području radova. Prometni znakovi koji se koriste u ovom području, njihova veličina, razmak i vrsta ovise o prirodi radova i brzini približavanja vozila samom području. Duljina područja upozorenja ovisi o pristupnoj brzini prometa, vrsti ceste i vrsti samih radova. Na cestama većih razreda kao što su autoceste i brze ceste, praksa je početi postavljati znakove opasnosti na veće udaljenosti oko 1000 m prije napredovanja područja upozorenja [4].

**Početno područje** je područje u kojem se počinju mijenjati prometne karakteristike ceste. Vozači se na ovom dijelu preusmjeravaju izvan njihove normalne staze putovanja. Oznake i uređaji koji vode sudionike u prometu moraju biti jasno označeni i vidljivi [4].

**Područje smirivanja** je područje koje je namijenjeno smirivanju prometnog toka sukladno izmjenama tehničkih karakteristika ceste u početnom području. Područje smirivanja ima zadatak da smanji brzine kretanja vozila neposredno prije početka područja preusmjeravanja prometa [1].

**Područje preusmjeravanja** je područje preusmjeravanja prometnog toka ispred samog područja izvođenja radova, koje povećava zaštitu i sigurnost radnika. Ovo područje treba iznositi minimalno 50 m, ali se može dodatno produžiti ako je radni prostor skriven od približavanja zavojem ili drugim preprekama [2].

**Zaštitno područje** je područje za zaštitu gradilišta, osoba, vozila, strojeva i opreme. U tom području se ne izvode radovi ili bilo kakve radnje te se ne nalaze radnici, građevinski strojevi i vozila. Zaštitno područje prije početka područja gradilišta na cestama viših razreda, autocestama i brzim cestama iznosi 150 m, a na ostalim cestama minimalno 50 m. Ovo područje se pri ulasku u zonu radova izvodi u svim slučajevima, a prilikom izlaska samo u slučajevima kad se promet odvija dvosmjerno ili naizmjenično u jednom smjeru [1].

**Bočno zaštitno područje** je područje koje pruža zaštitu kako sudionicima u prometu tako i radnicima na cesti. Ovo područje se na cestama većih brzina osigurava sigurnosnim barijerama kao što su čelične ili betonske ograde kao krajnja mjera kako bi se smanjio rizik od zalutalog vozila koje se može sudariti s radnicima u zoni radova. Također bočno zaštitno područje je područje u koje radnici ne smiju prijeći ili ući u bilo kojem trenutku, uključujući postavljanje bilo kakvih strojeva ili opreme koja se nadvija u bočni prostor. Preporučuje se da bočni zaštitni prostor iznosi oko 1,5 m širine između radnog područja i najbližeg prometnog traka [4].

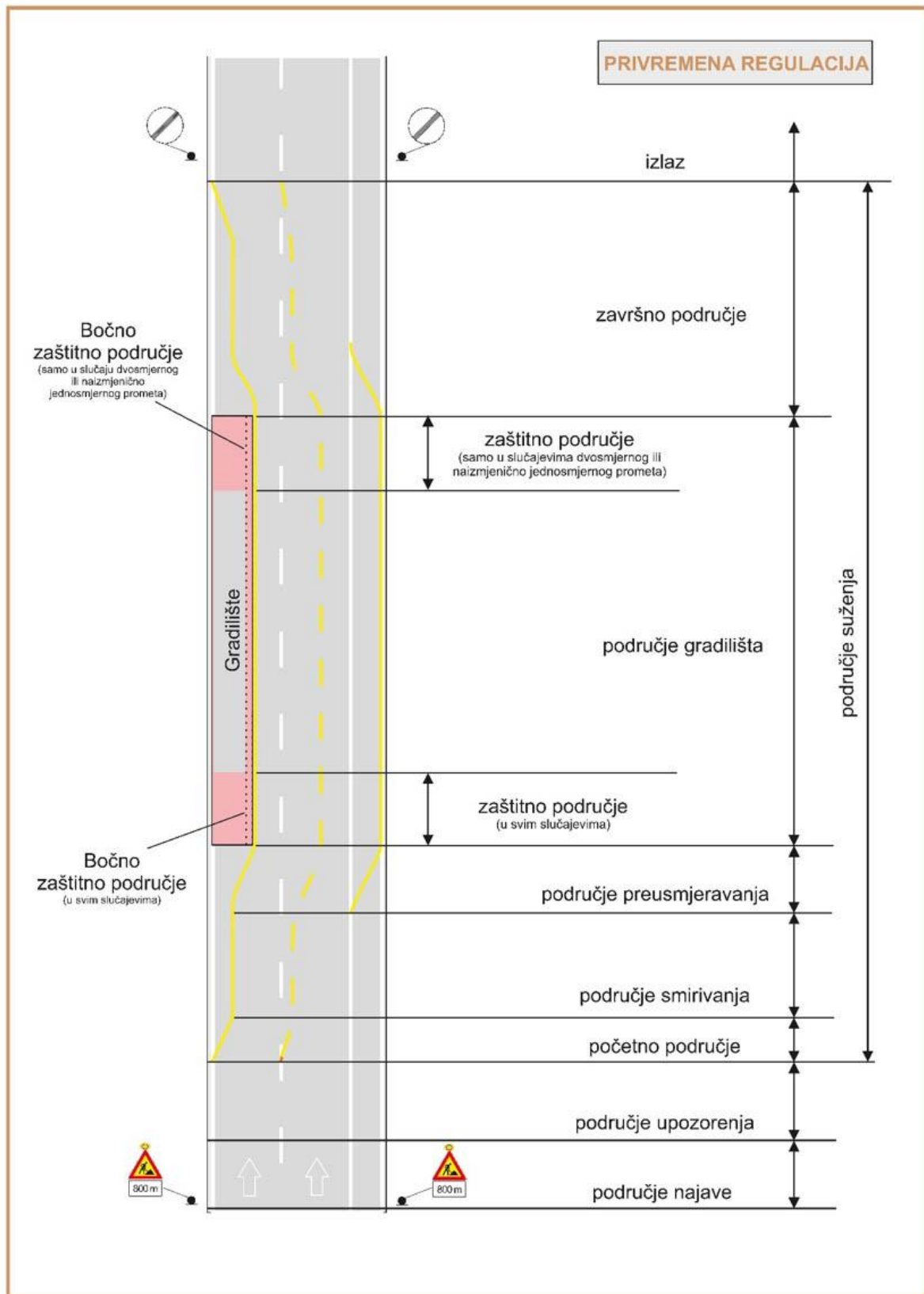
**Područje gradilišta** je područje u kojem se na cesti ili cestovnom pojasu obavljaju radovi ili radnje. Ovo područje izdvaja se za radnike, opremu i materijal. Dužina područja gradilišta može biti mala, ako se izvode radovi manjeg opsega ili duljine nekoliko kilometara ako se izvode radovi većeg opsega kao što su iskopavanja, zamjena kolničke konstrukcije i

slično. Brzine vozila u ovom području trebaju se maksimalno kontrolirati kroz ili pored radne zone kako bi se smanjio rizik da vozilo nenamjerno uđe u područje rada [2].

**Završno područje** je područje u kojemu se tehničke karakteristike ceste ponovno usklađuju s početnim tehničkim karakteristikama ceste. Ukoliko je promet bio preusmjeren zbog sužavanja ceste ili slično u ovom području se vraća natrag na ispravan put kretanja. Završno područje ne smije se izvesti predugačko da vozači zanemare uvjete kretanja, ni prekratko da nije dovoljno daleko od zone radova. Budući da završno područje za jedan smjer obično završava u istoj točki gdje počinje ulazno područje za drugi smjer, to daje mogućnost postavljanja prometnih znakova na poledinu znakova za drugi smjer, čime se može dati jasna i točna poruka u oba smjera [2].

**Izlaz** je mjesto prestanka svih zabrana i ograničenja koje su nastale zbog izvođenja radova ili izvanrednih događaja ili bilo kojih drugih događaja kojima je bilo ugroženo sigurno odvijanje prometa [1]. U ovom području se promet nastavlja normalno nakon prolaska radne zone i vozače se obavještava o prestanku ograničenja ili ograničenjima koja se primjenjuju na cestu ispred [2].

Privremene regulacije prometa zahtijevaju suženje ceste, preusmjerenje prometa, korištenje obilaznih cesta ili potpuno zatvaranje prometa. Sve to može negativno utjecati na smanjenje propusne moći ceste, sigurnosti prometa, duže vrijeme putovanja i slično [1]. Kako bi se smanjili ti negativni utjecaji i osigurao uspješan sigurnosni proces područja privremenih regulacija prometa, potrebno je osigurati da su sva područja radne zone na pravilan način označena i da se provode redovite kontrole prometne signalizacije, opreme te cijelog područja izvođenja radova, također sve uključene strane trebaju u potpunosti razumjeti svoje uloge i odgovornosti [4]. Ukoliko se zbog prostornih ograničenja ne može u potpunosti organizirati svaki element područja privremene regulacije prometa, moguće je određene elemente zone spojiti u jedno zajedničko područje ili u potpunosti izostaviti. Svi elementi područja privremene regulacije prometa prikazani su na Slici 1.



Slika 1: Područje privremene regulacije prometa

Izvor: [1]

## 2.2. Podjela privremenih regulacija prometa

Područja privremenih regulacija prometa mogu se klasificirati na različite načine, s obzirom na vrtu ceste, trajanje radova, duljinu radova i slično. Interakcija između različitih vrsta radova predstavlja osnovu za projektiranje privremenih regulacija na cestama, prema tome se direktno utječe na druge sudionike u prometu i povećanje sigurnosti. Različite vrste radova predstavljaju različite izazove kod uspostavljanja privremenih regulacija u prometu, stoga je bitno prepoznati situaciju i primijeniti nabolje moguće rješenje [4].

Privremene regulacije prometa mogu se podijeliti s obzirom na [5]:

- a) okruženje;
- b) mjesto izvođenja radova na cesti;
- c) trajanje radova i
- d) način izvođenja radova.

### *a) Privremene regulacije s obzirom na okruženje*

S obzirom na okruženje izvođenja radova, privremene regulacije u prometu dijele se na regulacije u naseljenim mjestima i izvan naseljenih mjesta. Prilikom izvođenja privremenih regulacija u naseljenim mjestima, često se javlja problem prostornog ograničenja, veće količine motoriziranog i nemotoriziranog prometa te raznih drugih prepreka sa kojima se inženjeri susreću. Često se zbog nedostatka prostora ne mogu primjenjivati propisane tipske sheme privremenih regulacija prometa kao i poštivati udaljenosti postavljanja prometne signalizacije. Zbog toga je potrebno često improvizirati i prilagoditi elemente područja privremene regulacije prometa, na način da i dalje zadrže svoja propisana svojstva i budu funkcionalna. Osnovni elementi područja privremene regulacije prometa trebaju biti u funkciji, kako bi ih sudionici u prometu pravovremeno uočili i postupili sukladno njima [5].

Privremene regulacije izvan naselja nemaju toliko velik utjecaj prostornih ograničenja kao npr. u gradovima, ali se zbog samog smještaja izvan naseljenih mjesta pojavljuju problemi kao što su brzine kretanja vozila, nepregledni zavoji i slično. Vozila se na cestama izvan naselja kreću većim brzinama pa je zbog toga potrebno uz propisanu privremenu prometnu signalizaciju i opremu, koristiti i određene mjere i uređaje za povećanje sigurnosti, kako sudionika u prometu, tako i samih radnika na cestama.

### *b) Privremene regulacije s obzirom na mjesto izvođenja radova na cesti*

Privremene regulacije prometa s obzirom na mjesto izvođenja radova na cesti mogu biti iznad ceste, ispod ceste, uz cestu, na samoj cesti te kombinirano. Radovi iznad ceste odnose se na popravke semafora iznad kolnika, zamjenu ili popravke velikih prometnih ploča, portala, rasvjete i slično. Za vrijeme izvođenja takvih radova nužno je zauzimanje dijela ceste odnosno zatvaranje jednog ili više prometnih traka, zbog čega se utječe na kontinuiranost odvijanja prometa. Uspostava privremenih regulacija prometa kod izvođenja radova ispod ceste izvodi se prilikom održavanja, čišćenja, popravljanja ili dogradnje objekata komunalne infrastrukture i odvodnje. Za vrijeme izvođenja radova ispod ceste, privremena regulacija prometa zahtjeva zauzimanje dijela ceste na kojem se izvode radovi, budući da se potrebna oprema i strojevi

nalaze uz samo mjesto radova. Najčešći oblik postavljanja privremenih regulacija prometa je na samoj cesti, budući da se radovi održavanja najčešće izvode na tom području. Potrebno je zauzeti dio površine kolnika prilikom postavljanja privremene prometne signalizacije u slučaju otklanjanja posljedica izvanrednih događaja, pregleda cestovnih objekata, održavanja kolnika, održavanja bankina i bermi, održavanja opreme cesta, košenja trave, održavanja instalacija, uređaja, opreme i slično. Za radove koji se izvode uz cestu, ne mora postojati direktan utjecaj na odvijanje prometa, ali je također potrebno postaviti privremenu prometnu signalizaciju kako bi se na vrijeme upozorili sudionici u prometu te je potrebno odabrati najbolje vrijeme za izvođenje takve vrste radova [5].

### *c) Privremene regulacije s obzirom na trajanje radova*

Osnovna podjela privremenih regulacija prometa s obzirom na trajanje radova je na kratkotrajne i dugotrajne privremene regulacije. Budući da pojmovi kratkotrajne i dugotrajne privremene regulacije nisu dovoljno precizno definirani po vremenskom trajanju, u drugim literaturama prikazana je detaljnija podjela. Prema tome s obzirom na trajanje radova, privremene regulacije prometa možemo podijeliti na [5]:

- a) kratkotrajne privremene regulacije prometa,
- b) kratkotrajne dnevne privremene regulacije,
- c) privremene regulacije srednjeg trajanja i
- d) dugotrajne privremene regulacije.

Kratkotrajne privremene regulacije obuhvaćaju uspostavu privremenih regulacija u vremenu do jednog sata, kratkotrajne dnevne privremene regulacije koje traju od 1 sat do 12 sati, zatim privremene regulacije srednjeg trajanja koje zauzimaju dio površine kolnika do tri dana ili više od jednog sata za vrijeme noćnih radova te dugotrajne privremene regulacije koje traju više od tri dana te mogu trajati sve i do nekoliko mjeseci ili godina.

Tijekom kratkotrajnih radova često je potrebno više vremena za postavljanje i uklanjanje privremenih regulacija, nego za samo izvođenje radova. Sami radnici se suočavaju s opasnostima pri postavljanju i skidanju privremene prometne signalizacije, a budući da je vrijeme rada kratko, postavljanje i uklanjanje uređaja i opreme utječe na kašnjenje sudionika u prometu. Uzimajući u obzir navedene čimbenike mogu se koristiti pojednostavljeni postupci kontrole upotrebom dominantnijih uređaja kao što su treptajuća svjetla na radnim vozilima, svjetlosni prometni znakovi i slično [5].

Većina radova na cestama su kratkotrajni dnevni radovi koji se obavljaju u vremenu trajanja do 12 sati. Takvi radovi su pravovremeno planirani i nakon njihovog izvođenja promet se isti dan vraća u normalno stanje. Privremene regulacije srednjeg trajanja obuhvaćaju malo opsežnije radove kao što su popravci i manji građevinski radovi na dijelovima cesta. Dugotrajne privremene regulacije prometa uspostavljaju se tijekom većih radova na cestama, kao što su rekonstrukcije ceste, izgradnje novih dijelova prometnica, proširenje kolnika i slično. Kod dugotrajnih privremenih regulacija prometa, moguće je i privremeno preusmjeravanje prometa na druge ceste ili potpuna zatvaranja ceste na duže vrijeme [5].

#### *d) Privremene regulacije s obzirom na izvođenje radova*

S obzirom na način izvođenja radova, privremene regulacije prometa mogu biti nepomične odnosno statične, kontinuirane odnosno dinamične te kombinirane. Statične privremene regulacije prometa uspostavljene su kod gradilišta na prometnicama, koja se nalaze na jednom mjestu i traju sve do završetka radova. Dinamične privremene regulacije prometa uspostavljaju se kod radova koji se izvode u pokretu. Takve regulacije uključuju radne aktivnosti u kojima se radnici i oprema kreću cestom bez zaustavljanja, obično sporim brzinama. Područja privremene regulacije prometa pomiču se zajedno kako radovi napreduju. Dinamičke privremene regulacije prometa uspostavljaju se tijekom radova košenja ceste, radova bojanja ili obnove oznaka na kolniku, čišćenja kolnika, asfaltiranja i slično. Za neke radove kao što su čišćenje prometnica i uklanjanje snijega, može se koristiti samo radno vozilo koje je opremljeno s odgovarajućim uređajima i opremom [5].

### **2.3. Zahtjevi privremenih regulacija u prometu**

Propisi, smjernice, standardi i preporuke za privremene regulacije u prometu, nalaze se u gotovo svim zemljama. Svrha propisanih mjera i standarda je dati osnovne ili detaljnije informacije za projektiranje i postavljanje privremenih regulacija u skladu s načelima odvijanja prometa. Postojeće mjere i propisi daju minimalnu potrebnu prometnu signalizaciju za informiranje i vođenje sudionika u prometa kroz područje radova, ali ne postavljaju ideju i zahtjeve koje bi područja privremenih regulacija prometa trebali ispunjavati. Stoga, osnovni zahtjevi koje privremene regulacije prometa trebaju ispunjavati su [6]:

- točnost;
- pravilna prostorna i vremenska raspoređenost;
- zamjetljivost i čitljivost;
- razumljivost;
- upozoravajuće na opreznost i
- prihvatljivost.

Izvođač mora osigurati da su svi postavljeni prometni znakovi i oprema u području radova točni. Sve informacije sadržane u području radova moraju biti ispravne i pratiti razvoj radova u vremenu i prostoru. Poruke koje prenose prometni znakovi moraju biti točne, inače će sudionici u prometu biti skloni ignorirati ukoliko utvrde da poruke na prometnim znakovima ne odgovaraju stvarnoj situaciji na prometnici. Točnost mora biti standard koji je sadržan u svim područjima privremenih regulacija u prometu [7].

Pravilna prostorna i vremenska raspoređenost bitan je zahtjev privremenih regulacija prometa, koji govori da elementi privremene regulacije prometa trebaju biti podjednako raspoređeni duž cijelog područja izvođenja radova. Pravilnim rasporedom prometne signalizacije i opreme osigurava se da sudionici u prometu pravovremeno dobiju potrebne informacije, što u slučaju gomilanja ili grupiranja prometnih znakova može uzrokovati neuočavanja za vrijeme vožnje i neprimjećivanja važnih informacija o kretanju kroz područje

radova. Sudionici u prometu trebaju se sresti sa podjednakim izgledima na svim područjima radnih zona, kako bi reagirali na očekivani način [4].

Zamjetljivost i čitljivost prometne signalizacije je preduvjet za primanje informacija od strane vozača i sigurno odvijanje prometa kroz zonu radova. Veličina, boja slova i simbola utječu na to da prometni znak bude čitljiv, a dimenzije samih znakova osiguravaju zamjetljivost na određenim udaljenostima. Sva prometna signalizacija u zoni radova treba biti lako uočljiva i vidljiva za vrijeme svih uvjeta vožnje, kako bi sudionici u prometu donijeli ispravnu odluku o tome kako sigurno prići mjestu radovi i proći kroz njega [4].

Kao sigurnosni zahtjev postavlja se i razumljivost. Razumljivost se odnosi na razumijevanje cijele novonastale prometne situacije prilikom kretanja kroz područje radova, kao i razumijevanje pojedinačnih prometnih znakova u zoni radova. Prometni znakovi ne smiju sadržavati previše riječi, kako bi se spriječilo čitanje cijele poruke od strane vozača u prolazu. Sve upute trebaju biti razumljive tako da se vozači mogu osloniti na ono što im se kaže i da poruke koje im se daju prikazuju ono što će se dogoditi ispred na cesti [4].

Upozoravanje na opreznost zahtjev je koji govori da prilikom ulaska u samo područje izvođenja radova, sudionici u prometu trebaju biti potaknuti na povećanje pažnje, prilagodbu vožnje uvjetima na cesti te općenito sigurnije kretanje kroz područje radova. Korišteni elementi privremene regulacije prometa trebaju utjecati na tumačenje situacije vozačima kako bi se utjecalo na smanjenje rizika u području radova [4].

Prihvatljivost je ideja koja zahtjeva da privremene regulacije u prometu ne smiju previše opterećivati sudionike u prometu. Kod postavljanja područja privremenih regulacija, potrebno je smanjiti kognitivno opterećenje vozačima, na način da se koriste tekstualne poruke samo kada je to potrebno te da se koriste općenito jednostavni prometni znakovi. Potrebno je ostaviti dovoljno vremena za percepciju znakova te izbjegavati nerelevantne i obmanjujuće elemente koji mogu omesti vozače od vožnje [7].

Provođenjem navedenih zahtjeva privremenih regulacija u prometu osigurava se prihvatljivost i potrebna pažnja vozača koji se kreću kroz područja izvođenja radova. Sva postavljena prometna i signalizacija i oprema trebaju prenijeti odgovarajuću poruku i biti postavljene na dovoljne udaljenosti kako bi se vozačima dalo dovoljno vremena da reagiraju. Potrebno je izbjegavati korištenje pretjeranog broja prometnih znakova koji mogu zbuniti vozače, a raspored postavljene signalizacije treba osigurati da nema sumnje kod vozača u vezi pruženih informacija i potrebnih radnji.



### **3. ZAKONSKA REGULATIVA VEZANA ZA PRIVREMENE REGULACIJE PROMETA**

Kako bi se osigurao uspješan sigurnosni proces radne zone, čitav postupak od planiranja, projektiranja, postavljanja, nadzora i uklanjanja privremenih regulacija prometa treba biti propisan te zakonski definiran i reguliran. Potrebno je imati definiranu jasnu politiku koja navodi odgovornosti i kompetencije za sve pojedince uključene u proces privremenih regulacija prometa te pratiti aktivnosti na razini projekta [4].

U Republici Hrvatskoj, uvjeti, postupci i načini uspostave privremenih regulacija na prometnicama su propisani zakonima i pravilnicima iz područja tehnologije prometa. Zakoni definiraju međusobne odnose sudionika u prometu, pravne statuse cesta te uvjete kojima moraju udovoljavati ceste sa stajališta sigurnosti, dok pravilnici propisuju tehničke mjere i karakteristike prometne signalizacije te uvjete i načine uspostave privremenih regulacija prometa.

Zakonske odredbe i pravilnici koji uređuju privremene regulacije prometa na cestama:

- Zakon o sigurnosti prometa na cestama NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20, 85/22, 114/22,
- Zakon o cestama NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21, 114/22, 114/22, 04/23,
- Pravilnik o privremenoj regulaciji prometa i označavanju te osiguranju radova na cestama NN 92/2019
- Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 92/2019
- Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnog elaborata za ceste NN 140/2013

U nastavku su obrađeni i istaknuti važni dijelovi iz pravilnika vezani za privremene regulacije prometa.

#### *a) Pravilnik o privremenoj regulaciji prometa i označavanju te osiguranju radova na cestama*

Ovaj pravilnik u Republici Hrvatskoj je osnova za uvjete, postupke i način uspostave privremene regulacije cestovnog prometa te označavanja i osiguranja mjesta na kojima se izvode radovi ili na kojima je nastao izvanredni događaj ili bilo koji drugi događaj koji ugrožava sigurnost odvijanja prometa [1].

Pravilnik se sastoji od šest dijelova [1]:

1. Opće odredbe
2. Kriteriji za uspostavu privremene regulacije prometa
3. Prometna svjetla
4. Prometni znakovi i oprema ceste
5. Uspostava, održavanje i uklanjanje privremene regulacije prometa
6. Prijelazne i završne odredbe

U prvom dijelu pravilnika se navodi da se privremena regulacija prometa uspostavlja postavljanjem odgovarajuće prometne signalizacije i opreme prema tipskim shemama koje su sastavni dio pravilnika ili ako zbog specifičnih uvjeta to nije moguće, potrebno je regulaciju uspostaviti temeljem prethodno izrađenog prometnog elaborata. Uvjeti i način uspostave privremenih regulacija ovise o vrsti ceste, izvoru, vremenu nastanka i trajanja radova ili privremene opasnosti. Također u prvom dijelu su opisani izrazi koji se koriste u pravilniku i njihova značenja. U dijelu o uvjetima i načinima uspostave privremene regulacije prometa iskazano je kako je za bilo kakve radove ili radnje potrebna suglasnost upravitelja ceste, koji je isto tako dužan prikupljati informacije unutar područja obuhvaćenog privremenom regulacijom, nadzirati, održavati i pri završetku radova ukloniti privremenu regulaciju prometa [1]. U drugom dijelu pravilnika o kriterijima za uspostavu privremenih regulacija prometa navedeno je da privremene regulacije zahtijevaju [1]:

- suženje ceste,
- preusmjerenje prometa,
- promjenu prednosti prolaska,
- ručno upravljanje prometom,
- upravljanje prijenosnim prometnim svjetlima i
- djelomično ili potpuno zatvaranje prometa te korištenje obilaznih cesta.

Minimalne širine prometnih traka  $\check{S}_{min}$  (m) u području radova ovise o karakteristikama ceste i prometnom opterećenju (izraženom u PGDP – prosječni godišnji dnevni promet) te su u nastavku prikazane u Tablici 1.

*Tablica 1: Minimalne širine prometnih traka u ovisnosti o kategoriji ceste i prometnom opterećenju*

Broj prometnih traka i smjer vožnje	Autoceste, brze ceste i ostale višetrakne ceste	Ostale dvotračne ceste	
	$\check{S}_{min}$	$\check{S}_{min}$	PGDP*
↑	3,00	2,75 2,20	$\geq 3000$ < 3000
↑↑	2,50 + 3,00	2,50 + 2,75	
↓↑	3,00 + 3,00	3,00 + 3,00 2,75 + 2,75 2,50 + 2,50	ukoliko to prostorno-tehnički uvjeti dozvoljavaju $7000 > PGDP \geq 3000$ < 3000
↓↑↑	3,00 + 2,50 + 3,00		
↓↑↑	3,00 + 2,75 + 3,00 + 3,00		
↓↓↑↑	2,75 + 2,50 + 2,50 + 2,75		

Izvor: [1]

Budući da se promet u području radova može regulirati ustupanjem prednosti, prometnim semaforima, ručno ili potpunim zatvaranjem ceste, a to ovisi o duljini područja suženja  $D$  (m) i najvećem prometu (vozila/sat), u nastavku u Tablici 2 prikazano je kada se primjenjuje koji način u području radova [1].

Tablica 2: Načini privremene regulacije prometa

Način privremene regulacije prometa	Duljina područja suženja $D$ (m)	Najveći promet (vozila/sat)
Ustupanje prednosti	$\leq 50$	400
Ručno upravljanje	100	1400
	200	1250
	300	1100
	400	960
	500	820
	600	680
	700	540
	800	380
	900	240
Upravljanje semaforima	$\leq 900$	ovisno o duljini suženja
Potpuno zatvaranje ceste	bez ograničenja	bez ograničenja

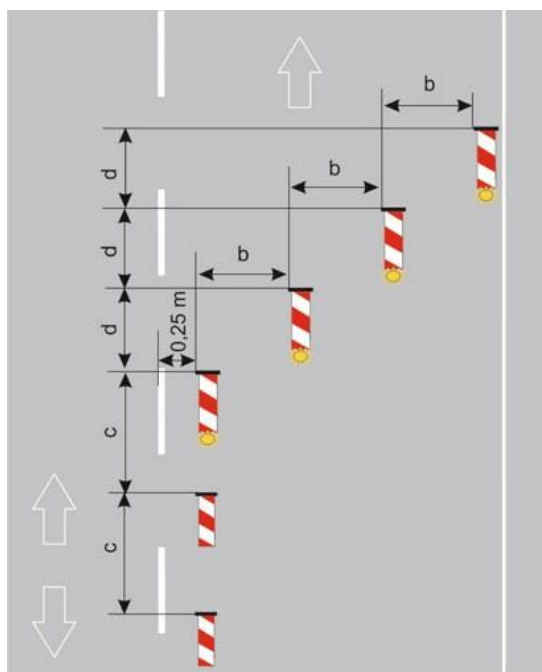
Izvor: [1]

U trećem dijelu o prometnim svjetlima opisan je postupak brojanja prometa, plan i položaj signala, izračun zaštitnih vremena te puštanja u rad tijekom privremene regulacije prometa. Trajanje ciklusa i trajanje zelenog svijetla ovise o promjenama prometnog opterećenja tijekom dana i dana u tjednu [1]. Četvrto poglavlje opisiva postavljanje prometnih znakova i opreme u skladu s Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama [1]. Raspored po kojem se postavljaju ploče bočne zapreke u zonama gdje počinje preusmjeravanje prometa prikazan je na Slici 2 sa potrebnim rasporedom i razmacima prikazanim u Tablici 3.

Tablica 3: Razmak ploča u zoni početka suženja dijela kolnika

Cesta	Razmak (m)		
	b	c	d
Autocesta i brza cesta	1	5 – 10	5 – 10
Cesta izvan naselja	0,8	5 – 10	3
Cesta u naselju	0,6	5 – 10	2,5

Izvor: [1]



Slika 2: Raspored ploča bočne zapreke

Izvor: [1]

Peti dio pravilnika definira uspostavu, održavanje i uklanjanje privremenih regulacija prometa. Uspostava privremenih regulacija započinje obavještanjem svih nadležnih javnopravnih tijela, javnosti te informiranjem izvođača radova o svim obilježjima i fazama odvijanja radova. Održavanje privremene regulacije prometa provodi odgovorna osoba izvođača radova i ona mora redovito nadzirati područje, usklađivati i po potrebi provesti odgovarajuće mjere i aktivnosti ako uoči nekakve nedostatke. Uklanjanje privremenih regulacija prometa provodi se nakon završetka svih radova i upravitelj ceste dužan je cestu dovesti u stanje sigurnog i nesmetanog odvijanje prometa te o tome obavijestiti javnost [1].

Kao dopuna ovom pravilniku dodaje se Prilog sa tipskim shemama privremene regulacije prometa. Prilog sadrži grafičke prikaze položaja prometnih znakova i opreme, razvrstanih prema kategorijama cesta i različitim situacijama izvođenja radova na tim cestama. Prilog sadrži 46 različitih situacija postavljanja privremenih regulacija prometa za autoceste koji su označeni slovom A (1 - 46), 14 situacija označenih slovom C (1 – 14) za ceste izvan naselja i 20 situacija označenih slovom N (1 – 20) za ceste u naseljenim mjestima.

#### *b) Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama*

Ovim pravilnikom propisuje se namjena, vrsta, značenje, oblik, boja, dimenzija, karakteristike i postavljanje prometnih znakova, signalizacije i opreme na cestama, koje se koriste za cestovni promet [8].

Pravilnik se sastoji od osam dijelova [8]:

1. Opće odredbe
2. Prometni znakovi
3. Prometna svjetla

4. Oznake na kolniku i drugim površinama
5. Prometna oprema cesta
6. Oprema i mjere za smirivanje prometa
7. Cestovna rasvjeta
8. Prijelazne i završne odredbe

U općim odredbama ovog pravilnika nabrojano je što sve sačinjava prometnu signalizaciju na cestama, prema kojim normama i naputcima se izrađuje, postavlja i održava te kojim pismom se označava [8].

U dijelu o prometnim znakovima nalazi se podjela i prikaz svih znakova te su propisani prometni znakovi koji se koriste kod privremenih regulacija prometa, način na koji se postavljaju i minimalna visina iznad površine kolnika. Pod znakovima obavijesti nalaze se znakovi koji označavaju smjer privremenog obilaska područja radova, znakovi koji obavještavaju sudionike u prometu o blizini dijela ceste gdje se izvode radovi, znakovi koji označavaju smjer te način preusmjeravanja prilikom privremenih regulacija prometa i ostali znakovi koji se postavljaju u području privremenih regulacija prometa. Kraj svakog znaka propisane su dopuštene izvedbe i dodatni uvjeti za implementaciju, bilo da se radi o propisanom razredu koeficijenta retrorefleksije ili položaju i izgledu simbola na znaku [8].

Dio pravilnika o oznakama na kolniku i drugim površinama sadrži osnovnu podjelu oznaka na kolniku, boje kojima se izvode, propisane širine, debljine oznaka, razine retrorefleksije, načine ispitivanja i druge uvjete. Na mjestima privremenih regulacija prometa izvode se privremene oznake namijenjene označavanju radova na cesti koje se po završetku moraju ukloniti. Pod prometnom opremom propisani su znakovi i oznake za vođenje i usmjeravanje prometa u zoni radova na cestama [8].

Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnog elaborata (NN 140/2013), određuje osnovne elemente kod izrade prometnog elaborata privremenih regulacija prometa [9].

## 4. UVJETI I NAČIN USPOSTAVE PRIVREMENIH REGULACIJA PROMETA

Propisani uvjeti i način uspostave privremenih regulacija prometa u Republici Hrvatskoj određeni su Pravilnikom o privremenim regulacijama prometa i označavanju te osiguranju radova na cestama.

Uspostava privremenih regulacija u prometu i način na koji se izvode, ovise o [1]:

- vrsti ceste;
- izvoru;
- vremenu nastanka i
- vremenu trajanja radova.

Privremene regulacija prometa uspostavljaju se postavljanjem prometne signalizacije i opreme prema tipskim shemama ili ako zbog specifičnih uvjeta i okolnosti to nije moguće, potrebno je privremene regulacije uspostaviti prema prethodno izrađenom prometnom elaboratu [1].

Pri određivanju načina uspostave privremene regulacije prometa potrebno je prikupiti sve potrebne informacije unutar područja koje će biti obuhvaćeno privremenom regulacijom u prometu. Kako bi se pravilno organiziralo područje, potrebni su podaci o prometnom opterećenju, tehničkim elementima ceste, postojećoj prometnoj signalizaciji i opremi, autobusnim linijama i stajalištima, komunalnoj infrastrukturi, pristupu javnih i hitnih službi te sigurnosti svih sudionika u prometu. [1]

Postavljanje privremenih regulacija u prometu te obavljanje bilo kakvih radova vezanih za iste, može se poduzimati samo uz suglasnost upravitelja ceste. Upravitelji ceste suglasnost daje izvođaču radova, koji zatim privremene regulacije prometa stavlja u funkciju. Upravitelji za autoceste u Hrvatskoj su Hrvatske autoceste d.o.o., Bina Istra d.o.o. i Autocesta Zagreb – Macelj d.o.o., za državne ceste su Hrvatske ceste d.o.o., a za županijske i lokalne ceste su Županijske uprave za ceste. Upravitelji cesta moraju voditi evidenciju svih izdanih suglasnosti za uspostave privremenih regulacija prometa te o bilo kakvim izmjenama obavijestiti javnost. Nakon uspostave privremene regulacije u prometu, odgovorna osoba izvođača radova mora obavijestiti upravitelja ceste koji o istome mora obavijestiti javnost i sva nadležna javno pravna tijela [1].

Suglasnost upravitelja ceste nije potrebno ishoditi u izvanrednim situacijama, kada je nužno poduzeti hitne mjere za sigurnost prometa te za vrijeme izvođenja radova redovitog održavanja cesta. Hitne situacije podrazumijevaju prometne nesreće, odrone na cestama, klizišta, elementarne nepogode i slično, za koje je potrebno uspostaviti privremenu regulaciju prometa u najkraćem mogućem roku [1].

U slučaju da uspostava privremenih regulacija prometa zahtjeva preusmjeravanje prometa na druge ceste, potrebno je prikupiti sve potrebne informacije o cesti na koje će promet biti preusmjeren te ishoditi suglasnost upravitelja druge ceste [1]. Upravitelji cesta međusobno uređuju načine obavješćavanja i postupanja u slučaju zatvaranja cesta zbog obavljanja radova. Suglasnosti i uvjeti za preusmjeravanje prometa dogovoreni su u protokolima. Protokoli

propisuju obveze upravitelja cesta i postupak koji se provodi u slučaju preusmjerenja prometa kao načina privremene regulacije [10]. Primjer protokola korištenog u slučaju zatvaranja dionice autoceste A1 Zagreb – Split – Dubrovnik na dionici čvor Dugopolje i čvor Bisko prikazan je na Slici 3.

**PROTOKOL**

o međusobnom obavještanju HAC-a, Hrvatskih cesta i ŽUC-a  
u slučaju zatvaranja dionice

autoceste A1 Zagreb – Split – Dubrovnik (dionica Čvor Dugopolje – Čvor Bisko)

I.

Ovim Protokolom stranke uređuju način međusobnog obavještanja i postupanja u slučaju zatvaranja autoceste A1 Zagreb – Split – Dubrovnik, dionica čvor Dugopolje – čvor Bisko.

Stranke suglasno utvrđuju da će se u slučaju zatvaranja A1, dionica čvor Dugopolje – čvor Bisko, ako za to postoje uvjeti, promet preusmjeravati na sljedeće pravce:

- smjer Zagreb – Dubrovnik:**  
Čvor Dugopolje (A1) - DC 1 - ŽC 6145 - ŽC6260 - DC 220 - Čvor Bisko (A1)
- smjer Dubrovnik – Zagreb:**  
Čvor Bisko (A1) - DC 220 - ŽC 6260 - ŽC 6145 - DC 1 - Čvor Dugopolje (A1)

1. Mjesto stalnog dežurstva u Splitu (HC i ŽUC) - HAC  
Obavješćavamo vas da je dionica državne/županijske (ostaviti samo javnu cestu čiji dio je zatvoren) ceste broj \_\_\_\_\_ (upisati broj ceste), od \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_, definirana kao obilazni pravac iz točke I. ovog Protokola, zatvorena za promet.  
Obavješćavamo vas i da ne postoji mogućnost odvijanja prometa pravcem iz toč. I Protokola, stoga molimo da deaktivirate privremenu prometnu signalizaciju iz točke III.(a) Protokola br. 04/2018.

U potpisu:  
Mjesto stalnog dežurstva:  
Dežurna osoba:  
Adresa:  
Broj telefona:  
Broj mobitela:  
e-mail:

2. HAC - mjesto stalnog dežurstva u Splitu (HC i ŽUC)  
Potvrđujemo primitak obavijesti o nemogućnosti daljnjeg odvijanja promet pravcem iz toč. I Protokola br. 04/2018 od \_\_\_\_\_ (datum), te o pokretanju deaktivacije privremene prometne signalizacije iz točke III.(a) Protokola br. 04/2018.

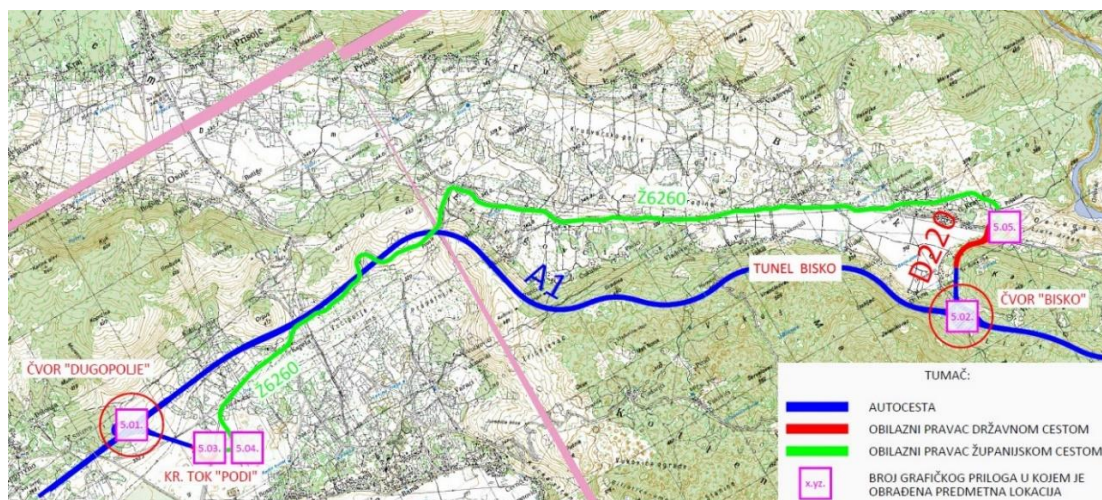
U potpisu:  
Naziv: Centar za nadzor i upravljanje prometom Split  
Referent-operator u CNUP:  
Broj telefona:  
Broj mobitela:  
e-mail:

U slučaju zatvaranja državne ili županijske ceste, sukladno prethodnoj alineji ove točke, upravitelj ceste koja se zatvara dužan je bez odgode o tome obavijestiti i MUP, nadležnu postaju prometne policije, Upravu cestovnog prometa i Inspekciju za ceste Ministarstva mora, prometa i infrastrukture te javnost putem HAK-a.

Slika 3: Protokol o obavještanju upravitelja cesta

Izvor: [10]

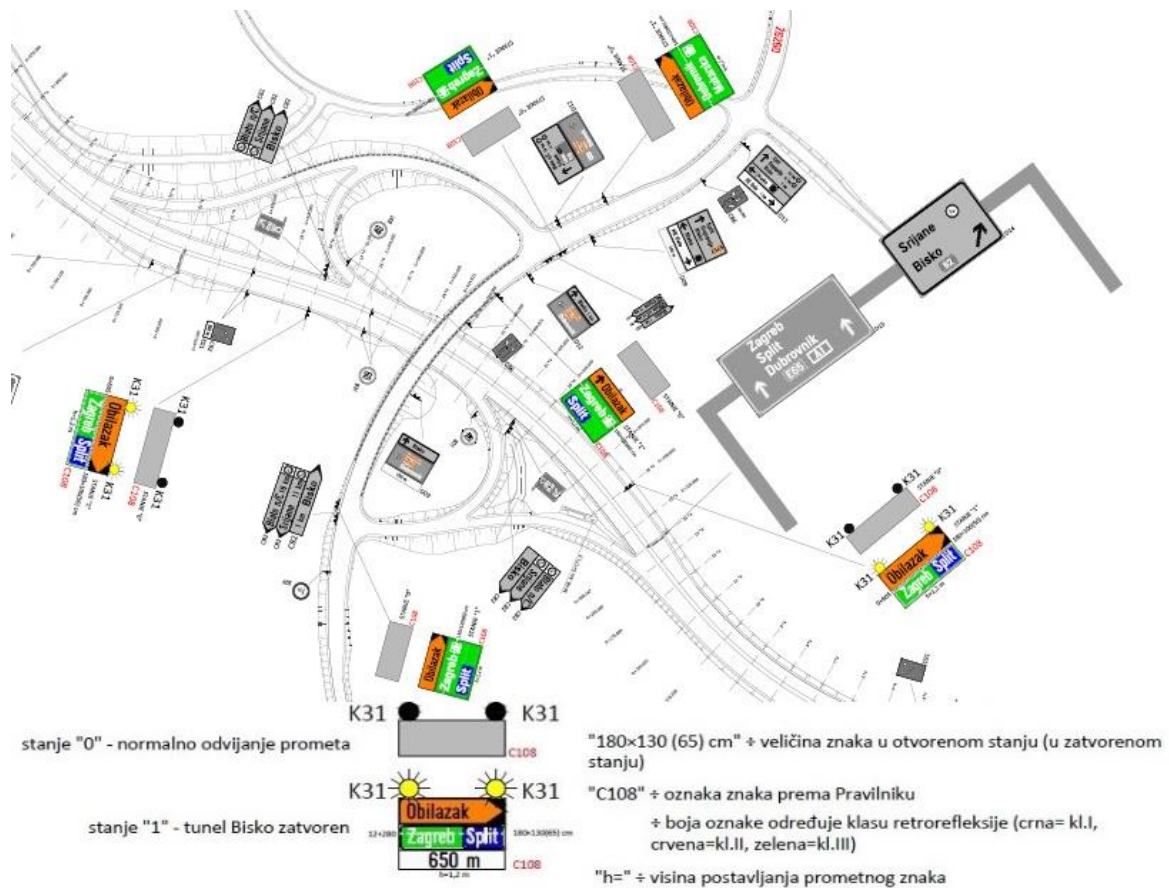
Kao dodatak uz protokol izrađuje se i prometni elaborat vođenja prometa obilaznim pravcima. Prometni elaborat sadrži preglednu situaciju privremene prometne signalizacije korištene kod obilaznih pravaca, situacije određenih građevinskih elemenata i raskrižja, detaljan prikaz preklonih putokaza i druge potrebne elemente [10]. Primjer pregledne situacije obilaznih pravaca kod zatvaranja dijela autoceste A1 prikazan je na Slici 4.



Slika 4: Pregledna situacija obilaznih pravaca

Izvor: [10]

Prometni znakovi privremene regulacije prometa na autocesti, korišteni prilikom zatvaranja dionice autoceste te preusmjeravanja prometa, prikazani su u bojama na Slici 5. Prometni znakovi za vrijeme svakodnevnog odvijanja prometa na autocesti su preklopljeni i ne prikazuju nikakvo značenje, odnosno u nultom su stanju. Za vrijeme zatvaranja dijela autoceste te preusmjeravanja prometa na obilazne pravce, prometni znakovi se otvaraju (Stanje 1) i prikazuju smjer obilaska područja radova [10].



Slika 5: Pregledna situacija privremenih regulacija raskrižja

Izvor: [10]

Privremenu regulaciju prometa uspostavlja, nadzire, održava i uklanja samo pravna ili fizička osoba osposobljena za obavljanje takvih poslova te za svaku uspostavljenu privremenu regulaciju prometa, imenuje odgovornu osobu [1].



## 4.1. Faze uspostave privremenih regulacija u prometu

Kako bi se osiguralo pravilno funkcioniranje područja privremenih regulacija prometa te smanjio utjecaj na odvijane prometa, organizacija privremenih regulacija prometa odvija se u pet faza [11]:

- a) planiranje;
- b) izrada projekta/elaborata;
- c) postavljanje u funkciju;
- d) funkcionalna operativnost;
- e) uklanjanje.

### *a) Planiranje*

Planiranje privremenih regulacija prometa jedan je od kritičnih elemenata dobrog upravljanja prometom radne zone. Kada se planira i pravilno razmišlja o načinu izvođenja privremenih regulacija, smanjuju se mogućnosti nastanka nesreća. Subjekti koji sudjeluju u planiranju privremenih regulacija su upravitelji cesta, izvođači radova, investitori radova, operatori javnog gradskoj prijevoza, prometna policija i drugi. Oni zajedno iznose uvjete, prijedloge i ideje za izvođenje privremenih regulacija u prometu. Postupkom planiranja postiže se određena sigurnost, jer se odgovarajuća oprema, kadrovi i povezana sigurnosna pitanja razmatraju prije početka obavljanja radova. Takva razmatranja dovode do veće produktivnosti i aktivnosti te se javlja povećana svijest o situaciji, jer izvođač mora aktivno razmišljati o metodama upravljanja prometom pomoću privremenih regulacija. Prilikom planiranja privremenih regulacija kod radova na cesti, potrebno je obratiti pažnju upravljanjem svim sudionicima u prometu, kao i uzeti u obzir količinu i brzinu odvijanja prometa. Kao glavni cilj planiranja privremenih regulacija je minimiziranje poremećaja prometa te napredak radova na cesti, pružajući sigurno okruženje pravilnom uspostavom privremenih regulacija u prometu [4].

Nakon planiranja privremenih regulacija u prometu, svi doneseni uvjeti moraju biti opravdani i uravnoteženi s obzirom na [11]:

- zahtjeve sigurnosti odvijanja motoriziranog i nemotoriziranog prometa;
- minimalne zahtjeve odvijanja javnoga i individualnog prometa;
- radova koji se već izvode ili se planiraju izvoditi u široj zoni;
- minimalno ometanje svakodnevnih aktivnosti u promatranj zoni;
- djelotvorno izvođenje radova;
- gospodarsku opravdanost poremećaja koje podrazumijeva uvođenje privremene regulacije prometa;
- štetnog utjecaja na okolinu itd.

### *b) Izrada projekta/elaborata*

Projekt privremene regulacije prometa podrazumijeva situacijski plan organiziranja prometnih tokova te vrstu, količinu i mjesto uporabe prometnih znakova i ostale promete opreme neophodne za sigurno odvijanje prometa, ali i za nesmetano odvijanje radova [11]. U

projektu privremene regulacije prometa analizira se područje obuhvata te utjecaj područja obuhvata na kretanje prometnih tokova u užoj i široj zoni radova. Temeljem rezultata analize predlaže se rješenje koje će omogućiti privremeno odvijanje prometa za vrijeme izvođenja radova uz što je moguće manje smanjenje razine prometne usluge. Elaborat privremene regulacije prometa prilikom izvođenja radova ovlaštenu inženjer prometa može izrađivati samostalno [12]. Sastavni dijelovi projekta su pisano rješenje kojim se utvrđuju obveze i odgovornosti sudionika tijekom izvođenja radova i skica smještaja prometnih znakova i opreme te načina vođenja i reguliranja prometa u zoni izvođenja radova [11].

#### *c) Postavljanje u funkciju*

Nakon izrade elaborata privremene regulacije prometa, slijedi postavljanje prometnih znakova, oznaka na kolniku te ostale prometne opreme. Sva korištena prometna signalizacija i oprema moraju biti postavljeni u skladu s izrađenim elaboratom privremene regulacije prometa [11]. Postavljanje privremenih regulacija u prometu s dugotrajnom trajanjem u pravilu se izvodi nakon jutarnjeg vršnog sata, a započinje se s postavljanjem prometnih znakova u smjeru odvijanja prometa. Najprije se postavljaju najudaljeniji prometni znakovi, a zatim oni bliži mjestu na kojem je privremeni režim odvijanja prometa uspostavljen. Privremenu prometnu signalizaciju potrebno je uskladiti sa stalnom signalizacijom te prekriti znakove koji su u suprotnosti ili nisu u funkciji za vrijeme privremenih regulacija. Svjetleći elementi prometne signalizacije moraju biti u funkciji tijekom noći i u uvjetima smanjene vidljivosti. Odgovorna osoba izvođača radova dužna je pregledati uspostavljenу privremenu prometnu signalizaciju te u dnevnik radova upisati njenu usklađenost s tipskom shemom ili prometnim elaboratom privremene regulacije prometa [1].

#### *d) Funkcionalna operativnost*

Za vrijeme obavljanja radova može doći do pomicanja ili oštećenja elemenata privremene regulacije prometa. Kako bi se osigurala kontinuirana učinkovitost tijekom cijelog perioda rada, potrebno je vršiti redovite preglede, zamjenu i čišćenje prometnih znakova i opreme u području radova [11]. Odgovorna osoba mora redovito nadzirati područje privremene regulacije prometa te ako je potrebno, uskladiti je s tipskom shemom ili prometnim elaboratom. U slučaju određenih nedostataka uspostavljenog područja privremene regulacije, potrebno je odmah provesti odgovarajuće mjere i aktivnosti za njihovo otklanjanje te o tome odmah obavijestiti davatelja suglasnosti. Ukoliko postoje opravdani razlozi za privremeno uklanjanje ili izmještanje pojedinih elemenata privremene regulacije prometa, iste je potrebno vratiti u početno stanje čim razlozi za njihovo uklanjanje prestanu. Površina ceste kojom se odvija promet oko područja privremenih regulacija, također treba redovito nadzirati kako bi se osiguralo da se održava u zadovoljavajućem operativom stanju [1].

#### *e) Uklanjanje*

Po završetku radova na cesti potrebno je ukloniti privremenu regulaciju prometa kako bi se omogućilo sigurno i nesmetano odvijanje prometa. Prometna signalizacija korištena prilikom privremenih regulacija uklanja se suprotno od smjera vožnje, a ukoliko je došlo do promjene načina izvođenja prometa, potrebno je postaviti novu prometnu signalizaciju [4]. O

uklanjanju privremene regulacije prometa, odgovorna osoba izvođača radova mora obavijestiti upravitelja ceste [1].

Kako bi se pravilno i na vrijeme uspostavila privremena regulacija prometa, sva potrebna prometna signalizacija i oprema treba biti ispravno skladištena i spremna za postavljanje od strane radnih skupina za održavanje i intervencije u prometu. Ista se također nakon korištenja ponovno vraća u za to predviđena mjesta te ukoliko je potrebno čisti, popravlja i održava. Primjer pravilno skladištene prometne signalizacije i opreme, koja se koristi kod uspostave privremenih regulacija u prometu prikazana je na Slici 6.



*Slika 6: Skladištenje prometne signalizacije i opreme*

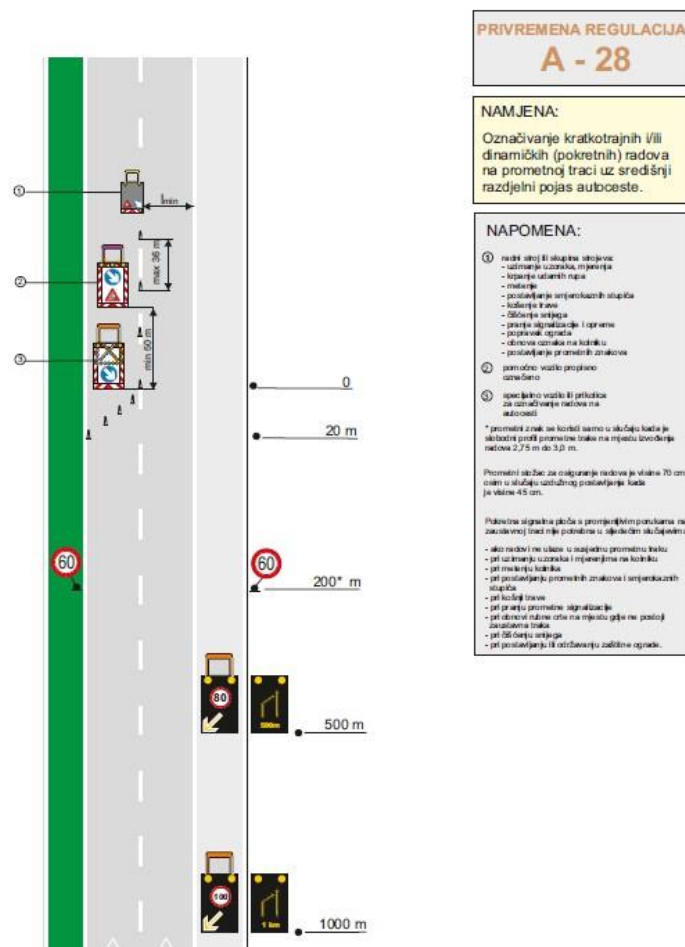
Izvor: [10]

## **4.2. Uspostava pomoću tipskih shema**

Tipske sheme privremenih regulacija u prometu često se koriste u praksi za osiguravanje sigurnog odvijanja prometa na području radova. Tipske sheme sadrže situacijski prikaz položaja prometne signalizacije i opreme koju je potrebno postaviti, udaljenost između postavljenih znakova, potreban sigurnosni razmak, razmak između radnih strojeva, zaštitno područje i slično. U prilogu o tipskim shemama prikazane su situacije postavljana prometne signalizacije na autocestama, cestama izvan naselja i cestama u naselju. Za sve vrste prometnica prikazani su različiti slučajevi izvođenja radova, bilo da se radi o statičkim ili dinamičkim privremenim regulacijama prometa ili da se radovi izvode pokraj ceste ili na cesti.

### *a) Primjer uspostave privremenih regulacija prometa na autocestama ili brzim cestama*

Zbog sličnosti u tehničkim karakteristikama ceste, tipske sheme privremene regulacije prometa za autoceste mogu se primjenjivati i na brzim cestama. Primjer označavanja privremene regulacije prometa za vrijeme kratkotrajnih dinamičkih radova na prometnoj traci uz središnji razdjelni pojas autoceste prikazan je na Slici 7.



Slika 7: Tipška shema privremenih regulacija prometa na autocesti

Izvor: [13]

Primjer prikazane tipske sheme izvodi se prilikom izvođenja radova košenja trave, čišćenja snijega, popravaka ograde, obnove oznaka na kolniku na autocestama ili brzim cestama. Radovi se obavljaju uz prethodno obostrano postavljanje i premještanje osnovne garniture prometnih znakova prema propisanoj tipskoj shemi. Za uspostavu privremene regulacije koriste se tri vozila. Prvo vozilo je radni stroj koji obavlja radove i ono sa stražnje strane ima montiranu signalnu ploču sa tri treptača i dva prometna znaka (A25 „Radovi na cesti“ i B52 „Obavezan smjer obilaženja“) te se kreće prvo dok obavlja radove. Drugo vozilo je pomoćno vozilo koje vuče signalnu prikolicu sa LED strelicama za usmjeravanje prometa i ostalim znakovima te zalijepljenim trakama sa crveno bijelim poljima na stražnjoj strani. Treće vozilo je specijalno vozilo ili prikolica za označavanje radova na cesti i ono se kreće zadnje po redu. Zadnje vozilo može biti dodatno opremljeno ublaživačima udara kako bi se ublažile posljedice u slučaju naleta vozila na radne strojeve. Razmaci između vozila koja sudjeluju u privremenoj regulaciji prometa kao i sigurnosni bočni razmak su također propisani u tipskim shemama [10]. Primjer privremene regulacije prometa prema opisanoj tipskoj shemi za vrijeme košenja trave na razdjelnom pojasu prikazan je na Slici 8.

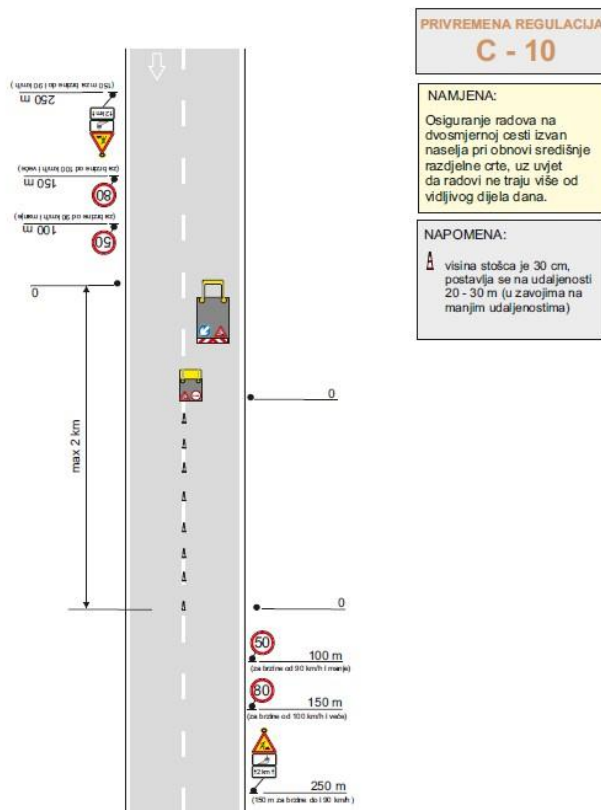


*Slika 8: Uspostava privremenih regulacija prema tipskoj shemi*

Izvor: [10]

*b) Primjer uspostave privremenih regulacija prometa na cestama izvan naselja*

Tipske sheme privremene regulacije prometa za ceste izvan naselja sadrže situacijske prikaze postavljanja prometne signalizacije i opreme te radnih strojeva za vrijeme obavljanja radova na dvosmjernim cestama izvan naselja. Primjer uspostave privremene regulacije prometa za vrijeme radova na dvosmjernoj cesti izvan naselja, pri obnovi središnje razdjelne crte prikazan je na Slici 9.



Slika 9: Tipaska shema privremene regulacije prometa na cesti izvan naselja

Izvor: [13]

Obnavljanje ili izvođenje središnje razdjelne crte je najopasniji i tehnički najzahtjevniji dio izvođenja oznaka na kolniku, budući da se vozi u srednjoj trećini kolnika te se često dolazi u tzv. „škare“ između vozila iz suprotnih smjerova. Ovakav način izvođenja radova zahtjeva dobro provođenje privremenih regulacija prometa kako bi se maksimalno smanjili rizici i zaštitili svi sudionici u prometu. Oznake na kolniku, natpisi i slično izvode se uz pomoć stroja koji je na vrhu kabine označen svjetlosnom signalizacijom (LED bljeskalice), a na stražnjoj strani prometnim znakom (B52 „Obavezan smjer obilaženja“). Razdjela crta izvodi se u neprekidnom pokretu putem radnog stroja. Na potezima gdje je cesta u pravcu i dobra je preglednost, privremena prometna signalizacija postavlja se prema propisanoj tipskoj shemi, dok na nepreglednim dijelovima ceste (u zavojima, usjecima i slično) prije područja izvođenja radova, na dovoljnoj udaljenosti postavi se i prateće vozilo kao prethodno upozorenje vozačima. Prateće vozilo treba biti opremljeno propisanom prometnom signalizacijom i opremom, a samo područje izvođenja radova ograđeno garniturom čunjeva (K19 - stožac). U slučajevima kratkotrajnog premještanja ili pomicanja stroja, regulacija prometa obavlja se ručno zastavicama ili pločama. Nakon završetka jedne dionice (do 2 km), uklanjaju se čunjevi i premješta se privremena prometna signalizacija [10].

Privremene regulacije prometa na cestama u naselju izvode se na isti način prema zadanim tipskim shemama. U posebnim slučajevima zbog prostornih ograničenja u naseljenim mjestima (npr. u gradovima), tipske sheme se mogu izmijeniti i prilagoditi sukladno stvarnoj situaciji u području obuhvate te širini prometnih traka [1].

### 4.3. Uspostava pomoću prometnog elaborata

U slučaju da zbog određenih specifičnih uvjeta, okolnosti, karakteristika ceste, veličine izvođenja radova i slično, nije moguće primijeniti tipske sheme, pristupa se izradi prometnog elaborata privremene regulacije prometa. Prometnim elaboratom privremene regulacije prometa određuje se sadržaj, namjena i postavljanje privremene prometne signalizacije i opreme, a elaborat izrađuju ovlašteni inženjeri [1].

Prometni elaborat privremene regulacije prometa mora sadržavati opći dio i posebni dio, ovisno o vrsti, sadržaju i obuhvatu zahvata. U općem dijelu sadržana je naslovna stranica, podaci o naručitelju, sadržajni dijelovi elaborata s nazivima i oznakama brojeva stranica te brojevi grafičkih priloga [1]. U općem dijelu prikazuje se i izvadak iz sudskog registra tvrtke koja je ovlaštena za izradu prometnih elaborata, rješenje o imenovanju projektanta, izjava o primjenjivanju mjera za zaštite od požara, mjera zaštite na radu i slično. Svi elementi prometnog elaborata moraju biti usklađeni s posebnim zakonima, pravilnicima, propisima te pravilima struke [10]. Primjer izjave projektanta o usklađenosti projekta sa zakonima i propisima, iz prometnog elaborata privremene regulacije prometa na brzjoj cesti DC1 Solin – Klis – Sinj prikazan je na Slici 10.

Na temelju članka 52. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19) i Pravilnika o obveznom sadržaju i opremanju projekata građevina (NN 65/20) izdaje se:

#### IZJAVA PROJEKTANTA O USKLAĐENOSTI PROJEKTA S POSEBNIM ZAKONIMA I PROPISIMA

broj [REDACTED]

kojom se potvrđuje da je Prometni elaborat dolje navedene građevine:

Naziv građevine:	REKONSTRUKCIJA BC SOLIN-KLIS-SINJ, PODDIONICA: JAMANI-KLIS (GRLO)
Lokacija građevine:	k.č.br. 523/2, 524/1, 524/2, 4647/6, 4647/7 i 6556, k.o. Klis, Općina Klis, Splitsko-dalmatinska županija
Naziv projektiranog dijela građevine:	ZATVARANJE JEDNOG PROMETNOG TRAKA NA BRZOJ CESTI NEPOSREDNO UZ GRADILIŠTE
Investitor:	HRVATSKE CESTE d.o.o., Vončinina 3, 10 000 Zagreb
Razina projekta:	IZVEDBENI PROJEKT
Strukovna odrednica projekta:	PROMETNI ELABORAT
Datum:	2020-07
Oznaka projekta:	[REDACTED]

usklađen sa slijedećim zakonima, pravilnicima, propisima i hrvatskim normama:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19)
- Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 130/17, 39/19)
- Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19)
- Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/06, 74/11, 80/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20)
- Zakon o poslovima i djelatnostima prostornoga uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)
- Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, 114/18, 110/19)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18)
- Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- Zakon o vodama (NN 69/19)
- Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19)
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10)
- Zakon o normizaciji (NN 80/13)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)
- Tehnički propis za građevinske konstrukcije (NN 17/17)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01)
- Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 95/14)

Slika 10: Izjava o usklađenosti prometnog elaborata privremenih regulacija

Izvor: [10]

Tehnički dio prometnog elaborata sadrži odabran i opisan izbor regulacije prometa, postojeću i planiranu prometnu signalizaciju i opremu, prometno sigurnosnu analizu te prometna rješenja površina s ograničenim pristupom [10]. Ukoliko je privremena regulacija

prometa upravlja prometnim svjetlima, elaborat mora sadržavati i podatke o brojanju prometa, planu i položaju signala, izračune zaštitnih međuvremena i ostale podatke značajne za regulaciju prometa prometnim svjetlima [1].

U uvodu tehničkog dijela prometnog elaborata opisuje se predmet samog rada, predviđeni i nepredviđeni radovi na cesti, povećanje sigurnosti kao cilja privremenih regulacija, razdoblje odvijanja spomenutih radova te predviđena prometa signalizacija i oprema. Tehnički opis sadrži rješenje privremene prometne signalizacije i opreme te opis korištenih prometnih znakova i opreme ceste. U rješenju privremene prometne signalizacije i opreme opisuju se tehničke karakteristike ceste, stacionaže predmetne lokacije, PGDP, smjer ceste te samo rješenje privremene regulacije prometa [10]. U dijelu o prometnim znakovima opisuju se predviđeni prometni znakovi te njihova veličina i boja za razinu predmetne ceste. Kod prometnih znakova elaborat propisuje [10]:

- stabilnost folije na ultraljubičasto zračenje;
- pozadinu znaka;
- trajne oznake sa sadržajem;
- način pričvršćivanja prometnih znakova;
- elemente pričvršćivanja;
- promjer i materijal postolja i stupova;
- vodoravni otklon prometnog znaka prema osi ceste i slično.

Projektom je obuhvaćena i prometna oprema ceste koja se koristi kod privremenih regulacija prometa te je opisan svaki element prometne opreme, način postavljanja i zahtijevana svojstva. Svi elementi prometne signalizacije i opreme moraju se redovito kontrolirati i biti u ispravnom stanju [10].

Kao sastavni dio prometnog elaborata privremenih regulacija prometa je i troškovnik gdje se prikazuje korištena oprema i radovi. Troškovnik se sastoji od rednog broja stavke, opisa stavke, jedinice mjere, količine, cijene i ukupnog iznosa [10]. Primjer specifikacije prometnih znakova i opreme kao sastavnog dijela troškovnika prikazan je na Slici 11.

KATASTAR PROMETNIH ZNAKOVA		
ZNAKOVI I DIMENZIJE	BROJ KOMADA	NAČIN POSTAVLJANJA
A15 T-120 cm 	x 2	2 x stup; L = 2,50 m; ø 60,3 mm
G17 ø 18 cm A15 T-120 cm E01 90 x 45 cm 	x 2	2 x stup; L = 2,90 m; ø 60,3 mm 2 samostojeća postolja po stupu
B30 ø 90 cm  B31 ø 90 cm 	x 2	2 x stup; L = 3,20 m; ø 60,3 mm 2 samostojeća postolja po stupu
B30 ø 90 cm 	x 2	2 x stup; L = 2,30 m; ø 60,3 mm
B60 ø 90 cm 	x 6	6 x stup; L = 2,30 m; ø 60,3 mm

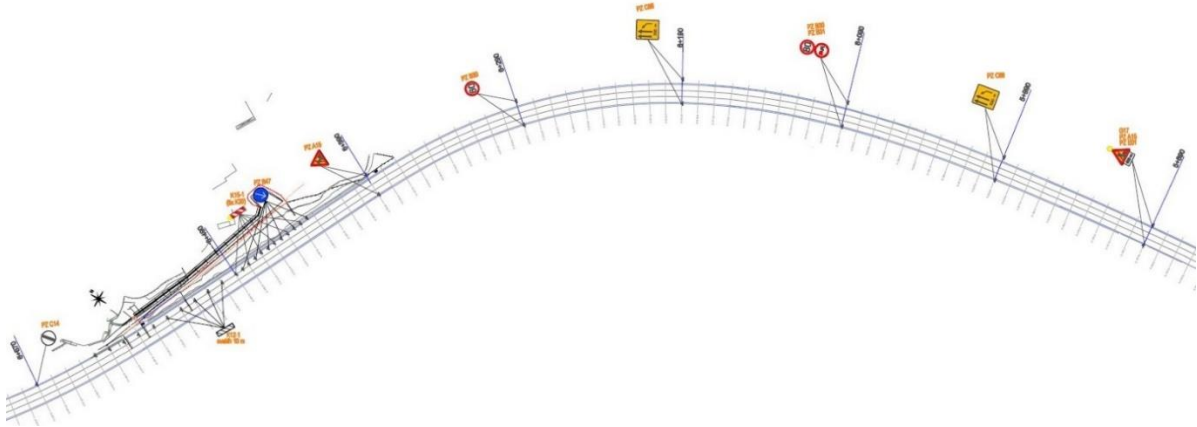
KATASTAR PROMETNIH ZNAKOVA		
ZNAKOVI I DIMENZIJE	BROJ KOMADA	NAČIN POSTAVLJANJA
C14 ø 90 cm 	x 1	1 x stup; L = 2,30 m; ø 60,3 mm
C88 120 x 144 cm 	x 2	4 x stup; L = 2,80 m; ø 60,3 mm 2 samostojeća postolja po stupu
C88 120 x 144 cm 	x 2	4 x stup; L = 2,80 m; ø 60,3 mm 2 samostojeća postolja po stupu
K12-1 30 x 100 cm 	x 25	razmak 10 m u zoni radova
K20 K15-1 30 x 100 cm 	1 kpl	1 komplet = 6 elemenata + 2 akumulatora

Slika 11: Troškovnik

Izvor: [10]



Kao zadnji dio prometnog elaborata privremene regulacije prometa izrađuje se grafički prikaz odnosno situacije i nacrti. Situacije i nacrti sadrže: pregledne situacije na topografskim kartama, prometne znakove, signalizaciju i opremu na geodetskoj ili digitalnoj ortofoto karti, položaj znakova u poprečnom profilu ceste ili objekta, mjere za povećanje stupnja sigurnosti prometa i slično [10]. Primjer grafičkog prikaza privremene regulacije prometa prikazan je na Slici 12.



*Slika 12: Grafički prikaz privremene prometne regulacije*

Izvor: [10]

Bilo da se privremene regulacije prometa uspostavljaju pomoću tipskih shema ili prometnog elaborata, uvijek je potrebno poznavati područje obuhvata te osigurati da se postavljanje prometne signalizacije i opreme kao i obavljanje radova, izvodi prema propisanim pravilima i zakonima. Na taj način postiže se veća sigurnost za sve sudionike koji se kreću kroz područje privremenih regulacija prometa.

## 5. SIGURNOST PROMETA U ZONAMA RADOVA

Povećanje obujma prometa na cestama zahtijeva sve više radova na njihovom održavanju i sve više zona privremenih regulacija u prometu. Radovi na cestama utječu na smanjenje mobilnosti prometa i sigurnosti korisnika ceste, ali i radnika koji izvode same radove. Kako bi se povećala sigurnost svih sudionika u područjima radova, sve stranke koje su uključene u planiranje i upravljanje radovima, ali i one koje izvode radove na cesti, trebaju rješavati probleme sigurnosti i ublažavati negativne posljedice poštivanjem mjera, kako bi se smanjili rizici u područjima radova [14].

### 5.1. Zone radova na cesti

Područja radova zahtijevaju od sudionika u prometu povećanje pažnje kako bi pravovremeno uočili novu situaciju te primijetili prisutnost radnika, mehanizacije, manji broj prometnih traka, nedostatak horizontalne i vertikalne signalizacije i slično. Smanjena pažnja vozača dovodi do pogrešaka čije posljedice u područjima radova mogu biti posebno ozbiljne jer mogu biti uključeni i radnici [15].

Nesreće u područjima izvođenja radova su uporni problem cestovne sigurnosti u mnogim zemljama. Iako prometne nesreće motornih vozila vezane za područja radova na cestama čine samo mali postotak ukupnog broja nesreća, fenomen je značajan i radne zone se mogu smatrati kritičnim točkama za sigurnost samih vozača i radnika na cestama. U većini slučajeva radovi na cesti se nalaze u blizini prometa, s ograničenim raspoloživim prostorom koji stvara rizike i za vozače i radnike u zonama radova [15].

Tipični rizici koji se mogu pojaviti u područjima radova na cestama su [2]:

- brzi promet kroz područje radova;
- velika količina prometa;
- velika količina teških teretnih vozila;
- uski prostor na kolniku;
- radnici u blizini prolaznog prometa;
- loša preglednost područja radova;
- prisutnost nezaštićenih opasnosti (iskopi na kolniku);
- rasuti materijal na cesti i
- radna vozila koja ulaze i izlaze iz područja radova.

Neki od glavnih čimbenika koji utječu na sigurnost prometa u zonama radova su [14]:

- **proračunska brzina prometnice** koja je glavni čimbenik za procjenu potencijalnih rizika i prema kojoj se razlikuju zone rizika prema mjestima radova, koje mogu biti: zone radova na autocesti, zone radova na brzjoj cesti, zone radova u naseljima i zone radova na ruralnim cestama ili cestama manje važnosti,
- **udio teških vozila** kao dodatan rizik za sve radnike u području radova. Prema ovom segmentu radne zone se mogu razlikovati prema udjelu teških vozila u PGDP [PAJ/t]; (prosječni godišnji dnevni promet, putnička automobilska jedinica/ vrijeme): zone

radova s malim postotkom teških vozila (do 10 %), zone radova s velikim postotkom teških vozila (od 10 do 25 %), zone radova s velikim postotkom teških vozila i autobusa te cisterni i vozila s opasnim teretom (15% teških vozila te oko 5 % vozila s opasnim teretom),

- **broj prometnih traka:** zone radova sa suženjem prometnih traka (bez redukcije broja prometnih traka), zone radova sa zatvaranjem traka (kod prometnica sa više traka u jednom smjeru),
- **smjer prometa:** promet u oba smjera, alternativni jednosmjerni promet (gdje samo jedan trak ostaje slobodan za dva smjera prometa), skretanje (usmjeravanje prometnog toka u cijelosti ili parcijalno s jedne ceste na drugu), promet u svakom smjeru u intervalima ili podjela ujutro – poslijepodne,
- **vrsta interakcije prometnih tokova:** križanje prometnog toka, izmjena prometnog toka (odnosi se na ulaz ili izlaz na autocestu ili brzu cestu sa dva odvojena smjera), zona radova uz rub ili pored ceste, zona radova na nogostupu/biciklističkoj stazi, zona radova u srednjoj traci (zatvorena za promet), zona radova na prometnici sa tramvajskim prometom.

Bez obzira na vrstu interakcije prometnih tokova, smjer prometa ili udio teških vozila u područjima privremenih regulacija na cestama, glavni uzroci prometnih nesreća su većinom od strane vozača. Najčešći uzroci nastanka nesreća su gubitak koncentracije, neprilagođivanje novim uvjetima na cesti, ignoriranje signalizacije i brzina. U mnogim literaturama široko je rasprostranjeno mišljenje da je brzina jedan od najvažnijih čimbenika kod prometnih nesreća u zonama radova. Stoga je kontrola brzine ključna za sigurnost vozača i radnika na cestama. Iz tog razloga upravitelji cesta i agencije diljem svijeta postavljaju standarde i smjernice za izradu i provedbu planova kontrole prometa u zonama privremenih regulacija, koje se moraju poštivati kako bi se osigurala sigurnost vozača i radnika. Ti dokumenti obično zahtijevaju uređaje i naprave za kontrolu prometa postavljene ispred i unutar zone radova, kako bi upozorili i usmjerili vozače da održe pravilan položaj i brzinu [15].

Prema kategorijama prometnica na kojima se postavljaju privremene regulacije u zonama radova, autoceste i brze ceste obično se odlikuju visokim standardima u pogledu dizajna, regulacije, znakova i opreme, dok i sam kolnik ima visoke geometrijske standarde. Na takvim prometnicama se u većoj mjeri poštuju propisane mjere, za razliku od prometnica nižih kategorija kao županijske ili lokalne ceste koje karakteriziraju lošije geometrijske značajke pa je veća vjerojatnost da takve radne zone ne zadovoljavaju sigurnosne uvjete i mjere koje zahtijevaju važeće smjernice [15].

Postojeće mjere po kojima se postavljaju privremene regulacije prometa, obično se ne temelje na studijama ponašanja vozača i podacima o prometnim nesrećama u zonama radova. Standardna prometna signalizacija sa privremenim ograničenjem brzine često nije dovoljna da bi se značajno umanjio utjecaj brzine vozila na sigurnost u području radova. Stoga je razumijevanje stvarnog utjecaja brzine u zonama radova i njezinog odnosa sa značajkama radne zone, ključno za izradu odgovarajućeg dizajna privremenih regulacija prometa [15].

## 5.2. Dosadašnja istraživanja o područjima radova na cestama

Kako bi se održavala i konstantno unaprjeđivala sigurnosti prometa u zonama radova, potrebno je prikupljati i analizirati statističke podatke, pomoću kojih se mogu prepoznati specifični problemi i rizici te postaviti određeni ciljevi i strategije. Pouzdani i točni podaci o sigurnosti na cestama su osnova za uspješan rad i odvijanje prometa. U Republici Hrvatskoj se ne vodi statistika o prometnim nesrećama u područjima radova na cestama pa tako u Biltenu o sigurnost cestovnog prometa postoje samo kategorije nesreća po značajkama cesta, meteorološkim uvjetima, stanju kolnika te vrsti vozila. Zbog nedostatka podataka, u ovom diplomskom radu obradit će se podaci iz drugih država korišteni za pregled čimbenika vezanih za nesreće u zonama radova.

Jedan od glavnih razloga zašto se ne vodi konkretna statistika za nesreće u zonama radova je nedostatak standarda za prikupljanje podataka, nedostatak kvantificiranih mjera za usporedbu podataka (npr. broj nesreća po duljini, trajanju radova, gustoći prometa i slično) te ograničena veličina uzoraka samih nesreća. Drugi problem je definiranje samog područja obavljanja radova, konkretnije područja kojeg zauzimaju mjere kao što su znakovi, oznake i zaštitna oprema. To područje može se proširiti i izvan područja koje je aktivno zauzeto radovima na cesti na područje obuhvata cijele privremene regulacije prometa [15].

Radi povećanja sigurnosti u zonama radova na cestama u sklopu IRIS projekta (Incursion Reduction to Increase Safety in road work zones) zajedno s nacionalnim tijelima za ceste u Europi, prikupljeni su podaci o nesrećama za kratkoročne, srednjoročne i dugotrajne radove na cestama. Podaci su korišteni iz baze podataka IGLAD (Inicijativa za globalno usklađivanje podataka o prometnim nesrećama) te nacionalnih baza podataka države Belgije, Francuske, Irske, Nizozemske, Norveške, Švedske i Ujedinjenog Kraljevstva [7].

Za 2017. godinu baza podataka IGLAD sadržavala je ukupno 3100 slučajeva nesreća u zonama radova, za spomenuti projekt uzeti su samo podaci iz zemalja Europske unije. Izvan IGLAD baze podataka, dodatnih 2150 slučajeva je iz Austrije, Češke, Francuske, Njemačke, Italije, Španjolske i Švedske. Podaci o nesrećama su prikazani u Tablici 4. zajedno sa vrstama ceste na kojoj se dogodila nesreća, posljedicama, izvorom podataka te godinama u kojima su se dogodile nesreće [7].

Tablica 4: Prikupljeni podaci o nesrećama u zonama radova

Država	Izvor	Broj nesreća u područjima radova	Godine	Vrsta ceste	Posljedice
Internacionalni podaci	IGLAD	13	2007-2014	Sve	Bez specificiranih ozljeda
Belgija	Vias institut	20	2014-2015	Autoceste	Smrtne
Francuska	Savez društava Francuske autoceste (ASFA)	349	2014-2016	Autoceste	Bez specificiranih ozljeda
Irska	Prometna infrastruktura Irska	96	2016-2017	Sve	Bez specificiranih ozljeda
Nizozemska	Rijkswaterstaat	37	2018	Autoceste	Bez specificiranih ozljeda
Norveška	Norveška administracija za javne ceste	23	2005-2009	Sve	Smrtne
Švedska	Švedska administracija za transport	3958	2003-2015	Sve	Ozlijeđene ili smrtne
Ujedinjeno Kraljevstvo	Engleske autoceste	2542	2016-2017	Autoceste	Bez specificiranih ozljeda

Izvor: [7]

Ukupni europski podaci o nesrećama u području radova čine manje od 2 % zabilježenih nesreća na cijeloj cestovnoj mreži. Iz nacionalne studije iz Belgije i Norveške najčešća vrsta prometnih nesreća u područjima radova na cestama je sudar u stražnju stranu vozila. Takve vrste nesreće najčešće su za vrijeme prometnih zagušenja duž područja radova, koje su uzrokovane smanjenjem broja prometnih traka, suženjima ili promjenama traka. Nadalje, neke od prijavljenih nesreća u spomenutim izvorima su sudari sa sigurnosnim uređajima (zaštitne ograde, ublaživači udara i slično) koji su postavljeni za zaštitu područja obavljanja radova. Što se tiče razdoblja tijekom dana, velika većina svih nesreća na radnom području događa se po danu i lijepom vremenu. Sam razlog tome je što tijekom noći općenito promet nije gust i radovi se većinom obavljaju tijekom dana [7].

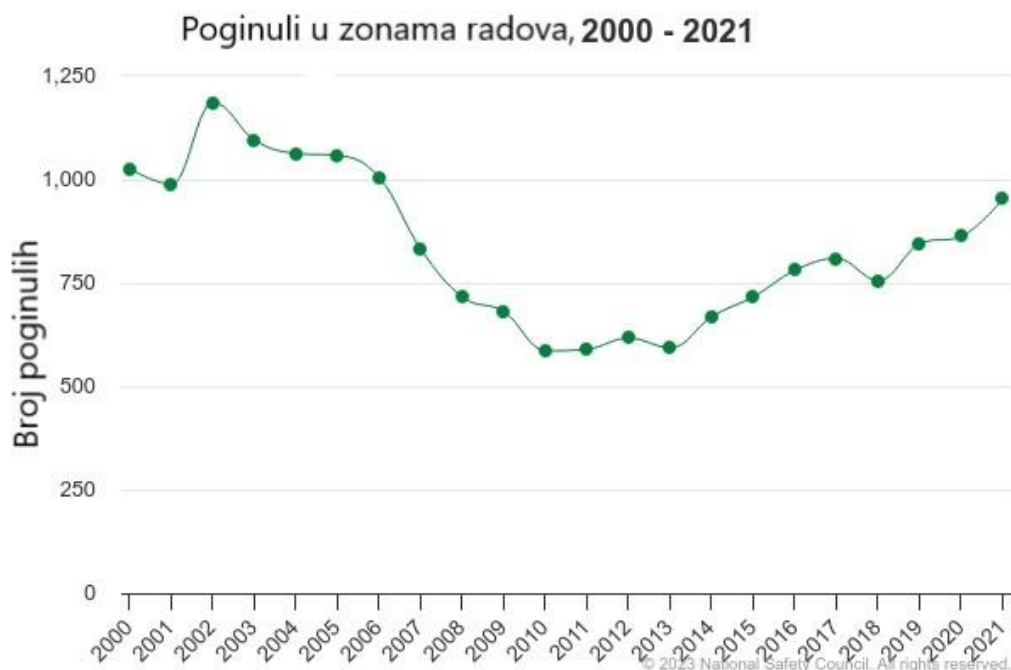
Analiza podataka iz Finske i Slovenije utvrđuje da je rizik od osobnih ozljeda vozača tijekom prolaska kroz područje radova 2,9 do 4,9 puta veći nego u normalnim uvjetima prometa na cestama. Agencija za autoceste Ujedinjenog Kraljevstva u 2006. g. je pokazala da 20 % radnika na cestama je pretrpjelo neku ozljedu uzrokovanu prolaskom vozila, a 54 % ih je zamalo doživjelo nezgodu [15].

Dostupni podaci o nesrećama u područjima radova u zemljama Europske unije su oskudni, zastarjeli i neusklađeni sa podacima iz ostalih država, što predstavlja veliku

zabrinutost za sigurnost prometa i radnika. Problem predstavlja to što se od zemlje do zemlje razlikuje odabir prometnih nesreća, razina detalja koja se treba uključiti i struktura baze podataka, što stvara dodatnu poteškoću pri analizi i usklađivanju podataka o nesrećama. Jedan od takvih primjera je država Italija koja u postupku prikupljanja podataka o nesrećama u svojim obrascima i izvješćima uopće nema oznake radne zone, tako da su takvi podaci o nesrećama u zonama radova na cestama u Italiji nepoznati i nedostupni [7].

Svi dostupni podaci su relativno nedostatni s izuzetkom Sjedinjenih američkih država, koje vode detaljnu statistiku o prometnim nesrećama u područjima radova na cestama. Podatke o prometnim nesrećama u SAD-u prikuplja Savezna uprava za autoceste (FHWA) i Nacionalna uprava za sigurnost u prometu (NHTSA) za područja radnih zona iz svih 50 država. U SAD-u se prema podacima dogodi jedna smrtna nezgoda u području radova na cestama na svakih 6.5 milijardi kilometara putovanja i na svakih 112 milijuna dolara vrijednih troškova izgradnje cesta [16].

Između 2013. g. i 2021. g. smrtnost u zonama radova na cestama u Americi porasla je za 61 %, a između 2020. i 2021. g. smrtni slučajevi u područjima radova porasli su za 10,8 %, dok su ukupni smrtni slučajevi na cestama porasli za 10,3 %. U 2021. g. procjenjuje se da se dogodilo više od 105.000 nesreća na radnom području koje su rezultirale sa više od 42.000 ozljeda i 954 smrtna slučaja na područjima radova na cestama. Od 954 smrtna slučaja, 468 slučajeva je bilo u građevinskim zonama na cestama, 403 u zonama nerazvrstanog tipa, 66 u područjima održavanja prometnica i 17 u komunalnim zonama [17]. U 210 prometnih nesreća su sudjelovala teška teretna vozila. Grafikon sa smrtnim slučajevima u područjima radova na cestama države SAD u razdoblju od 2000. do 2021. g. prikazan je na Slici 13.



*Slika 13: Poginuli u područjima radova na cestama u SAD-u*

Izvor: [18]

Ekonomski troškovi nesreća u zonama radova na cestama u SAD-u, procijenjeni su na više od 17,5 milijardi dolara godišnje. Radnici na održavanju cesta u prosjeku stradaju 3,7 puta češće od prosječnog radnika i 19 puta češće od inženjera i uredskih radnika [17]. Podaci o smrtnim slučajevima zavoda za statistiku BLS (Bureau of Labor Statistics) pokazuju da prosječno 55 radnika godišnje pogine nakon što ih udare vozila u zonama radova na cestama. Ova procjena zavoda za statistiku nije u potpunosti usporediva sa podacima Nacionalne uprave za sigurnost u prometu (HHTSA), jer su podaci NHTSA-e ograničeni na nesreće na javnim cestama, dok procjene smrtnih slučajeva radnika Zavoda za statistiku, uključuju sve incidente u zoni radova uzrokovane naletima vozila, bez obzira na vrste prometnica i lokacije [18]. Većina smrtno stradalih su vozači motornih vozila koja putuju kroz zone radova.

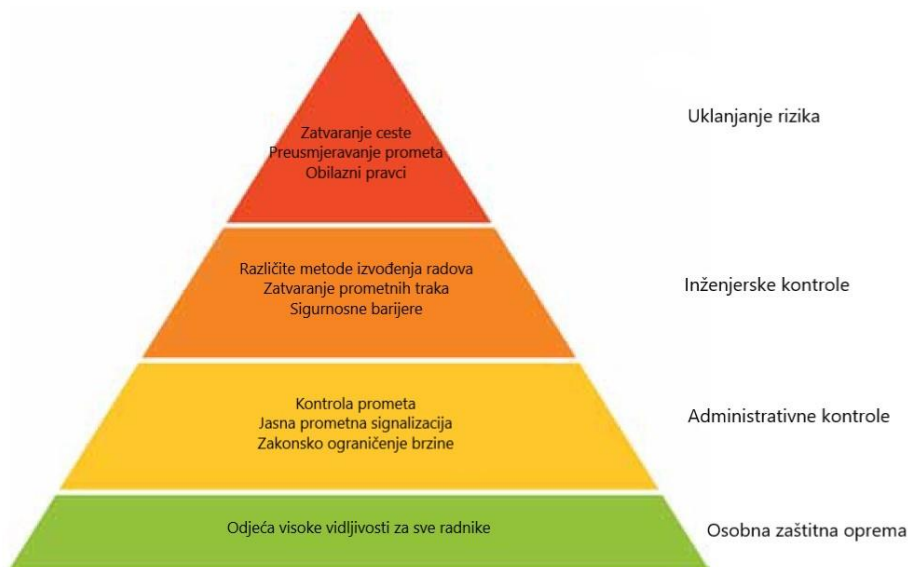
Smrtnost prema postocima [18]:

- Vozači automobila 66 %;
- Radnici 17 %;
- Vozači motocikla 16 %;
- Biciklisti 1 %;
- Ostali i nepoznati slučajevi <1 %

Prema prikazanim podacima može se primijetiti kako broj prometnih nesreća sa smrtnim slučajevima u područjima radova na cestama u SAD-u ima trend porasta u posljednjih deset godina. Ovaj trend može približno predočiti sliku u ostalim državama svijeta budući da je broj vozila u porastu. Sve veći broj stradalih i ozlijeđenih u nesrećama u zonama radova na cesti, naglašava potrebu za zaštitom. Dostupni podaci, iako oskudni i nepotpuni s izuzetkom Sjedinjenih američkih država, pokazuju kako nesreće u zonama radova na cestama predstavljaju veliku zabrinutost za sigurnost prometa i radnika te bi stoga trebale biti i dalje istražene u pokušaju poboljšanja učinkovitosti planiranja i postavljanja područja privremenih regulacija u prometu [15].

### **5.3. Smanjenje rizika u područjima radova na cestama**

Svako područje privremenih regulacija i radova na prometnicama je drugačije od ostalih. Iz tog razloga važno je da se svako područje radova pomno pregleda prije puštanja u funkciju, radi potencijalnih opasnosti i potom utvrdi mjera kontrole rizika koja najbolje odgovara. Pristup smanjenju rizika u područjima radova na cestama može se hijerarhijski prikazati kroz četiri kontrolne mjere. Mjere uključuju: uklanjanje rizika, inženjerske kontrole, administrativne kontrole te osobnu zaštitnu opremu [2]. Hijerarhijska struktura prikazana je na Slici 14.



Slika 14: Hijerarhija kontrole rizika u područjima privremenih regulacija prometa

Izvor: [2]

Prva kontrolna mjera osigurava najveći stupanj sigurnosti kroz područje radova na način da u potpunosti eliminira kretanje vozila u zoni radova. Kroz ovu mjeru upravitelji cesta i izvođači radova postavljaju pitanja i razrađuju ideje o tome može li se cesta u potpunosti zatvoriti, a da pritom postoje okolni alternativni pravci, na koje se može preusmjeriti promet. Na taj način se u potpunosti eliminira mogućnost nastanka nesreće uzrokovane vozilima. U razradi ove mjere potrebno je analizirati količinu prometa, mogućnost prolaska teških teretnih vozila, karakteristike kolnika te izraditi plan preusmjeravanja prometa na okolne ceste. Ukoliko se koristi ova mjera za smanjenje rizika potrebno je prometnom signalizacijom obavijestiti sudionike u prometu o izvođenju radova i usmjeravati ih kroz odabrane okolne pravce [2]. Primjer prometne signalizacije korištene za primjenu ove kontrolne mjere prikazan je na Slici 15.



Slika 15: Prometna signalizacije za zatvaranje dionice ceste

Izvor: [19]



Druga kontrolna mjera uključuje prijedloge za povećanje sigurnosti koje predlažu inženjeri i osobe koje sudjeluju u planiranju i izvođenju radova na cestama. Korištenjem zakona i pravilnika iz područja privremenih regulacija u prometu i na temelju vlastitog iskustva i znanja, donose mjere koje mogu povećati sigurnost svih sudionika u zonama radova. U ove mjere spada [2]:

- zatvaranje pojedinačnih prometnih traka;
- prijenosna prometna signalizacija (Slika 16);
- sigurnosne barijere za zaštitu radnika;
- prigušivači sudara na krajevima barijera;
- prigušivači montirani na stražnji dio radnih vozila;
- vozila za pratnju;
- povećani bočni razmak od područja radova i sl.



*Slika 16: Prijenosna/mobilna prometna signalizacija*

Izvor: [20]

Treća kontrolna mjera je administrativna kontrola, koja je usmjerena na upozoravanje i obavješćavanje vozača, kako bi im pružila što kvalitetnije informacije prilikom prolaska kroz područje radova.

U administrativne mjere ubrajaju se [2]:

- zakonska ograničenja brzine;
- prometna signalizacija;
- prometni čunjevi i stupići za označavanje puta kretanja;
- osobe koje kontroliraju promet;
- promjenjivi prometni znakovi te
- znakovi i uređaji postavljeni na vozila (svijetleće i treptajuće strelice).

U određenim situacijama može se predložiti izvođenje radova noću, ako se utvrdi da je tada obujam prometa znatno manji i ako su moguća velika kašnjenja u prometu za vrijeme izvođenja radova po danu.

Četvrta kontrolna mjera je osobna zaštitna oprema. Ovo je bitna mjera kontrole rizika u područjima radova koja se treba usvojiti bez obzira na ostale mjere. Zaštitna oprema uključuje reflektirajuću odjeću visoke vidljivosti koju svi radnici cestari moraju nositi prilikom izvođenja radova na cestama [2]. Fluorescentne boje osiguravaju isticanje radnike u odnosu na okolinu za vrijeme dana, a reflektirajuće oznake osiguravaju odbijanje svjetlosti od farova automobila za vrijeme noćnih uvjeta, kako bi se radnici bolje uočili od strane vozača. Prikaz utjecaja nošenja reflektirajuće opreme na bolje uočavanje radnika prikazan je na Slici 17.



*Slika 17: Reflektirajuća oprema djelatnika*

Izvor: [21]

Uz četiri navedene mjere smanjenja rizika, bitna mjera je i edukacija samih djelatnika kroz tečajeve, obuke, smjernice i interne edukacije. Edukacijom se podiže svijest radnika o aspektima sigurnosti prilikom kretanja i obavljanja radova na cestama.

Prilikom razmatranja potencijalnih rizika korisno je i konzultirati se sa samim radnicima u području radova, koji se često susreću sa opasnim situacijama i imaju korisne praktične podatke iz vlastitog iskustva i drugačije perspektive. Takvi podaci mogu poslužiti kao korisna točka u postupku planiranja privremenih regulacija u prometu.

Uspostava privremenih regulacija prometa je proces koji nosi mnoge rizike. Potrebno je postaviti odgovarajuću prometnu signalizaciju, uzeti u obzir promjenu situacije za vozače, uzeti u obzir izloženost radnika nadolazećem prometu i slično. Uvođenjem mjera za smanjenje rizika poboljšava se sigurnosna situaciju svih sudionika u području radova i ostvaruje se pozitivan učinak na kontrolu i harmonizaciju prometnog toka za vrijeme radova [22].

## **6. PROMETNA SIGNALIZACIJA I OPREMA U FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI KOD PRIVREMENIH REGULACIJA PROMETA**

Prometni znakovi, signalizacija i oprema na cestama predstavljaju osnovna sredstva komunikacije između korisnika i upravitelja cesta. Budući da čovjek značajan udio informacija u cestovnom prometu dobiva putem osjetila vida, pravovremeno pružanje vizualnih informacija o nadolazećoj situaciji uz pomoć prometne signalizacije je preduvjet za sigurno odvijanje prometa. Prometna signalizacija ima za cilj voditi i regulirati promet na pravilan i siguran način, navođenjem zabrana, ograničenja i obveza. Slijedom navedenoga, treba usmjeravati i voditi sudionike kroz cestovnu mrežu dajući im sve potrebne informacije i obavijesti za sigurno i nesmetano odvijanje prometa [23].

Prema pravilniku, prometne znakove, signalizaciju i opremu na cestama čine [8]:

1. prometni znakovi;
2. prometna svjetla;
3. oznake na kolniku i drugim prometnim površinama;
4. prometna oprema cesta;
5. oprema i mjere za smirivanje prometa i
6. cestovna rasvjeta.

Kako bi prometni znakovi i signalizacija postigli svoju svrhu u prometu, trebaju se dizajnirati i projektirati prema propisima te imati određene razine kvalitete, da bi ih sudionici u prometu uočili, razumjeli i postupili prema njima [23]. U nastavku je obrađena osnovna podjela prometne signalizacije sa naglaskom na prometnim znakovima, signalizaciji i opremi korištenoj prilikom postavljanja privremenih regulacija u prometu.

### **6.1. Prometni znakovi**

Različita područja privremenih regulacija prometa zahtijevaju postavljanje različitih prometnih znakova. Zbog zasebnih karakteristika određenih područja potrebno je postaviti prometne znakove koji odgovaraju novonastaloj situaciji na prometnici.

Znakovi opasnosti označuju blizinu dijela ceste na kojem sudionicima u prometu prijete neka opasnost. Prometni znakovi opasnosti korišteni prilikom privremenih regulacija prometa su znak A01 („Opasnost na cesti“), koji označava blizinu dijela ceste na kojem sudionicima u prometu prijete opasnost. Ovaj znak može se postaviti prije područja izvođenja radova, kako bi se sudionici u prometu upozorili na opreznost te se uz njega postavlja dopunska ploča koja pobliže objašnjava opasnost koja prijete. Prometni znak opasnosti A08 („Suženje kolnika“), postavlja se prije područja privremenih regulacija prometa koje zbog radova zahtijevaju suženje kolnika sa lijeve ili desne strane te obje strane. Prilikom nailaska na privremene regulacije prometa koje su upravljane prometnim svijetlima, postavlja se prometni znak A14 („Nailazak na prometna svjetla“). Ovaj prometni znak koristi se kada širina kolnika nije dovoljna za dvosmjerno kretanje vozila kroz područje radova, a kada se koristi za označavanje radova na cesti izvodi se s koeficijentom retrorefleksije razreda RA2. U slučaju izvođenja bilo kakvih

radova na cesti, postavlja se prometni znak opasnosti A15 („Radovi na cesti“). Osnovna boja ovog prometnog znaka je žuta i izvodi se najmanje s koeficijentom retrorefleksije RA2. U noćnim uvjetima i uvjetima smanjene vidljivosti potrebno je dodati žuto trepćuće svjetlo za obilježavanje radova na cesti i zapreka (G17). Ukoliko privremene regulacije prometa preusmjeravaju promet koji se prethodno odvijao jednosmjernim kolnikom, na promet sa dvosmjernim kolnikom, potrebno je postaviti prometni znak opasnosti A16 („Promet u oba smjera“), koji sudionike u prometu upozorava da se vozila na kolniku kreću u oba smjera. U slučaju nastanka prometne nesreće kao izvanrednog događaja uspostavljaju se privremene regulacije prometa. Prometni znak opasnosti A17 („Prometna nesreća“) postavljaju djelatnici policije ili upravitelj ceste u blizini dijela ceste na kojoj se dogodila prometna nesreća, a izvodi se najmanje s koeficijentom retrorefleksije razreda RA2. Kao posljedica privremenih regulacija prometa je stvaranje prometnih zagušenja i kolona vozila. Kako bi se sudionici u prometu pravovremeno upozorili na mogućnost nailaska na kolonu zaustavljenih vozila u području privremenih regulacija prometa, postavlja se prometni znak opasnosti A18 („Kolona zaustavljenih vozila“) [8]. Svi navedeni prometni znakovi opasnosti korišteni kod privremenih regulacija prometa prikazani su na Slici 18.



*Slika 18: Prometni znakovi opasnosti kod privremenih regulacija prometa*

Izvor: [8]

Kod privremenih regulacija prometa u slučaju postavljanja na ceste za intenzivnijim prometom, znakovi opasnosti mogu se umetnuti na kontrastnu kvadratnu ili pravokutnu ploču fluorescentne žuto-zelene boje koeficijenta retrorefleksije razreda RA3 [24]. Primjer znakova opasnosti na RA3 kontrastnoj podlozi korištenih prilikom privremenih regulacija prometa na brzjoj cesti DC1 prikazan je na Slici 19.



*Slika 19: Prometni znakovi na RA3 podlozi*

Izvor: [10]

Znakovi izričitih naredbi stavljaju do znanja sudionicima u prometu zabrane, ograničenja i obveze. U slučaju da privremene regulacije prometa zahtijevaju potpuno zatvaranje ceste, na mjestu zabrane prometa postavlja se prometni znak izričitih naredbi B03 („Zabrana prometa u oba smjera“). Ako radovi na cesti zahtijevaju suženje dijela ceste, te se vozila ne mogu kretati istovremeno u oba smjera, promet se može regulirati postavljanjem prometnog znaka B05 („Prednost prolaska za vozila iz suprotnog smjera“) ispred suženog dijela. Ovaj prometni znak postavlja se u kombinaciji sa prometnim znakom obavijesti C01 koji se postavlja za vozila iz suprotnog smjera. Prometni znak B30 („Ograničenje brzine“) postavlja se neposredno prije područja privremenih regulacija prometa i predstavlja ograničenje brzine kretanja kroz cijelo područje. Ukoliko se radi o cesti sa više prometnih traka u jednom smjeru (npr. autocesta), može se zabraniti pretjecanje vozila prije područja privremenih regulacija kako bi se povećala sigurnost, postavljanjem prometnog znaka B31 („Zabrana pretjecanja svih motornih vozila, osim mopeda i motocikla bez prikolice“). Prometni znakovi izričitih naredbi također se na cestama većeg intenziteta prometa mogu postaviti na kontrastnu kvadratnu ili pravokutnu ploču fluorescentne žuto-zelene boje koeficijenta retrorefleksije razreda RA3 [8].

Prometni znakovi izričitih naredbi B45 („Obavezan smjer“) i B47 („Obavezno obilaženje“) postavlja se kako bi usmjeravali vozila u području privremenih regulacija te obavijestili ukoliko je potrebno obilaziti određene objekte ili prepreke na kolniku. Moguće je korištenje i drugih prometnih znakova izričitih naredbi, ovisno o karakteristikama i zahtjevima područja privremenih regulacija prometa, npr. ako se izvode radovi koji zauzimaju dio nogostupa, može se ograničiti kretanje pješaka u području privremenih regulacija, mogu se zabraniti skretanja u određene ulice i slično [18]. Navedeni prometni znakovi izričitih naredbi koji su često korišteni kod privremenih regulacija prometa prikazani su na Slici 20.

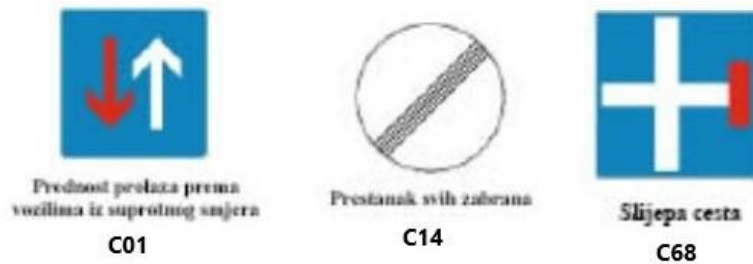


Slika 20: Prometni znakovi izričitih naredbi kod privremenih regulacija prometa

Izvor: [8]

Znakovi obavijesti sudionicima u prometu daju potrebne obavijesti o cesti kojom se kreću. Kod privremenih regulacija prometa gdje je suženje ceste, obavještavaju vozače da na uskom prolazu imaju pravo prednosti prema vozilima iz suprotnog smjera. Prometni znak obavijesti C01 („Prednost prolaska prema vozilima iz suprotnog smjera“), postavlja se ispred suženog dijela u kombinaciji sa prethodno navedenim prometnim znakom B05. Prometni znak

obavijesti C14 („Prestanak svih zabrana“), postavlja se na mjesto završetka područja privremenih regulacija prometa i predstavlja mjesto gdje se promet vraća u normalan način odvijanja. U slučaju da izvođenje radova zauzima cijeli dio ceste, gdje nema mogućnosti prolaska vozila, postavlja se prometni znak C68 („Slijepa cesta“), koji obavještava sudionike u prometu da prilikom ulaska u određenu ulicu nemaju izlaz prema drugoj cesti. Određene situacije mogu zahtijevati postavljanje i drugih prometnih znakova obavijesti ovisno karakteristikama područja obuhvaćenog privremenim regulacijama prometa [8]. Navedeni prometni znakovi obavijesti najčešće korišteni kod privremenih regulacija prometa prikazani su na Slici 21.



Slika 21: Prometni znakovi obavijesti kod privremenih regulacija prometa

Izvor: [8]

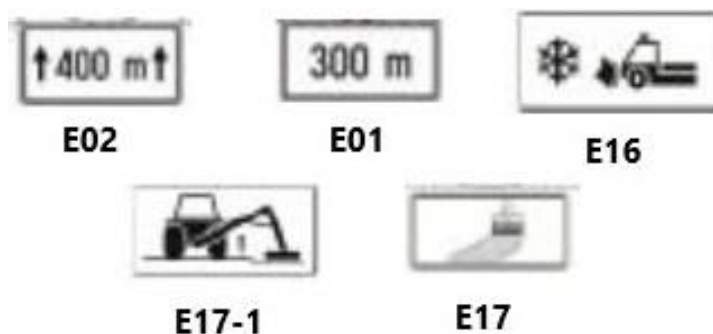
Znakovi obavijesti narančaste boje koriste se kod privremenih regulacija prometa. Služe da obavijeste vozače o pravcima i smjerovima obilaska preusmjerenja prometa, obavještavaju sudionike u prometu o blizini dijela ceste na kojoj se izvode radovi, kao i datumu početka i završetka radova. Također pomoću znakova obavijesti označava se način preusmjerenja prometa prilikom privremenih regulacija prometa i obavještavaju vozači ukoliko se privremene regulacije prometa reguliraju ručno [8]. Znakovi obavijesti narančaste boje izvode se s koeficijentom retrorefleksije razreda RA2. Slika 22 prikazuje znakove obavijesti korištene kod privremenih regulacija prometa.



Slika 22: Znakovi obavijesti kod privremenih regulacija prometa

Izvor: [8]

Dopunske ploče pobliže određuju značenje prometnog znaka i postavljaju se uz znakove opasnosti, izričitih naredbi, znakove obavijesti i znakove obavijesti za vođenje prometa. Kod privremenih regulacija prometa mogu se postaviti uz prometni znak A15 („Radovi na cesti“) da prikazuju udaljenost područja radova od postavljenog prometnog znaka ili da označe duljinu područja na kojem se obavljaju radovi. Također dopunske ploče mogu se postaviti da objašnjavaju o vrsti radova koji se privremeno izvode, to može biti dopunska ploča E15 (čišćenje snijega), E17 (izvođenje oznaka na kolniku) te E 17 – 1 (košenje trave) i one se postavljaju uz prometne znakove A01 („Opasnost na cesti“) i B30 („Ograničenje brzine“) [8]. Dopunske ploče postavljaju se zajedno s prometnim znakovima ispod donjeg ruba [24]. Navedene dopunske ploče prikazane su na Slici 23.



*Slika 23: Dopunske ploče kod privremenih regulacija prometa*

Izvor: [8]

Promjenjivi prometni znakovi su znakovi kojima se sadržaj prema potrebama vremenskih situacija, primjerenih upozorenja, naredbi, zabrana te obavijesti preusmjeravanja prometa može mijenjati ili se mogu isključiti. Kod privremenih regulacija prometa na promjenjivim prometnim znakovima mogu se ispisati informacije o radovima na cesti, upozoriti sudionike na opasnost, ograničiti brzine kretanja kroz zonu radova i slično. Promjenjivi prometni znakovi mogu biti elektromehanički koji su izgledom jednaki stalnim prometnim znakovima ili svjetlosno promjenjivi znakovi (SPZ) koji prikazuju znakove, simbole i druge korisne poruke uporabom svjetlećih elemenata [24]. Primjer promjenjivog prometnog znaka prikazan je na Slici 24.



*Slika 24: Svjetlosti promjenjivi znakovi*

Izvor: [24]

## 6.2. Prometna svjetla

Prometna svjetla kod privremenih regulacija prometa koriste se za upravljanje prometom i označavanje mjesta radova i zapreka na cesti. Svjetlo upotrijebljeno kao svjetlosni prometni znak može biti postojano (neprekidno) ili trepćuće (prekidano) [8]. Prometna svjetla za obilježavanje radova i drugih zapreka na cesti izvede se u dva oblika, kao prometna svjetla G16 i G17 prikazana na Slici 25. Crveno trepćuće svjetlo (G16) upotrebljava se na pločama za označavanje zatvorenog dijela ceste, a žuto trepćuće svjetlo (G17) za naglašavanje prometnog znaka iznad kojeg je postavljeno [24].



Slika 25: Prometna svjetla za obilježavanje radova i drugih zapreka

Izvor: [8]

Za upravljanje prometom upotrebljavaju se uređaji (semafori) kojima se daju prometni znakovi prometnim svjetlima crvene, žute i zelene boje. Prilikom radova na cestama kada se promet odvija naizmjenično jednim prometnim trakom, a prometna situacija onemogućava sigurno odvijanje prometa, neophodno je regulaciju prometa vršiti mobilnim semaforima [25]. Mobilni semafori omogućuju jednostavno i neometano odvijanje prometa na cestovnim pravicima gdje se izvođe radovi te osiguravaju dobru vidljivost u svim vremenskim uvjetima [26]. Mobilni semafor kod privremenih regulacija prometa prikazan je na Slici 26.



Slika 26: Mobilni semafor

Izvor: [27]



### 6.3. Horizontalna prometna signalizacija

Horizontalna prometna signalizacija obuhvaća oznake na kolniku i drugim površinama u što spadaju [8]:

- uzdužne oznake;
- poprečne oznake i
- ostale oznake na kolniku i objekti uz rub kolnika.

Utjecaj horizontalne prometne signalizacije na sigurnost odvijanja prometa ne cestama je značajan, budući da oznake na kolniku pomažu u reguliranju prometa u pogledu vođenja korisnika, predviđanja putanje putovanja te održavanja vozila unutar granica ceste [23]. Kod privremenih regulacija prometa, oznakama na kolniku usmjeravaju se i vode sudionici u prometu kroz područje izvođenja radova.

Oznake na kolniku izvode se na način da se ucrtavaju, lijepe, ugrađuju ili utiskuju u kolnički zastor. Osnovna boja je bijela, a kod privremenih regulacija prometa koristi se žuta boja za preusmjeravanje i vođenje prometa. Prilikom izvođenja uzdužnih crta kod privremenih regulacija prometa, širine razdjelnih i rubnih crta mogu biti i manjih dimenzija od onih propisanih pravilnikom [8].

Prema materijalima od kojih se izvode oznake na kolniku, mogu se podijeliti u tri skupine: boje, plastični materijali i trake. Oznake na kolniku bez obzira na vrstu materijala kojima se izvode ne smiju bitno smanjivati hvatljivost kolnika. Boje i plastični materijali izvode se kao standardne oznake na kolniku, dok se trake najčešće koriste prilikom privremenih regulacija prometa. Trake su tvornički proizvedeni materijal s ugrađeni perlama koje se izvode valjanjem i utiskivanjem u vrući površini sloj asfalta lijepljenjem na površinu kolnika ili u posebno izglodane utore na kolniku. Staklene perle su ravnomjerno i optimalno raspoređene, što ima za rezultat visoku razinu retrorefleksije i dobru vidljivost u svim vremenskim uvjetima. S obzirom na način izvođenja trake se dijele na trajne i privremene. Trake za trajne oznake na kolniku najčešće se postavljaju na nove asfaltne kolnike i izrađuju se od polimerskih i uretanskih masa. Debljina izvođenja iznosi od 0,70- 2,5 mm i imaju vijek trajanja dulji od godinu dana. Trake za privremene oznake na kolniku upotrebljavaju se prilikom privremenih regulacija prometa i izvode se žutom ili narančastom bojom te se po završetku radova lako uklanjaju sa kolnika [23]. Dovoljno su izdržljive za korištenje na svim cestama, od cesta sa manjom količinom prometa do autocesta. Prednosti traka su dugotrajnost i jednostavnost izvođenja i uklanjanja, a nedostaci su cijena i opsežna priprema kolničke površine prije samog izvođenja [29]. Prikaz izvedenih traka prilikom privremene regulacije prometa zbog klizišta na državnoj cesti DC8 u mjestu Podgora i na brznoj cesti DC1 prikazan je na Slici 27.



*Slika 27: Privremene oznake na kolniku od trake*

Izvor: Interna baza podataka Županijske ceste Split i autor (17.5.2023)

#### **6.4. Prometna oprema cesta**

Prometnom opremom povećava se sigurnost vozača i unaprjeđuje pravilan način postupanja na cestama. U prometnu opremu ubraja se: oprema za označavanje ruba kolnika, oprema za označavanje vrha prometnog otoka, oprema, znakovi i oznake za označavanje zavoja, radova, zapreka i oštećenja kolnika, oprema za vođenje prometa u zoni radova na cesti, branici i polubranici, prometna zrcala, zaštitne odbojne ograde, oprema protiv zasljepljivanja, zaštitne žičane ograde, pješачke i biciklističke ograde, ublaživači udara, oprema za ručno upravljanje prometom, pokazivači smjera vjetra te mjerni i nadzorni uređaji [8].

Pod prometnu opremu za označavanje ruba kolnika spadaju smjerokazni stupići, oznake i štapovi za snijeg. Oprema za označavanje ruba kolnika, na cestama sa dvosmjernim prometom u smjeru vožnje s desne strane je crvene boje, a s lijeve strane bijele boje [8]. Kod uspostave privremenih regulacija prometa, ukoliko se promet prethodno odvijao jednosmjernim kolnikom, smjerokazne oznake su u smjeru vožnje s obje strane su crvene boje. Kada privremene regulacije prometa zahtijevaju odvijanje prometa dvosmjerno (npr. u tunelskoj cijevi za jednosmjerni promet), potrebno je uskladiti smjerokazne oznake da u smjeru vožnje prikazuju crvenu boju, a gledano u suprotnom smjeru bijelu boju. Primjer smjerokaznih oznaka prilikom dvosmjernog odvijanja prometa u tunelskoj cijevi za vrijeme privremenih regulacija prometa prikazan je na Slici 28.



*Slika 28: Smjerokazne oznake u tunelu*

Izvor: [31]

Oprema za označavanje vrha prometnog otoka obuhvaća ploče koje se postavljaju na vrhovima prometnih otoka na raskrižjima i na razdjelnim otocima na izlaznim krakovima autocesta i brzih cesta [1].

Oprema, znakovi i oznake za označavanje radova i zapreka na cestama te oprema za vođenje i usmjeravanje prometa, koriste se kod uspostave privremenih regulacija na cestama. Oprema se sastoji od ploča koje označavaju zapreke na cesti, objektima i ostalim prometnim površinama (K09), ploča za označavanje bočnih zapreka (K12), branicima za označavanje zapreka (K14), stošcima (K13) i svjetlosnim nizom međusobno povezanih svjetala (K20) [1]. Nabrojena oprema prikazana je na Slici 29.



Slika 29: Prometna oprema

Izvor: [8]

Pod opremu za označavanje radova koriste se još i signalne ploče (K16 - K19) na kojima se uz postavljene prometne znakove postavljaju i strelice koje usmjeravaju promet, a ploča je zalijepljena trakama sa crveno bijelim poljima po rubovima. Signalne ploče mogu biti izvedene i u LED tehnologiji te se mogu postaviti na signalnu prikolicu vozila ophodarske grupe [10]. Primjer signalne ploče korištene prilikom privremene regulacije prometa na brzoj cesti DC1 prikazan je na Slici 30.



Slika 30: Signalna ploča

Izvor: Izradio autor (27.4.2023)

U opremu za vođenje i usmjeravanje prometa spadaju: montažni rubnjaci, koji služe za bolje označavanje ruba kolnika; markeri za razdvajanje smjerova koji se koriste u slučaju uvođenja dvosmjernog prometa na jednosmjernoj cesti; trake za ograđivanje manjih prostora; New Jersey razdvajajuće ograde za fizičko odvajanje površina namijenjenih prometu suprotnih smjerova te rastezljive i složive ograde [8]. New Jersey ograde mogu se koristiti kod privremenih regulacija prometa prilikom zatvaranja jednog kolničkog traka i preusmjeravanja vozila na drugi kolnik. Izrađene su od plastičnog materijala, crvene ili bijele boje te imaju otvore za ulijevanje vode ili pijeska kako bi se težinom održale na kolniku. Prikaz razdvajajuće ograde za vođenje prometa New Jersey, korištene prilikom fizičkog razdvajanja suprotnih smjerova na brzjoj cesti DC1 prikazano je na Slici 31.



*Slika 31: New Jersey ograda*

Izvor: [32]

Od značajnije prometne opreme korištene prilikom privremenih regulacija prometa još se može ubrojiti i oprema za ručno upravljanje prometom. Ukoliko širina kolnika nije dovoljna za nesmetano odvijanje promet u oba smjera istovremeno, za vrijeme privremenih regulacija prometa, potrebno je osigurati propuštanje vozila pojedinačno po smjerovima. Ručno upravljanje prometom može se vršiti pomoću zastavica ili okruglih ploča crvene i zelene boje [8]. Djelatnici na cestama koji su u vizualnom kontaktu ili u kontaktu putem radio veza uz pomoć crvenih i zelenih ploča propuštaju vozila pojedinačno po smjerovima. Primjer opreme za ručno upravljanje prometom prikazan je na Slici 32.



*Slika 32: Palice za ručno upravljanje prometom*

Izvor: [33]

## 6.5. Povećanje sigurnosti u zonama radova prometnim znakovima, signalizacijom i opremom cesta

Opća sigurnosna načela u ovom odlomku odražavaju ideju da se dobrom, kvalitetnom i inovativnom prometnom signalizacijom i opremom na cestama, pridonosi sigurnosti radnika i sudionika u prometu, smanjuju smetnje u prometu i ne dovodi do pretjeranog ometanja radnih procesa svih uključenih strana [6].

Mjere sigurnosti prometa u području privremenih regulacija trebaju biti sastavni i visoko prioritetni element svakog projekta, od planiranja preko projektiranja i postavljanja u funkciju. Kako bi se osigurao cjeloviti pristup, potrebno je koristiti primjerena rješenja prometne signalizacije i opreme [6]. U nastavku su prikazani inovativni elementi i mjere prometne signalizacije i opreme, koji uz standardno propisanu signalizaciju i opremu povećavaju sigurnost u zonama radova za sve strane uključene u projekt privremenih regulacija u prometu.

### a) Prometni znakovi za poticanje svijesti

U raznim zemljama svijeta pokreću se kampanje koje imaju za cilj poboljšati razumijevanje sigurnosti korisnika ceste. Cilj ovakvih kampanja usmjeren je na prebrzu vožnju u zonama radova na cestama i obično su usmjerene na sudionike u prometu u dotičnoj zemlji, koristeći lokalni jezik [6]. Unatoč raznim naporima i preventivnim postupcima događaju se nesreće sa smrtnim posljedicama. S obzirom na očiglednu ugroženost radnika koji sudjeluju u gradnji i obnovi prometnica, tvrtka Colas Hrvatska d.d. pokrenula je kampanju gdje koristeći prometne znakove s natpisom „Ovdje radi moj tata!” nastoje smanjiti rizike i učiniti radnu okolinu sigurnijom, poticanjem svijesti vozača koji prolaze kroz područje radova [34]. Primjer znaka opasnosti postavljenog na relaciji Zagreb – Sisak koji podiže svijest vozačima prikazan je na Slici 33.



Slika 33: Prometni znak za povećanje svijesti vozačima

Izvor: [34]

### *b) Prijenosna prometna oprema za smirivanje prometa*

Prijenosne umjetne izbočine za usporavanje prometa dio su prometne opreme koja se upotrebljava na prometnicama u SAD-u, a služe kao mjera za smanjenje brzine ispred ili u području radnih zona. Postavljaju se poprečno na kolnik preko prometnih traka i osmišljene su kako bi upozorile vozače na promjenjive uvjete na cesti i kako bi značajno smanjile vjerojatnost nesreća u zoni radova. Prijenosne trake privlače pažnju vozača kroz vibracijske i zvučne efekte i na taj način utječu na smanjenje brzine kretanja vozila kroz područje radova. Prijenosne trake za usporenje mogu se postavljati na cestu strojno ili ručno. Preporuča se korištenje strojeva za postavljanje traka kako bi se izbjeglo kretanje djelatnika na cestama [7]. Primjer stroja za postavljanje i izgled prijenosnih umjetnih izbočina prikazan je na Slici 34.



*Slika 34: Prijenosne trake za usporenje prometa*

Izvor: [35]

### *c) Široke oznake na kolniku*

Šire oznake na kolniku korištene su kako bi se poboljšala vidljivost i kako bi se stvorio dojam kod vozača da je prometna površina za vožnju manja i uža. Taj dojam kod vozača pruža osjećaj da putuju brže nego što jesu te imaju određeni osjećaj ograničenja, koji idealno usporava brzinu kretanja. Široke oznake mogu se izvoditi u područjima radova kao rubne ili kao razdjelne crte i kao takve utječu na svijest vozača te usporavaju promet kroz područje radova što za rezultat ima povećanu sigurnost radnika i vozača [36]. Primjer širokih oznaka na kolniku kroz područje radova, prikazan je na Slici 35.



*Slika 35: Široke oznake na kolniku*

Izvor: [36]

#### d) Promjenjivi inteligentni prometni znakovi sa sensorima

Nastanak prometnih zagušenja za vrijeme izvođenja radova na cestama je česta pojava koja može dovesti do naleta vozila na kolonu zaustavljenih vozila. Kako bi se na vrijeme upozorili sudionici u prometu o približavanju područja izvođenja radova u SAD-u se koriste promjenjivi inteligentni prometni znakovi sa sensorima. Sensori koji se postavljaju na određenu udaljenost od područja radova, detektiraju vozila u stajanju ili u pokretu. Ukoliko senzor detektira vozila u stajanju, na promjenjivom prometnim znaku, koji je na većoj udaljenosti od mjesta, ispisuje se poruka o mogućim zastojevima na određenoj udaljenosti prije ulaska u područje radova. Na taj način vozači dobivaju obavijesti na vrijeme, kako bi pravovremeno smanjili brzinu i prilagodili vožnju uvjetima na prometnicama te izbjegli mogući neočekivani zastoj vozila [7]. Prikaz promjenjivog prometnog znaka koji prikazuje natpis: Zastoj u prometu za 3,2 km, prikazan je na Slici 36.



Slika 36: Inteligentni promjenjivi prometni znak sa sensorom

Izvor: [37]

#### e) Znakovi za dinamički prikaz brzine

Znakovi za dinamički prikaz brzine mjere brzinu vozilima koja se približavaju području radova i prikazuju stvarnu brzinu na digitalnom zaslonu. Informacije o brzini mogu se kombinirati sa slikama poput emotikona ili tekstualnih poruka poput "Hvala" ili "Uspori". Neke zemlje koriste emotikone kao prikaz jer ih smatraju razumljivijima i nije potrebno poznavanje jezika pa ih mogu razumjeti svi vozači. Također moguće je ispisivanje brojeva ili slova tablice vozila na dinamičkom znaku, što također utječe na svijest vozača i smanjenje brzine kretanja vozila. Prema projektu SafetyCube europskog sustava za podršku odlučivanju o sigurnosti na cestama, znakovi za dinamički prikaz brzine imaju povoljne učinke na brzinu i broj nesreća u zonama radova [7]. Primjer znaka za dinamički prikaz brzine prikazan je na Slici 37.



Slika 37: Dinamički prometni znak za prikaz brzine

Izvor: [7]

#### f) Privremene/mobilne sigurnosne barijere

Najbolji način da se spriječi ulazak vozila u zonu radova je fizičko odvajanje vozila od područja radova barijerama odnosno zaštitnim ogradama. Kod prometnica nižih kategorija sa manjom gustoćom prometa, mogu se koristiti sustavi za zadržavanje vozila kao što su plastične barijere punjene vodom ili pijeskom, koje imaju sposobnost zadržavanja vozila ukoliko se kreću manjim brzinama. Kod prometnica kao što su autoceste i brze ceste gdje su brzine kretanja vozila značajno veće i na mjestima na kojima bočni razmak između radnika i prometa nije dovoljan za odgovarajuću sigurnost, koriste se mobilne metalne barijere [7]. Mobilne barijere izvedene su kao prikolice koje vuče tegljač i stavljaju se na mjesto izvođenja radova. Omogućuju brzo postavljanje i uklanjanje te veću brzinu obavljanja radova. Omogućena je izmjenjiva konfiguracija za radove sa desne ili sa lijeve strane, a radnici na cesti su zaštićeni od upada vozila srijeda, straga i sa strane. Mobilna zaštitna ograda osigurava 12 – 31 m pozitivne zaštite od naleta vozila s minimalnim uvijanjem u konstrukciji [38]. Primjer mobilne zaštitne ograde za vrijeme privremenih regulacija u prometu prikazan je na Slici 38.



Slika 38: Mobilna zaštitna ograda

Izvor: [38]



### *g) Zamjena ljudskih radnika kod privremenih regulacija robotskim lutkama*

Najveća mogućnost ozljede radnika koji sudjeluju u privremenim regulacijama prometa je prilikom stajanja na cesti gdje se odvija promet. Robotske lutke s posebnim karakteristikama zamjenjuju čovjeka u regulaciji prometa na gradilištima uz cestu i na samim cestama. Sličnost ovakvih robotskih lutki samim ljudima utječe na poticanje svijesti vozača da prolaze kraj osobe na cesti te na taj način smanjuju brzinu kretanja. Lutka kada je postavljena na cestu osim kretanja rukom koja pomiče zastavicu, izvodi i pokret glave što dodatno povećava sličnost stvarnim ljudima. Ovakve lutke pridonose spašavanju ljudskih života koji su svakodnevno izloženi opasnostima za vrijeme privremenih regulacija prometa [39]. Primjer lutke korištene kod privremene regulacije prometa prikazan je na Slici 39.



*Slika 39: Lutka za privremenu regulaciju prometa*

Izvor: [10]

### *h) Prometna signalizacija i oprema na radnim vozilima*

Nova rješenja prometne signalizacije i opreme na vozilima cestarskih službi, pružaju sigurnost, dugotrajnost i funkcionalnost u izvođenju radova kod privremenih regulacija u prometu. Kvalitetno opremljena ophodarska i radna vozila povećavaju sigurnost djelatnika u područjima radova na cestama. Ublaživač udara odnosno apsorber je uređaj montiran na stražnji dio ophodarskih vozila, koji ima mogućnost zadržavanja vozila do 3,5 t i smanjenja efekta udara za 50 km/h. Ublaživač udara funkcionira na način da prilikom zaustavljanja radnog vozila na cesti uređaj spusti i na taj način osigurava potrebnu zaštitu od naleta. Apsorber udara testiran je po strogim američkim standardom NCHRP 350, što osigurava povećanu zaštitu radilišta i radnika na cesti čim napuste svoje vozilo i obavljaju radove na cestama. Zbog mogućnosti smanjenja udara, cestovni radnici koji se nalaze na ili ispred ophodarskog vozila sa instaliranim ublaživačem udara, zaštićeni su, a vozači koji udare u njega također imaju lakše posljedice. Uz postavljeni ublaživač udara, velik utjecaj imaju i kvalitetni svjetlosni promjenjivi znakovi te reflektirajuće oznake i svjetlosna signalizacija na vozilima, koji osiguravaju visoku uočljivost

vozila iz većih udaljenosti i kutova gledanja [40]. Primjer opremljenog ophodarskog vozila sa ublaživačem udara i potrebnom signalizacijom tvrtke Županijske ceste Split d.o.o. prikazan je na Slici 40.



*Slika 40: Ophodarsko vozilo sa ublaživačem udara*

Izvor: [10]

Definiranje strateških mjera sigurnosti područja privremenih regulacija u prometu iznimno je važno, osobito za dugotrajnije radove na cestama. Različite i često suprotstavljene kriterije poput sigurnosti na radu i sigurnosti na cestama treba optimizirati na najbolji mogući način s jasnim fokusom na sve korisnike ceste [4]. Prometni znakovi, signalizacija i oprema cesta predstavljaju mjeru postizanja određene sigurnosti kako za vozače tako i za radnike na cestama, a korištenje novih tehnologija također ima značajne učinke u poboljšanju sigurnosti u zonama radova.

## 7. ZAKLJUČAK

Sigurnost prometa u područjima radova na cestama predstavlja neprestani izazov za inženjere i radnike prometne struke. Radna područja na cestama smatraju se kritičnim točkama u prometu, gledano sa područja sigurnosti te sa područja smanjenja propusne moći cesta. Zbog specifičnosti poslova održavanja i zaštite cesta, radovi se najčešće obavljaju „pod prometom“ te predstavljaju najveći sigurnosni rizik, kako u smislu vjerojatnosti, tako i u smislu mogućih posljedica. Najveći problem je opasnost od nastanka prometne nesreće uslijed naleta vozila na radnike, strojeve, prometnu signalizaciju ili zonu izvođenja radova, što može dovesti do značajnih ozljeda ili smrtnih slučajeva. Glavna zaštitna mjera za rješavanje te vrste problema je ispravno postavljanje i premještanje potrebne privremene prometne signalizacije. Privremenim regulacijama prometa uspostavlja se sigurno odvijanje prometa kroz područja radova korištenjem prometnih znakova, signalizacije i opreme cesta.

Različita okruženja privremenih regulacija imaju svoje karakteristike prilikom uspostave. Uz propisane tipske sheme koje opisuju način postavljanja privremene prometne signalizacije u različitim slučajevima, inženjeri se često susreću za specifičnim prometnim situacijama i ograničenjima. Takve situacije zahtijevaju drugačiji pristup, a njihova uspostava zahtijeva određeno znanje i iskustvo inženjera, koje se stječe dugogodišnjim radom sa privremenim regulacijama.

Dosadašnjim istraživanjima i statističkim podacima u Europi i svijetu, pokazuje se kako broj nesreća u područjima radova na cesti je u porastu, što naglašava potrebu za zaštitom te poduzimanjem novih mjera, kako bi se spriječila takva događanja i utjecalo na povećanje sigurnosti prometa u zonama radova. Sa manje od 2 % zabilježenih nesreća u područjima radova u odnosu na cijelu cestovnu mrežu, problem je i dalje značajan. Statistički podaci prikazuju porast prometnih nesreća u područjima radova na cestama od 60 % u posljednjih deset godina, a istraživanja prikazuju da stradavanja radnika na cestama i do nekoliko puta veća od ostalih vrsta poslova. Vozači automobila predstavljaju glavne uzročnike prometnih nesreća u područjima privremenih regulacija sa oko 60 % smrtnih slučajeva. Uzroci nastanka u najčešćem slučaju povezani su sa prekoračenjem brzine, gubitkom koncentracije, neprilagođivanjem novim uvjetima na cesti, ignoriranjem prometne signalizacije i slično. Prikupljanje i analiziranje statističkih podataka je način na koji se mogu prepoznati problemi i rizici u područjima privremenih regulacija prometa i utjecati na njihovo uklanjanje te sveukupno povećanje sigurnosti.

S obzirom na to da postavljenom privremenom regulacijom prometa se do određene mjere može utjecati na sigurnost prometa, uvijek postoje slučajevi i situacije kada sudionici u prometu nepoštivanjem mjera i ograničenja mogu uzrokovati nesreće u zonama radova. Takve situacije dovode do potrebe za razvijanjem novih mjera i rješenja prometne signalizacije i opreme, koji će aktivno sprječavati nastanke prometnih nesreća u područjima radova, a u slučaju nastanka, maksimalno smanjiti posljedice takvih slučajeva.

Kao zaključak smatra se da pravilno planiranje i organizacija privremenih regulacija prometa ima veliku ulogu u osiguravanju područja radova na cestama. Svakodnevna prometna

signalizacija i oprema korištena kod privremenih regulacija, može se nadopuniti inovativnom prometnom signalizacijom i opremom kao što su inteligentni prometni znakovi sa sensorima, prijenosne naprave za smirivanje prometa u području radova, prijenosne zaštitne ograde, robotske lutke umjesto ljudi i slično. Prikupljanjem podataka o području na kojem se planira postaviti privremena regulacija prometa, najbolje se može odlučiti o rješenjima prometne signalizacije koja će se primijeniti. Poštivanjem propisanih mjera, dimenzija i udaljenosti prilikom postavljanja privremenih regulacija prometa, ostvaruje se najbolje funkcioniranje i osiguranje područja izvođenja radova na cestama.

## POPIS LITERATURE

Popis knjiga, stručnih i znanstvenih članaka, Zakona i Pravilnika i internetskih izvora.

- [1] Pravilnik o privremenoj regulaciji prometa i označavanju te osiguranju radova na cestama NN 92/2019
- [2] CAREC Road Safety Engineering, Manual 2, 2018 g.
- [3] Divić. A., Leksikon cestovnog prometa, Zagreb, 2013 g.
- [4] TEM Guidelines on Work Zone Safety, 2021 g.
- [5] Type of Temporary Traffic Control Zone Activities, Chapter 6G, U.S. Department of Transportation, 2000 g.
- [6] ARROWS: Road Work Zone Safety Practical Handbook, Deliverable 4, 1998 g.
- [7] IRIS: Road Safety Management at Work Zones, Final report, 2019 g.
- [8] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama NN 92/2019-1823
- [9] Pravilnik o sadržaju, namjeni i razini razrade prometnog elaborata za cesta NN 140/2013-3003
- [10] Interna baza podataka tvrtke Županijske ceste Split d.o.o.
- [11] Ščukanec, A., Babić, D., Babić, D., Fiolić, M.: Autorizirana predavanja iz kolegija „Prometna signalizacija“, Fakultet prometnih znanosti
- [12] Šošarić, M., Ščukanec, A., Jakovljević, M.: Autorizirana predavanja iz kolegija „Prometno tehnološko projektiranje“, 2011 g.
- [13] Tipske sheme privremene regulacije prometa, Prilog 1.
- [14] Vrkljan, J., Mustapić, M., Štimac, A.: Ekspertni pristup poboljšanju sigurnosti u zonama radova na cesti., 2018 g.
- [15] Perco, P., Dean, S.: Driving Speed Behaviour Approaching Road Work Zones On Two – Lane Rural Roads, University of Trieste, 2012 g.
- [16] [https://ops.fhwa.dot.gov/wz/resources/facts\\_stats.htm#:~:text=Total%20Work%20Zone%20Fatal%20Traffic%20Crashes%20By%20Type&text=The%20following%20types%20of%20fatal,291%20\(33%25\)%20in%202021](https://ops.fhwa.dot.gov/wz/resources/facts_stats.htm#:~:text=Total%20Work%20Zone%20Fatal%20Traffic%20Crashes%20By%20Type&text=The%20following%20types%20of%20fatal,291%20(33%25)%20in%202021) (10.5.2023)
- [17] <https://www.workzonebarriers.com/work-zone-crash-facts.html> (10.5.2023)
- [18] <https://injuryfacts.nsc.org/motor-vehicle/motor-vehicle-safety-issues/work-zones/> (10.5.2023)
- [19] <https://www.glasistre.hr/istra/konacno-pocelo-asfaltiranje-galizanske-ceste-561949> (15.5.2023)
- [20] <https://www.tsned.nl/producten/mrs/> (15.5.2023)
- [21] <https://www.wispave.org/traffic-control/> (15.5.2023)
- [22] Varhelyi, A., Strnad, B., Temmerman, P., Kluppels, L., Daniels, S.: Safety management at road work zones – Current practices and best – practice recommendations, Lundo University, 2020 g.
- [23] Babić, D.; Babić, D.; Fiolić, M.; Ferko, M. Road Markings and Signs in Road Safety. Encyclopedia 2022 g.
- [24] <https://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-signalizacija/promjenjiva-signalizacija/> (18.5.2023)
- [25] <https://webgradnja.hr/katalog/22969/gradevinski-mobilni-semafor> (18.5.2023)
- [26] <https://stemark.hr/proizvodi/pokretni-semafor> (18.5.2023)

- [27] <https://sibenskiportal.hr/naslovna/zbog-sanacije-cestu-u-cistoj-maloj-od-3-studenoga-posebna-regulacija-prometa/> (18.5.2023)
- [28] <https://www.linkedin.com/pulse/third-part-profiled-thermoplastic-marking-success-rolls-hansen> (18.5.2023)
- [29] <https://www.pexco.com/traffic/products/pavement-markers/temporary-overlay-marker-tom/> (22.5.2023)
- [30] <https://www.prometna-signalizacija.com/horizontalna-signalizacija/uzduzne-oznake/> (22.5.2023)
- [31] <https://www.istockphoto.com/photos/road-marking-tunnel-road-tunnel-autobahn> (22.5.2023)
- [32] <https://slobodnadalmacija.hr/dalmacija/vazna-obavijest-vozacima-pocinju-visemjesečni-radovi-na-brzoj-cesti-nbsp-solin-klis-uspostaviti-ce-se-privremena-regulacija-prometa-584752> (22.5.2023)
- [33] <https://www.vepel.hr/proizvod/dvostrana-svjetleca-palica-za-regulaciju-prometa/> (22.5.2023)
- [34] <https://zadovoljna.dnevnik.hr/clanak/na-hrvatskim-cestama-osvanuo-tako-simpatični-prometni-znak---760912.html?fbclid=IwAR3FjvZwjOjDxbo-hBVn12Wgt7AunroHGWiztQfZmTE6sg1caK3ycNsT8I> (26.5.2023)
- [35] <https://dpihighwaysystems.com/roadquake/> (26.5.2023)
- [36] Fitzsimmons, E., Oneyear, N., Hallmark, S., Hawkins, N., Maze, Tom.: Synthesis of Traffic Calming Techniques in Work Zones, Final Report, Iowa Department of Transportation, 2009 g.
- [37] <https://highways.dot.gov/public-roads/marchapril-2014/creating-smarter-work-zones> (26.5.2023)
- [38] <https://www.mobilebarriers.com/> (26.5.2023)
- [39] <https://movex.hr/cestovni-mahac-zastavicom/> (26.5.2023)
- [40] <https://movex.hr/alpina-sigurnosni-sustavi/> (26.5.2023)

## POPIS SLIKA I TABLICA

### Popis slika

Slika 1: Područje privremene regulacije prometa .....	6
Slika 2: Raspored ploča bočne zapreke .....	14
Slika 3: Protokol o obavještanju upravitelja cesta .....	17
Slika 4: Pregledna situacija obilaznih pravaca .....	17
Slika 5: Pregledna situacija privremenih regulacija raskrižja .....	18
Slika 6: Skladištenje prometne signalizacije i opreme .....	21
Slika 7: Tipska shema privremenih regulacija prometa na autocesti .....	22
Slika 8: Uspostava privremenih regulacija prema tipskoj shemi .....	23
Slika 9: Tipska shema privremene regulacije prometa na cesti izvan naselja .....	24
Slika 10: Izjava o usklađenosti prometnog elaborata privremenih regulacija .....	25
Slika 11: Troškovnik .....	26
Slika 12: Grafički prikaz privremene prometne regulacije .....	27
Slika 13: Poginuli u područjima radova na cestama u SAD-u .....	32
Slika 14: Hijerarhija kontrole rizika u područjima privremenih regulacija prometa .....	34
Slika 15: Prometna signalizacije za zatvaranje dionice ceste .....	34
Slika 16: Prijenosna/mobilna prometna signalizacija .....	35
Slika 17: Reflektirajuća oprema djelatnika .....	36
Slika 18: Prometni znakovi opasnosti kod privremenih regulacija prometa .....	38
Slika 19: Prometni znakovi na RA3 podlozi .....	38
Slika 20: Prometni znakovi izričitih naredbi kod privremenih regulacija prometa .....	39
Slika 21: Prometni znakovi obavijesti kod privremenih regulacija prometa .....	40
Slika 22: Znakovi obavijesti kod privremenih regulacija prometa .....	40
Slika 23: Dopunske ploče kod privremenih regulacija prometa .....	41
Slika 24: Svjetlosti promjenjivi znakovi .....	41
Slika 25: Prometna svjetla za obilježavanje radova i drugih zapreka .....	42
Slika 26: Mobilni semafor .....	42
Slika 27: Privremene oznake na kolniku od trake .....	44
Slika 28: Smjerokazne oznake u tunelu .....	44
Slika 29: Prometna oprema .....	45
Slika 30: Signalna ploča .....	45
Slika 31: New Jersey ograda .....	46
Slika 32: Palice za ručno upravljanje prometom .....	46
Slika 33: Prometni znak za povećanje svijesti vozačima .....	47
Slika 34: Prijenosne trake za usporenje prometa .....	48
Slika 35: Široke oznake na kolniku .....	48
Slika 36: Inteligentni promjenjivi prometni znak sa senzorom .....	49
Slika 37: Dinamički prometni znak za prikaz brzine .....	50
Slika 38: Mobilna zaštitna ograda .....	50
Slika 39: Lutka za privremenu regulaciju prometa .....	51
Slika 40: Ophodarsko vozilo sa ublaživačem udara .....	52

## **Popis Tablica**

Tablica 1: Minimalne širine prometnih traka u ovisnosti o kategoriji ceste i prometnom opterećenju .....	12
Tablica 2: Načini privremene regulacije prometa .....	13
Tablica 3: Razmak ploča u zoni početka suženja dijela kolnika .....	13
Tablica 4: Prikupljeni podaci o nesrećama u zonama radova .....	31



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je \_\_\_\_\_ diplomski rad  
(vrsta rada)

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom Utjecaj prometne signalizacije i opreme cesta na sigurnost cestovnog prometa u zonama privremenih regulacija prometa, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 19.6.2023

Domagoj Marunica

(ime i prezime, potpis)

