

# Vremenski uvjeti kao čimbenik sigurnosti prometa

---

**Meštrović, Nikolina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:599730>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-18**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**NIKOLINA MEŠTROVIĆ**

**VREMENSKI UVJETI KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, srpanj 2021.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**ZAVRŠNI RAD**

**VREMENSKI UVJETI KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA**  
**WEATHER CONDITIONS AS A FACTOR IN TRAFFIC SAFETY**

**Mentor: prof. dr. sc. Grgo Luburić**

**Student: Nikolina Meštrović, 0135246932**

**Zagreb, srpanj 2021.**

Zagreb, 5. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**  
Predmet: **Sigurnost cestovnog i gradskog prometa I**

## ZAVRŠNI ZADATAK br. 6105

Pristupnik: **Nikolina Meštrović (0135246932)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Vremenski uvjeti kao čimbenik sigurnosti prometa**

### Opis zadatka:

U radu je potrebno navesti sve vremenske uvjete koji utječu na sigurnost vožnje te objasniti način njihovog utjecaja.

Isto tako, potrebno je analizirati prometne nesreće nastale zbog utjecaja vremenskih uvjeta po godinama ovisno o stanju kolnika te ishodu prometnih nesreća. Zatim, potrebno je objasniti kako prometna signalizacija i oznake na kolniku utječu na sigurnost prometa pri uvjetima smanjene vidljivosti te koje materijale je idealno koristiti pri izradi istih. Uz navedeno, također je potrebno navesti rješenja kojima bi se smanjio broj prometnih nesreća nastalih zbog utjecaja vremenskih uvjeta.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
završni ispit:

---

prof. dr. sc. Grgo Luburić

# VREMENSKI UVJETI KAO ČIMBENIK SIGURNOSTI PROMETA

## SAŽETAK

Vremenski uvjeti su nesumnjivo jedan od glavnih razloga zbog kojih nastaju prometne nezgode. Uvjeti vidljivosti u prometu na cestama su ključni za procjenu i donošenje kvalitetne odluke kod vozača motornih vozila. U uvjetima smanjene vidljivosti, zadovoljavajuća snaga retrorefleksije doprinosi pravovremenom uočavanju prometnih znakova te njihovom tumačenju i razumijevanju. Nažalost, ne postoje rješenja koja će potpuno spriječiti pojavu prometnih nezgoda, no postoje načini kako povećati sigurnost prometa u lošim vremenskim uvjetima. Cilj ovog rada je utvrditi kako vremenski uvjeti utječu na sigurnost prometa te na koje načine je moguće povećati sigurnost prometa.

**KLJUČNE RIJEČI:** sigurnost cestovnog prometa; vremenski uvjeti; prometna nesreća; prometna signalizacija; retrorefleksija

## SUMMARY

Weather conditions are undoubtedly one of the main reasons why traffic accidents occur. Visibility conditions in road traffic are key to assessing and making a quality decision for drivers. In conditions of reduced visibility, the satisfactory power of retroreflection contributes to the timely observation of traffic signs and their interpretation and understanding. Unfortunately, there are no solutions that will completely prevent the occurrence of traffic accidents, but there are ways to increase traffic safety in bad weather. The aim of this paper is to determine how weather conditions affect traffic safety and in what ways it is possible to increase traffic safety.

**KEY WORDS:** road safety; weather conditions; car accident; traffic signals; retroreflection

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. VREMENSKI UVJETI I NJIHOV UTJECAJ NA PROMET .....	3
2.1. Vremenski uvjeti koji izravno utječu na vozilo .....	3
2.1.1. Kiša .....	3
2.1.2. Prva kiša.....	4
2.1.3. Snijeg .....	4
2.1.4. Poledica.....	5
2.1.5. Vjetar.....	5
2.1.6. Magla .....	5
2.2. Vremenski uvjeti koji izravno utječu na vozača .....	6
2.2.1. Sunce.....	6
2.2.2. Atmosferski tlak.....	6
3. ANALIZA PROMETNIH NESREĆA UZROKOVANIM LOŠIM VREMENSKIM UVJETIMA.....	7
4. VIDLJIVOST PROMETNE SIGNALIZACIJE I OZNAKA NA KOLNIKU U UVJETIMA SMANJENE VIDLJIVOSTI .....	11
4.1. Vertikalna signalizacija .....	11
4.2. Horizontalna signalizacija .....	13
4.2.1. Uzdužne oznake na kolniku .....	14
4.2.2. Poprečne oznake na kolniku .....	14
4.2.3. Ostale oznake na kolniku .....	16
4.3. Refleksija i retrorefleksija .....	16
4.3.1. Refleksija .....	17
4.3.2. Retrorefleksija.....	19
4.4. Materijali za izradu prometne signalizacije .....	20
4.4.1 Prometni znakovi .....	21
4.4.2 Oznake na kolniku .....	23
5. POVEZANOST KVALITETE PROMETNE SIGNALIZACIJE I UČESTALOSTI PROMETNIH NESREĆA U LOŠIM VREMENSKIM UVJETIMA.....	24
5.1 Kvaliteta znakova na državnim cestama u RH.....	25
5.2 Korelacija između kvalitete znakova i nastanka prometnih nesreća 2015. godine...27	
6. RJEŠENJA ZA VEĆU SIGURNOST U LOŠIM VREMENSKIM UVJETIMA.....	31
6.1. Zadaće upravitelja ceste .....	31
6.2. Zadaće vozača .....	32

7. ZAKLJUČAK.....	34
LITERATURA .....	35
POPIS SLIKA.....	38
POPIS TABLICA .....	39
POPIS GRAFIKONA .....	40

# 1. UVOD

Cestovni promet je jedna od grana prometa koja obavlja prijevoz osoba ili tereta s jednog mjesta na drugo, i kao takav predstavlja značajnu ulogu u svakodnevnom životu ljudi. Bez njega je gotovo nezamislivo normalno funkcioniranje društva. Negativne i neželjene pojave cestovnog prometa su prometne nesreće. Prometnom nesrećom smatra se nezgoda na cesti u kojoj je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu, i u kojoj je poginula ili ozlijeđena jedna osoba ili više njih ili je izazvana materijalna šteta. Sigurnost sudionika u prometu veća je što je manje prometnih nesreća i njihovih štetnih posljedica.

Osnovni čimbenici sigurnosti prometa su: čovjek, vozilo i cesta. Nabrojani čimbenici sigurnosti nisu jedini koji utječu na sigurno odvijanje prometa, te je potrebno izdvajanje još dva čimbenika (čimbenik promet na cesti i incidentni čimbenik), koje zajednički možemo nazvati dopunskim čimbenikom sigurnosti cestovnog prometa. Stoga možemo zaključiti da opasnost od nastanka prometnih nezgoda postaje funkcija pet čimbenika koji čine sustav, a to su: čovjek, vozilo, cesta, promet na cesti te incidentni čimbenik. Vremenski uvjeti, koji su tema ovog rada, pripadaju skupini incidentnih čimbenika.

Rad je podijeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Vremenski uvjeti i njihov utjecaj na promet
3. Analiza prometnih nesreća uzrokovanim lošim vremenskim uvjetima
4. Vidljivost prometne signalizacije i oznaka na kolniku u uvjetima smanjene vidljivosti
5. Povezanost kvalitete prometne signalizacije i učestalosti prometnih nesreća u lošim vremenskim uvjetima
6. Rješenja za veću sigurnost prometa u lošim vremenskim uvjetima
7. Zaključak

U drugom poglavlju opisani su svi vremenski uvjeti koji utječu na sigurnost cestovnog prometa te na koje stvari treba pripaziti u pojedinačnim uvjetima.

U trećem poglavlju analizirane su prometne nesreće koje su nastale utjecajem vremenskih uvjeta.



U četvrtom poglavlju opisana je prometna signalizacija i oznake na kolniku te je opisano na koji način dolazi do njihove smanjene vidljivosti. Također, analizirani su materijali za njihovu izradu.

U petom poglavlju određena je korelacija između prometnih znakova i prometnih nesreća koje su se dogodile 2013., 2014. i 2015. godine.

U završnom dijelu ovog rada, šestom poglavlju, navedena su rješenja za veću sigurnost prometa u lošim vremenskim uvjetima. Za povećanje sigurnosti u prometu potrebno je da upravitelj ceste, kao i vozači izvršavaju određene zadatke kako bi se spriječio nastanak prometnih nezgoda.

## **2. VREMENSKI UVJETI I NJIHOV UTJECAJ NA PROMET**

Vremenski uvjeti koji nepovoljno utječu na sigurnost prometa su: kiša, snijeg, poledica, vjetar, magla, atmosferski tlak i slično. Ovi vremenski uvjeti mogu se podijeliti u dvije kategorije [1]:

1. Vremenski uvjeti koji izravno utječu na vozilo; prva kiša, kiša, snijeg, poledica, vjetar i magla.
2. Vremenski uvjeti koji izravno utječu na vozača; sunce i atmosferski tlak.

### **2.1. Vremenski uvjeti koji izravno utječu na vozilo**

#### **2.1.1. Kiša**

Kiša je atmosferska padalina koja pada u obliku vodenih kapi promjera 0,5 do 3 mm te ona nastaje kondenzacijom vodene pare u atmosferi. [26]

Kiša kao vremenski uvjet donosi mnoge opasnosti te je obično najčešći uzrok prometnih nesreća zbog neprianjanja guma za podlogu, smanjene vidljivosti, mogućnosti otkazivanja kočnica te aquaplaninga ('skijanja' vozila po površini vode). Kod smanjenog prijanjanja gume uz podlogu posebno se osjeti razlika u putu kočenja, koji je u ovim vremenskim utjecajima znatno duži zbog smanjenog koeficijenta trenja. Koeficijent trenja je znatno veći na suhom kolniku. [1] Prilikom padanja kiše, vidljivost se smanjuje no najizraženije smanjenje vidljivosti događa se noću. Problem smanjene vidljivosti nastaje zbog prskanja vode po vjetrobranskom staklu. [1] Intenzitet prskanja ovisi o količini padalina, a nastaje prilikom mimoilaženja s drugim vozilima. Osim prskanja, problem predstavlja i zamagljivanje stakla koje nastaje zbog razlike temperature unutar vozila te vanjske temperature. Oprema za pranje i brisanje vjetrobranskog stakla osigurava dobru vidljivost kada dolazi do prskanja stakla, a uređaji za provjetranje i klimatizaciju unutrašnjosti vozila sprječavaju zamagljenje stakla. [1] Trenutno otkazivanje kočnica i dinamički udarci nastaju kada vozilo naiđe na lokve vode na kolniku. Voda se može probiti između papučica kočnice i diska/bubnja te stvoriti između njih 'film' što uzrokuje niski koeficijent trenja. [1]

### **2.1.2. Prva kiša**

Prva kiša je osobito opasna budući da na kolniku nastaje 'film' koji je smjesa prašine, blata i ulja te on uzrokuje izuzetno mali koeficijent trenja između pneumatika i kolnika. Prelazak s kolnika gdje pada prva kiša na kolnik gdje kiša pada duže vrijeme znatno poboljšava uvjete stabilnosti i sigurnosti vozila. [1] Prilikom dugotrajnog i snažnog padanja kiše ispire se prašina, blato te masnoća sa kolnika te je prijanjanje pneumatika i kolnika znatno bolje te je koeficijent trenja veći.

### **2.1.3. Snijeg**

Snijeg je padalina u čvrstom agregatnom stanju te on nastaje na niskim temperaturama zraka. Vodena para u oblacima se smrzava u sitne ledene kristaliće koji se tada vežu u snježne pahuljice. Kristalići su veoma mali, promjera oko 1 mm, dok snježne pahuljice mogu biti velike od 1 pa sve do 5 cm. Njihov oblik ovisi o temperaturi i vlažnosti zraka. [27]

Snijeg predstavlja veliku opasnost, osobito kada je ugažen na kolniku. Kao kod kiše, koeficijent trenja između pneumatika i kolnika je znatno smanjen što uzrokuje duži put kočenja kao i teže pokretanje s mjesta. Klizanje pneumatika po snježnoj površini umanjuje je upotrebom zimske opreme te pravilnom izmjenom stupnjeva prijenosa. Snijeg, također, utječe na smanjenu vidljivost tijekom vožnje. Prilikom vožnje, svjetla se odbijaju od bijele površine snijega te dolazi do umaranja i zasljepljivanja vozača. Vožnja po snijegu stavlja veliko opterećenje na rad uređaja za brisanje vjetrobrana, te je moguće nakupljanje snijega i leda između blatobrana i pneumatika što uzrokuje blokiranje kotača i znatno otežava upravljanje vozilom. [1]

Pod zimskom opremom za vozila najveće dopuštene mase do 3,5 t podrazumijevaju se: četiri zimska pneumatika (M+S) ili četiri ljetna pneumatika s najmanjom dubinom profila od 4 mm i s lancima za snijeg pripravnim za postavljanje na pogonske kotače. Zimska oprema za autobuse podrazumijeva: lance na pogonskim pneumaticima ili zimske pneumatike (M+S) postavljene na pogonske kotače. Autobusi i teretna vozila koja zbog tehničkih razloga ne mogu postaviti lance na pogonske kotače moraju imati zimske gume (M+S) na pogonskim kotačima. [2]

#### **2.1.4. Poledica**

Poledica je glatka, zbijena i prozirna naslaga leda, nastala smrzavanjem pothlađenih kapljica kiše ili rosulje na tlu kada je temperatura blizu 0 °C, ili smrzavanjem kapljica na vrlo hladnim površinama. Poledica je naročito opasna kod prvog susreta s njom. Nepovoljno utječe na sigurnost odvijanja prometa jer se smanjuje koeficijent prianjanja između pneumatika i kolničkog zastora. [1]

#### **2.1.5. Vjetar**

Vjetar je pretežno vodoravno strujanje zraka, relativno prema Zemljinoj površini, određeno smjerom (stranom svijeta odakle vjetar puše) i brzinom, odnosno jakošću. [28]

Nagli porast brzine vjetra i njena česta i velika promjenjivost s vremenom i prostorom uvelike utječu na sve gospodarske grane koje ovise o vremenu, a posebice na cestovni promet. Stoga je za sigurnost prometa veoma važno poznavati karakteristike razdiobe i promjenjivosti smjera i brzine vjetra kako bi se mogle definirati granične vrijednosti njegove brzine kod kojih je potrebno regulirati brzinu vozila ili obustaviti promet. [3] Da bi se spriječile situacije prevrtanja i proklizavanja vozila prilikom naleta jakog vjetra, nužna je suradnja meteorologa, prometnih stručnjaka i operativnih kontrolora cestovnog prometa u definiranju, izradi i provođenju sustava sigurnosti prometa. [3] Vjetar svojom silom koja se neprekidno mijenja po pravcu i smjeru, utječe na postojeće sile koje djeluju na vozilo. Zbog toga je na mjestima izloženim djelovanju vjetra potrebno postaviti prometne znakove, a i uređaje koji određuju smjer i jačinu vjetra kako bi se smanjila mogućnost nastanka prometnih nesreća. [31]

#### **2.1.6. Magla**

Magla je meteorološka pojava u prizemnom sloju troposfere, prizemni oblak vodenih kapljica ili ledenih kristala koji su toliko sitni i lagani da uspijevaju lebdjeti u zraku. [29]

Glavna karakteristika magle je smanjena vidljivost koja uzrokuje mnoge prometne nezgode. U takvim uvjetima potrebno je prilagoditi brzinu te koristiti uređaje za osvjetljavanje vozila kako ne bi došlo do prometne nezgode. Vožnja po magli zahtijeva dodatnu pribranost i pažnju jer se preglednost ispred i oko vozila, kao i sigurnost vožnje bitno smanjuje. [4]

## **2.2. Vremenski uvjeti koji izravno utječu na vozača**

### **2.2.1. Sunce**

S povećanim oprezom treba voziti ne samo kada su loši uvjeti na cesti u smislu padalina, već i po sunčanom vremenu. Tada nastaje odsjaj sunca na vjetrobranskom staklu, koje povećava rizik od prometnih nezgoda na način da zaslijepljuje vozača te dolazi do dužeg vremena reakcije. [5] Pješaci su u najvećoj opasnosti budući da vozači koji voze direktno prema suncu nisu u mogućnosti na vrijeme primijetiti pješake zbog zaslijepljenosti. Opasnost koju sunce izaziva može se podijeliti u dva izvora; vožnjom direktno prema suncu te uslijed odsjaja sunca od drugog vozila, okolnih zgrada ili prometnih znakova. Kada je vozač pod negativnim utjecajem sunca, ne može sa sigurnošću prepoznati boju semafora niti da se vozilo ispred zaustavlja. [5]

### **2.2.2. Atmosferski tlak**

Atmosferski tlak je tlak zraka kojim atmosfera svojom težinom djeluje na Zemljišnu površinu. Stalno se mijenja i ovisi o visini i masi zraka, njegovoj gustoći, temperaturi, smjeru cirkulacije protoka, visini iznad razine mora, zemljopisnoj širini. [6]

Atmosferski tlak uzrokuje promjene u ljudskom ponašanju. Učinak visokog atmosferskog tlaka na osobu obilježavaju određeni simptomi: glavobolja, osjećaj slabosti u cijelom tijelu, pad radne sposobnosti, porast krvnog tlaka. Niski atmosferski tlak izaziva nedovoljno zasićenje krvi kisikom, otkucaji srca se povećavaju, te se udarna sila srca smanjuje. [6] Broj nesreća u razdoblju niskog atmosferskog tlaka povećava se u prosjeku za 15-20%.

Promjene atmosferskog tlaka koje su uvjetovane brzim i jakim promjenama vremena, uvelike utječu na ponašanje vozača. Sposobnost prilagođavanja vozača zaostaje za promjenom vremena, a to se negativno odražava na koncentraciju i brzinu reagiranja. Prema provedenim istraživanjima ustanovljeno je da postoji povezanost između povećanog broja prometnih nesreća i ciklonalnih prodora. [31]

### **3. ANALIZA PROMETNIH NESREĆA UZROKOVANIM LOŠIM VREMENSKIM UVJETIMA**

Prometna nesreća je događaj na cesti u kojem je sudjelovalo najmanje jedno vozilo u pokretu i u kojem je najmanje jedna osoba ozlijeđena ili poginula ili u roku od 30 dana preminula od posljedica te prometne nesreće ili je izazvana materijalna šteta. [7]

Prometna nesreća nije kada: radno vozilo, radni stroj, motokultivator, traktor ili zaprežno vozilo, krećući se po nerazvrstanoj cesti ili pri obavljanju radova u pokretu sletjelo s nerazvrstane ceste ili se prevrnulo ili udarilo u neku prirodnu prepreku, a pritom ne sudjeluje drugo vozilo ili pješak i kada tim događajem drugoj osobi nije prouzročena šteta. [14]

Vjerojatnost, da čovjek doživi prometnu nesreću je relativno visoka. U ovom trenutku, a s obzirom na poznate statističke podatke, gotovo je sigurno da će svaki stanovnik Europe najmanje jednom u životu sudjelovati u prometnoj nesreći. Prema tome, u Europi je vjerojatnost da uzrok smrti pojedinca bude upravo prometna nesreća jednaka 1:5000 što je visoka vrijednost. [7]

U slučaju skliskog kolnika koeficijent prijanjanja između pneumatika i ceste se znatno smanjuje što rezultira povećanjem zaustavnog puta vozila. Ako na kolniku ima mokrog snijega, zaustavni put vozila pri brzini od 50 km/h iznosi oko 45 metara, u tom slučaju vozač ne bi uspio zaustaviti svoje vozilo do linije kretanja pješaka na udaljenosti manjoj od 45 metara. Taj podatak pokazuje nužnost prilagođavanja brzine vozila uvjetima na cesti, tako da se vozilo može u svakom trenutku pravodobno zaustaviti pred svakom iznenadnom preprekom. Čak i u slučaju kada iznenadnu opasnost nije moguće izbjeći ni pri prilagođenoj brzini vozila, ipak će pri manjoj brzini vožnje posljedice nesreće biti umanjene.

Važno je napomenuti da se rizik od događanja prometne nesreće povećava kada pojedinac duže vrijeme sudjeluje u cestovnom prometu ili kada prelazi veće udaljenosti.

Tablica 1. Prometne nesreće prema vremenskim uvjetima (2009. - 2018.)

Meteorološki uvjeti	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.
Vedro	30.655	24.615	28.410	24.603	20.544	18.169	21.454	21.095	23.862	22.169
Oblačno	12.635	11.641	9.559	8.236	8.204	8.376	6.808	7.364	6.759	7.474
Kiša	5.760	6.112	3.260	3.216	3.619	4.265	3.230	3.715	3.132	2.585
Magla	331	338	686	258	390	245	625	272	213	270
Snijeg	937	1.601	446	676	1.170	303	374	240	319	798
Slana	11	23	14	7	18	7	9	6	6	21
Ostali uvjeti	59	64	68	69	76	67	71	65	77	123
<b>UKUPNO</b>	<b>50.388</b>	<b>44.394</b>	<b>42.443</b>	<b>37.065</b>	<b>34.021</b>	<b>31.432</b>	<b>32.571</b>	<b>32.757</b>	<b>34.368</b>	<b>33.440</b>

Izvor: [12]

Atmosferske prilike koje utječu na odvijanje prometa mogu biti različite, a u Tablici 1. prikazane su nesreće po godinama koje su se dogodile dok je vrijeme bilo vedro, oblačno, kiša, magla, snijeg i slana. Iz priložene Tablice 1. je vidljivo da se pod različitim vremenskim uvjetima, 2009. godine, dogodilo 50.388 prometnih nesreća. Najviše nesreća događa se pod vedrim vremenskim uvjetima. Razlog tome je što se uvjeti za vožnju čine dobrima za vozače, pa ih samim time više izlazi na cestu i odlučuju se na putovanja u kojim nerijetko prakticiraju brzu, neopreznu vožnju. Zanimljivo je da se po snijegu i kiši događa manji broj nesreća, a mogući razlog za to je veća pažnja koju vozači imaju pri takvim teškim uvjetima za vožnju. U 2018. godini se ukupno dogodilo 33.440 prometnih nesreća koje su bile uzrokovane meteorološkim uvjetima što je znatno bolja statistika no ponavlja se uzorak gdje najviše prometnih nesreća nastaju po vedrim vremenskim uvjetima, a znatno manje po nepovoljnim uvjetima kao što su kiša i snijeg.

Tablica 2. Prometne nesreće prema vremenskim uvjetima u 2018. godini

Meteorološki uvjeti	Prometne nesreće					
	ukupno	%	s poginulim osobama	%	s ozlijeđenim osobama	%
Vedro	22.169	66,3	204	68,7	6.884	67,8
Oblačno	7.474	22,4	63	21,2	2.167	21,3
Kiša	2.585	7,7	18	6,1	794	7,8
Magla	270	0,8	6	2,0	69	0,7
Snijeg	798	2,4	4	1,3	205	2,0
Slana	21	0,1	1	0,3	5	0,0
Ostali uvjeti	123	0,4	1	0,3	29	0,3
<b>UKUPNO</b>	<b>33.440</b>	<b>100,0</b>	<b>297</b>	<b>100,0</b>	<b>10.153</b>	<b>100,0</b>

Izvor: [12]

Tablica 2. prikazuje prometne nesreće nastale po određenim vremenskim uvjetima te koliko ih je bilo s poginulim i ozlijeđenim osobama u 2018. godini te odnose prikazane u obliku postotka. Ukupno je bilo 33.440 nesreća koje su nastale djelovanjem vremenskih uvjeta. Primjećujemo kako je najviše nesreća nastalo po vedrom vremenu, te je tada najveći broj poginulih i ozlijeđenih osoba. Zatim, po statistikama je vidljivo kako se i po oblačnim vremenskim uvjetima događa mnogo prometnih nesreća, sa podosta ozlijeđenih i poginulih osoba.

Tablica 3. Prometne nesreće prema vremenskim uvjetima u 2019. godini

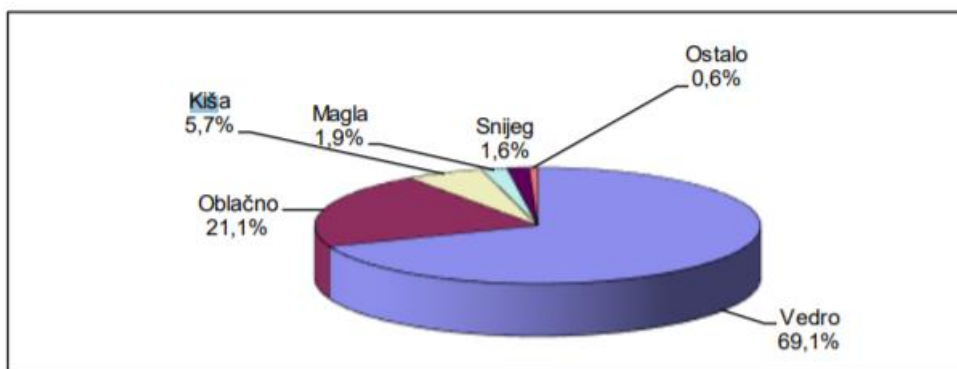
Meteorološki uvjeti	Prometne nesreće					
	ukupno	%	s poginulim osobama	%	s ozlijeđenim osobama	%
Vedro	19.758	63,0	163	58,4	6.153	65,3
Oblačno	7.362	23,5	72	25,8	2.047	21,7
Kiša	3.384	10,8	32	11,5	1.033	11,0
Magla	288	0,9	6	2,2	69	0,7
Snijeg	259	0,8	1	0,4	47	0,5
Slana	5	0,0				
Ostali uvjeti	311	1,0	5	1,8	67	0,7
<b>UKUPNO</b>	<b>31.367</b>	<b>100,0</b>	<b>279</b>	<b>100,0</b>	<b>9.416</b>	<b>100,0</b>

Izvor: [13]

Tablica 3. prikazuje prometne nesreće nastale pod različitim vremenskim uvjetima te brojeve i odnose poginulih i ozlijeđenih osoba iz 2019. godine. Uspoređujući 2018. i 2019. godinu vidljivo je da se broj prometnih nesreća nastalih utjecajem vremenskih uvjeta, smanjio.

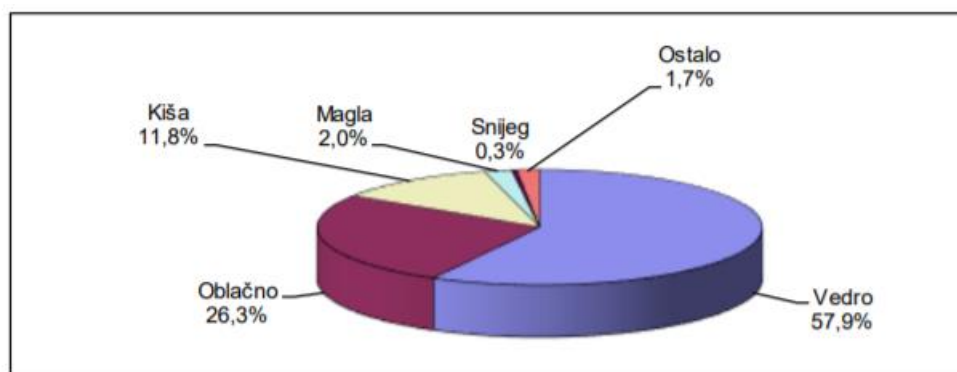
Smanjili su se brojevi prometnih nesreća po vedrom vremenu, po oblačnom vremenu, po snijegu te slani, no povećao se broj nesreća nastalih po kiši te magli. Po kiši se, također, dogodilo više nesreća koje su rezultirale poginulim i ozlijeđenim osobama, a kod magle su ti brojevi ostali isti.





Grafikon 1. Poginule osobe prema vremenskim uvjetima u 2018. godini

Izvor: [12]



Grafikon 2. Poginule osobe prema vremenskim uvjetima u 2019. godine

Izvor: [13]

Uspoređujući Grafikon 1. te Grafikon 2., koji u postocima prikazuju količinu poginulih osoba u odnosu na vremenske uvjete na cesti u 2018. i 2019. godini, primijećeno je kako je više ljudi poginulo po vedrom vremenu u 2018., ali je 2019. godina u kojoj je poginulo više ljudi po oblačnom vremenu. Kiša je bila znatno smrtonosnija u 2019. godini, no snijeg u 2018. godini. Ishodi kod magle su u obje godine približno isti.

## **4. VIDLJIVOST PROMETNE SIGNALIZACIJE I OZNAKA NA KOLNIKU U UVJETIMA SMANJENE VIDLJIVOSTI**

Prometni znakovi, signalizacija i oprema na cestama su sredstva i uređaji koji sudionike u prometu upozoravaju na opasnost, definiraju zabrane, ograničenja i obaveze te pružaju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan promet. [8]

Prometne znakove, signalizaciju i opremu na cestama čine: prometni znakovi, prometna svjetla, oznake na kolniku i drugim prometnim površinama, prometna oprema ceste, oprema i mjere za smirivanje prometa, cestovna rasvjeta. [8]

Prometna signalizacija služi za obavješćavanje vozača o stanju u prometu te ga upozoravaju na opasna mjesta na prometnici. Svjetlosna signalizacija ima vrlo važnu ulogu u sigurnosti cestovnog prometa. Sudionici u prometu uz pomoć prometne signalizacije dobivaju najviše važnih informacija koje utječu na sigurnost cestovnog prometa. Signalizacijom se može uspostaviti uredan i pravilan tok prometa, prekinuti tok prometa u ulicama s velikim opterećenjem radi prolaska pješaka i vozila iz ulica manjeg značenja, dati prednost jednoj vrsti prometa nad drugom, usmjeriti promet u određene pravce i trake te upozoriti vozača na opasna mjesta. [30]

Signalizacija u prometu mora biti jednostavna, jasna, čitljiva, istoznačna, univerzalna, kontinuirana, odgovarajućeg dizajna i postavljena u odgovarajućem opsegu. [31]

Prometna signalizacija se dijeli na vertikalnu i horizontalnu prometnu signalizaciju.

### **4.1. Vertikalna signalizacija**

Pod pojmom vertikalne signalizacije najčešće se misli na prometne znakove. Vertikalna signalizacija može se definirati kao skup oznaka namijenjenih sudionicima u prometu koje se nalaze u vertikalnoj ravnini u odnosu na kolnik. Osnovna zadaća prometne signalizacije pa tako i vertikalne su upravljanje, reguliranje, orijentiranje odnosno usmjeravanje te informiranje. Prometni znakovi mogu se razlikovati prema nizu čimbenika kao što su: oblik, dimenzije, boja, značenje, načinu izrade, razini retrorefleksije itd. [10]

Prometni znakovi sa simbolima imaju prednost pred znakovima s tekстом jer ih vozač brže i lakše razumije. Duljina puta na kojoj vozač može pročitati obavijest ovisi o brzini kretanja vozila i vremenu čitanja. Prometni znakovi postavljaju se s desne strane kolnika u smjeru vožnje. Ako zbog specifičnih terenskih prilika preglednost prometnog znaka nije dovoljna, znak se može postaviti u sredinu iznad kolnika ili s lijeve strane kolnika. [31] Prometni znakovi postavljaju se izvan naseljenih mjesta na visini 1,2 do 1,4 m, a u naseljima na visini od 0,3 do 2,2 m. Horizontalna udaljenost prometnog znaka od ruba kolnika mora biti najmanje 0,3 metra. Ako se prometni znak postavlja iznad kolnika, onda je udaljenost od donjeg ruba znaka do gornje površine kolnika najmanje 4,5 metra. [31]

Najznačajnija podjela prometnih znakova je ona prema značenju. Sukladno Pravilniku o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 64/2015) prometni znakovi se prema značenju ili funkciji dijele na:

- 1) znakove opasnosti;
- 2) znakove izričitih naredbi;
- 3) znakove obavijesti;
- 4) znakove obavijesti za vođenje prometa;
- 5) dopunske ploče;
- 6) promjenjive prometne znakove.

Znakovi su prema obliku podijeljeni u četiri osnovna oblika: trokut, krug, kvadrat i pravokutnik. Boje koje se koriste za izradu prometnih znakova su bijela, žuta, crvena, plava, zelena i crna, te za posebne uvjete narančasta i smeđa. [9]



Slika 1. Vertikalna signalizacija

Izvor: [15]

Prometni znakovi izrađuju se tako da je njihovo značenje stalno ili promjenljivo. Površina prometnih znakova izrađuje se od materijala reflektirajućih svojstava najmanje klase I, a za autoceste i ceste namijenjene isključivo prometu motornih vozila - brze ceste, najmanje klase II. Boja poledine podloge znaka mora biti sive boje i bez sjaja, kako bi se vozačima spriječilo odvratanje pozornosti. [16]

## **4.2. Horizontalna signalizacija**

Horizontalnu signalizaciju čine oznake na kolniku. Može se reći kako one komuniciraju s vozačima te im pokazuju što poduzeti i kako se ponašati u skladu s nadolazećom prometnom situacijom.

Oznake na kolniku uvijek moraju biti vidljive i uočljive vozačima kako bi izvršavale svoju funkciju. Da bi one bile vidljive u svim vremenskim uvjetima, moraju imati dobra reflektirajuća svojstva. To je posebno važno kada je količina vizualnih informacija koje vozač prima znatno smanjena u noćnim uvjetima i uvjetima smanjene vidljivosti.

Ako se postavljaju u kombinaciji s prometnim znakovima ili prometnom svjetlosnom signalizacijom, moraju s istima biti potpuno usklađene kako ne bi došlo zbunjivanja vozača. [21]

Oznake na kolniku se lijepe, ucrtavaju, ugrađuju ili utiskuju u kolnik odnosno kolnički zastor. Visina im ne smije biti veća od 0,6 cm iznad razine kolnika te moraju imati retroreflektirajuća svojstva. Osnovne uloge oznaka na kolniku su [21]:

- upozoravanje (na stanje i situaciju u prometu koja zahtijeva posebnu pozornost i oprez za nastavak sigurne vožnje),
- vođenje (vozača do cilja putovanja tako da ga upute na sigurnu putanju vožnje),
- informiranje (vozača o zakonskim ograničenjima),
- reguliranje prometa.

Podjela oznaka na kolniku može se izvesti prema brojnim parametrima (trajnost, boja, retroreflektirajuća svojstva, vrsta materijala itd.), no njihova osnovna podjela se temelji na njihovim funkcijama namjene, te se u tom smislu oznake na kolniku dijele na [21]:

- a) uzdužne oznake na kolniku,
- b) poprečne oznake na kolniku,
- c) ostale oznake na kolniku i predmeti uz rub kolnika.

#### **4.2.1. Uzdužne oznake na kolniku**

Uzdužne oznake na kolniku mogu biti pune, isprekidane i dvostruke crte. Širina uzdužnih crta na kolniku mora iznositi najmanje 10 cm, a razmak između usporednih uzdužnih dvostrukih crta mora biti 10 cm. Uzdužne oznake čine oznake koje su paralelne s osi kolnika, a to su razdjelne crte, rubne crte i crte vodilje. [17]



Slika 2. Uzdužne oznake na kolniku

Izvor: [18]

#### **4.2.2. Poprečne oznake na kolniku**

Poprečne oznake na kolniku označavaju se punim ili isprekidanim crtama. One mogu zahvaćati jedan ili više prometnih trakova. Poprečne oznake su šire od uzdužnih oznaka, gledajući iz smjera vožnje. One se dijele na: crte zaustavljanja, crte kojima se obilježavaju mjesta na kojima vozači moraju dati prednost prolaza, pješачke prijelaze, prijelaze biciklističke staze preko kolnika, kose crte. [21]



Slika 3. Poprečne oznake na kolniku

Izvor: [19]

### 4.2.3. Ostale oznake na kolniku

U ostale oznake na kolniku ubrajaju se: strelice, polja za usmjeravanje prometa, crte usmjeravanja, natpisi, oznake za označavanje prometnih površina za posebne namjene, oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje, obilježavanje bijelih točaka za ocjenu vidljivosti u magli, obilježavanje naprava za smirivanje prometa, elementi konstrukcije i opreme javnih cesta, evakuacijske crte u tunelima. [11]



Slika 4. Strelice

Izvor: [20]

### 4.3. Refleksija i retrorefleksija

Atmosferske prilike su nesumnjivo jedan od glavnih razloga zbog kojih dolazi do slabe vidljivosti prometne signalizacije. Na vidljivost prometne signalizacije uvelike utječu magla, kiša i snijeg. Za procjenu i donošenje ispravne odluke kod vozača motornih vozila ključni su uvjeti vidljivosti u prometu. Smanjena vidljivost je prisutna ako zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta kao npr. magle, kiše ili snijega vozač ne može na vrijeme primijetiti druge sudionike u prometu ili prometni znak na udaljenosti od najmanje 200 m izvan naseljenog mjesta, najviše 100 m u naseljenom području. Na uočljivost prometne signalizacije utječu retroreflektirajuća svojstva. Kako bi prometna signalizacija bila uočljiva u uvjetima smanjene vidljivosti ona treba imati dobra retroreflektirajuća svojstva. [21]

Vidljivost pojedinog objekta određuje boja i jakost svjetla kojim zrači u usporedbi sa bojom i jakosti svjetla kojom zrači njegova okolina. Da bi znakovi u području velike kompleksnosti imali isti učinak kao i znakovi koji se nalaze u području male kompleksnosti, oni moraju imati deset puta veću jakost osvjetljenosti. Refleksija ne stvara vlastito svjetlo, ona nastaje 'posuđivanjem' svjetla iz drugog izvora. Taj svjetlosni trak dolazi do objekta te se reflektira od njega. Reflektirajuća svojstva predmeta ovise o jačini ulaznog svjetlosnog traka i o retroreflektivnom materijalu od kojeg je izrađen. Loši vremenski uvjeti i problemi koje uzrokuju vozila mogu smanjiti vidljivost određenih predmeta. U ovom slučaju misli se na probleme vjetrobranskog stakla, gdje udubine i ogrebotine na površini stakla raspršuju svjetlost koja prolazi kroz staklo, smanjujući time vidljivost i povećavajući odsjaj i neispravnost farova. [21]

Loši vremenski uvjeti imaju dva učinka:

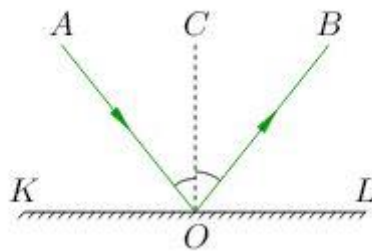
- 1) Manja količina svjetla s vozila dopire do objekta te se manja količina svjetla reflektira s objekta i vraća do oka vozača.
- 2) Dio raspršenog svjetla dolazi natrag u vozačevo oko pa se atmosfera čini svjetlijom te dolazi do smanjivanja kontrasta objekta i otežava njegovo uočavanje. [21]

#### **4.3.1. Refleksija**

Refleksija ili refleksija valova (odbijanje valova) je odbijanje ravnih valova na graničnoj površini dvaju optičkih sredstava ili medija. Ako je granična ploha glatka, odnosno ako su neravnine zanemarive, nastaje zrcalna refleksija, kod koje je upadni kut valova jednak kutu refleksije. U suprotnom slučaju nastaje difuzna refleksija (valovi se reflektiraju u svim smjerovima). Treći oblik refleksije je retrorefleksija, koja je u prometu najznačajnija s obzirom da ona neovisno o upadnom kutu zraku svjetlosti vraća prema izvoru, odnosno vraća svjetlo koje dolazi od svjetala vozila u oči vozača. [21]



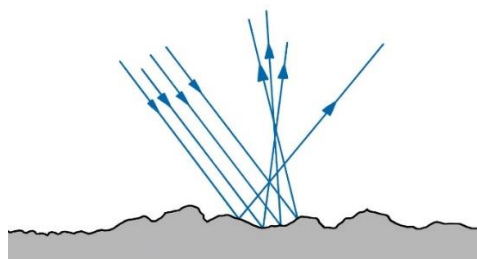
- Zrcalna refleksija je vrsta refleksije kod koje se svjetlost reflektira pod istim upadnim kutom u suprotnom smjeru. Nastaje na glatkim i sjajnim površinama. U prometu se najčešće pojavljuje kada je kolnik mokar ili zaleđen te predstavlja nepovoljnu pojavu s obzirom da može doći do zaslepljivanja vozača iz suprotnog smjera. [21]



Slika 5. Zrcalna refleksija

Izvor: [22]

- Difuzna refleksija je refleksija kod koje svjetlost ulazi pod jednim kutom, a reflektirane zrake odbijaju se u različitim smjerovima, za razliku od zrcalne refleksije gdje se odbijaju pod istim kutom pod kojem su ušle. Difuzna refleksija nastaje kada svjetlost pada na hrapave, neravne površine. Zbog toga što se svjetlost reflektira u svim smjerovima, samo mali dio svjetlosti dolazi natrag do izvora zbog čega je vidljivost u noćnim uvjetima niska. [21]

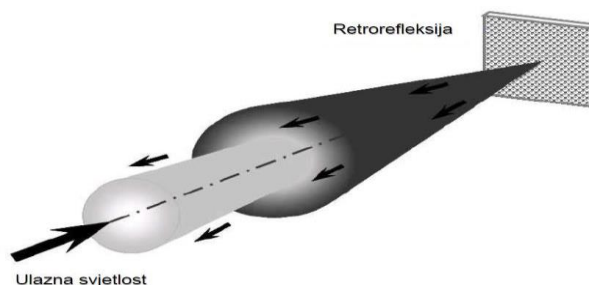


Slika 6. Difuzna refleksija

Izvor: [23]

### 4.3.2. Retrorefleksija

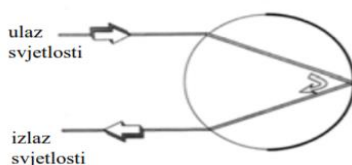
Retrorefleksija je refleksija kod koje se svjetlosni trak se uvijek vraća prema svom izvoru bez obzira na ulazni kut. Retrorefleksija osigurava izvrsnu vidljivost noću i u uvjetima smanjene vidljivosti. U prirodi je razmjerno malo retroreflektora te se u prometnoj signalizaciji koriste umjetni retroreflektori. Oni omogućuju da se zrake svjetlosti vrate natrag prema svom izvoru. Retrorefleksija ima najbolja svojstva te je najpogodnija za primjenu u prometu. [21]



Slika 7. Retrorefleksija

Izvor: [24]

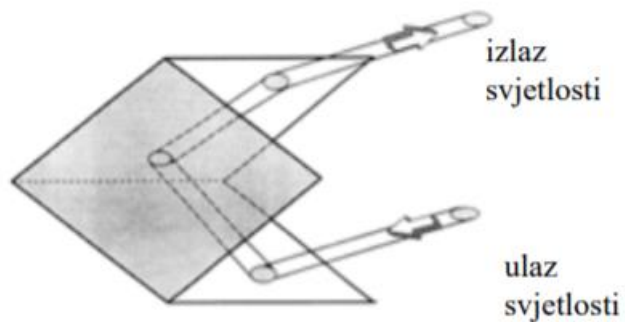
S obzirom na vrstu materijala kojim se ostvaruje, retrorefleksija se dijeli na sferičnu i prizmatičnu. Kod sferične retrorefleksije staklena kuglica lomi ulaznu svjetlost pri prolasku kroz prednju površinu staklene kuglice. Svjetlost se odbija sa zrcalne površine iza kuglice, te kada ponovno prođe kroz prednju površinu kuglice, svjetlost se lomi i reflektira u smjeru svog izvora. [21]



Slika 8. Sferična retrorefleksija

Izvor: [25]

Kod prizmatične retrorefleksije, tri jednake okomite površine čine prizmu na kojoj se ulazni trak svjetlosti reflektira u smjeru svog izvora usporedno s ulaznim svjetlom. Prizmatični reflektori su mnogo bolji u odnosu na sferične te imaju vrlo veliki koeficijent retrorefleksije. [21]



Slika 9. Prizmatična refleksija

Izvor: [25]

#### 4.4. Materijali za izradu prometne signalizacije

Prometni znakovi i oznake na kolniku kao dio cjelokupnog sustava prometne signalizacije, predstavljaju elemente koji, s obzirom na svoju funkciju, znatno utječu na pravovremenu percepciju moguće neposredne opasnosti, načina izbjegavanja te opasnosti, a time i na sigurnost cestovnog prometa. Najbitnija karakteristika prometne signalizacije je njihova vidljivost, odnosno retroreflektirajuća svojstva naročito u uvjetima smanjene vidljivosti. Da bi se osigurala funkcionalnost znakova, sukladno svemu navedenom, oni moraju zadovoljavati minimalne propisane uvjete retrorefleksije. Loše postavljeni, neodržavani i nedovoljno vidljivi prometni znakovi smatraju se bitnim uzrokom prometnih nesreća. Retrorefleksija prometnih znakova će s vremenom, zbog utjecaja vanjskih čimbenika, degradirati zbog čega je potrebno periodički ispitivati znakove kako bi se utvrdila njihova kvaliteta s aspekta vidljivosti.

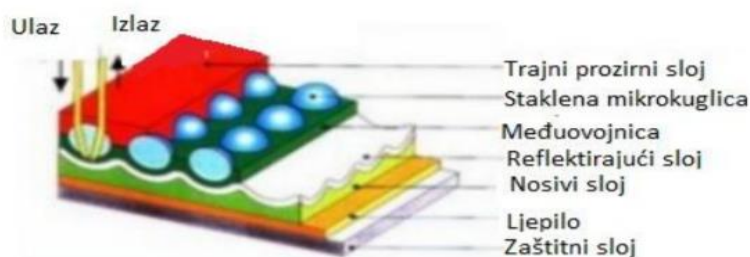
#### 4.4.1 Prometni znakovi

Vidljivost prometnih znakova u uvjetima smanjene vidljivosti uvelike ovisi o materijalima od kojih se signalizacija izrađuje. Razlog iz kojeg vozači u uvjetima smanjene vidljivosti ne vide dobro prometne znakove je taj što znakovi ne reflektiraju dovoljnu količinu svjetlosti prema vozaču. Stoga je jako važno koristiti dobre materijale, sa dobrim svojstvom retrorefleksije. Retroreflektirajući materijali za izradu prometnih znakova koriste mikro staklene kuglice ili mikroprizme odnosno sferičnu i prizmatičnu retrorefleksiju. U RH se u najvećoj mjeri koristi sferična retrorefleksija pri izradi prometnih znakova. Staklene kuglice su promjera od 0,01 do 0,1 mm i ima ih oko 80 milijuna na jednom četvornom metru materijala. Takve prozirne 18 kuglice zalivene su tankim, trajnim i zaštitnim prozirnim materijalom koji je debljine od 0,14 do 0,22mm. [32]

Danas se primjenjuju tri tipa retroreflektirajućih materijala [33]: Materijal klase I, Materijal klase II, Materijal klase III

##### 4.4.1.1 Materijal klase I-Engineer Grade

Materijal Klase I je poznat kao folija prve generacije. Izrađen je od trajnog materijala s uvezanim staklenim mikrokuglicama (Slika 10.) ili mikroprizmama koje se koriste i danas kod prometa slabijeg intenziteta i s manjim brzinama vožnje. Tanki porozni sloj štiti od utjecaja sunčevih zraka na smanjenje refleksije i predstavlja dio optičkog sustava materijala. Sjaj retroreflektirajuće folije je  $70 \text{ cd/lx/m}^2$ . Jamstvo trajnosti refleksije je 7 godina. [33]

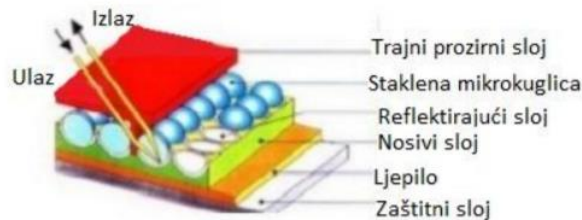


Slika 10. Sastav materijala klase I

Izvor: [33]

#### 4.4.1.2 Materijal klase II-High Intensity Grade

Materijal klase II (Slika 11.) izrađen je od reflektirajuće folije koja sadrži učahurene staklene mikrokuglice ili mikroprizme koje su trostruko sjajnije od novih reflektirajućih folija klase I. [33] Ova folija jamči da će i nakon 10 godina uporabe na prometnicama zadržati najmanje 80% prvotne sjajnosti. Znakovi izrađeni od folije klase II su uočljivi čak iz širokog kuta gledanja, te u osvijetljenoj okolini efikasno upozoravaju vozače na nadolazeće opasnosti na cesti. Kod materijala klase II, kuglice su zalijepljene na plastični nosač, a njihov gornji dio nalazi se u zraku napunjenoj kapsuli koja je zatvorena tankim prozirnim gornjim slojem. Pripada materijalima visokog sjaja. Sjajnost ove reflektirajuće folije je  $250 \text{ cd/lx/m}^2$ . [33]



Slika 11. Sastav materijala klase II

Izvor: [33]

#### 4.4.1.3 Materijal klase III-Diamond Grade

Materijal Klase III (Slika 12.) načinjen je od efikasnih mikroprizmi zahvaljujući kojima su više nego trostruko sjajnije od folija s učahurenim staklenim mikrokuglicama i čak deseterostruko sjajnije od folija s uvezanim staklenim mikrokuglicama. Shodno tome, vozačima na prometnicama omogućuju veću vidljivost u svim dnevnim, noćnim i lošim vremenskim uvjetima. Dopuštajući ulazne kutove svjetlosnog traka do 60 stupnjeva, ove folije pružaju veliku fleksibilnost kod postavljanja znakova. Među svim trajnim folijama za izradbu znakova ove folije raspolažu najsjajnijim reflektirajućim svojstvima. Sjaj ove reflektirajuće folije je  $800 \text{ cd/lx/m}^2$ , što je tri puta više od folije Klase II i deset puta više od folije Klase I. [33]



Slika 12. Sastav materijala klase III

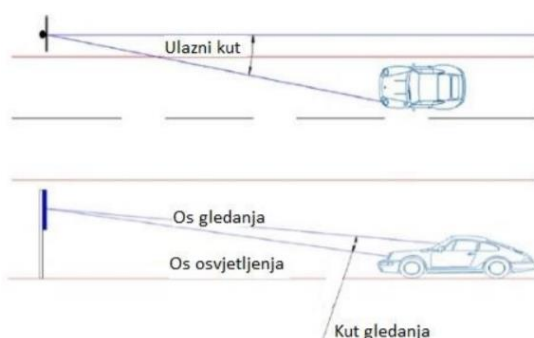
Izvor: [33]

#### 4.4.2 Oznake na kolniku

Oznake na kolniku su vezane uz kolnički zastor sastavljene od međusobno povezanih materijala kao što su pigmenti, veziva, punila, specijalne kemikalije te otapala. Njihova zadaća je osigurati izdržljivost pri lošim vremenskim uvjetima, trajnost, visoku vrijednost koeficijenta trenja klizanja i drugo. [34] Svaki materijal ima svoje prednosti i nedostatke, zato prilikom izbora samog materijala mora se unaprijed odrediti koliko je to područje povoljno za određeni materijal. Važni elementi na koje treba paziti su klimatski uvjeti i prometno opterećenje. Materijali se međusobno razlikuju u trajnosti, cijeni i načinu izrade oznaka. Na toj osnovi se biraju najbolja rješenja. U današnje vrijeme razvojem raznih tehnologija došlo je i do razvoja materijala za izradu oznaka na kolniku. To je osiguralo puno više rješenja, ali time je i klasifikacija materijala postala složenija. Najčešća podjela materijala odnosi se na vrstu korištenog materijala te se materijali dijele na: boje, plastične materijale i trake. Često se koristi i podjela temeljena na korištenom otapalu. Prema toj podjeli materijali se mogu podijeliti na materijale na bazi otapala (eng. Solventborne), na bazi vode (eng. Waterborne) ili one koji uopće ne koriste otapala. Također se mogu podijeliti i na oznake za trajno označavanje ili za privremeno označavanje. Moguća je i podjela prema retroreflektirajućim svojstvima, debljini nanosa ili kemijskom sastavu. [35] Kod postavljanja oznaka važno je da se ne poveća klizavost kolnika, pa se zbog toga dodaju i elementi koji povećavaju površinsku hrapavost. Kao što je prije navedeno, materijalima se dodaju i retroreflektirajući elementi, odnosno staklene perle, koje pospješuju vidljivost u lošijim uvjetima.

## 5. POVEZANOST KVALITETE PROMETNE SIGNALIZACIJE I UČESTALOSTI PROMETNIH NESREĆA U LOŠIM VREMENSKIM UVJETIMA

U tablicama 4, 5, i 6 prikazane su minimalne vrijednosti koeficijenata retrorefleksije za Klasu I (Tablica 4.), Klasu II (Tablica 5.) i Klasu III (Tablica 6.). U sklopu projekta „Kontrolna ispitivanja retrorefleksije horizontalne i vertikalne prometne signalizacije na državnim cestama s prikupljanjem podataka za ažuriranje Baze cestovnih podataka“, prilikom mjerenja vrijednosti koeficijenta retrorefleksije znakova, kut gledanja ( $\alpha$ ) iznosio je  $0,33^\circ$ , a ulazni kut ( $\beta$ )  $5^\circ$ . Ulazni kut formira se između ulaznog traka svjetlosti i okomite osi usmjerene na ravninu na koju je položen znak, dok kut gledanja predstavlja kut između ulazne i reflektirane zrake svjetlosti kao što je prikazano na slici 13. [36]



Slika 13. Ulazni kut i kut gledanja

Izvor: [36]

Tablica 4. Minimalna vrijednosti koeficijenata za Klasu I

Geometrija		Boja							
$\alpha$	$\beta_1$ ( $\beta_2=0$ )	bijela	žuta	crvena	zelena	plava	smeđa	narandžasta	siva
12'	+5°	70	50	14.5	9	4	1	25	42
	+30°	30	22	6	3.5	1.7	0.3	10	18
	+40°	10	7	2	1.5	0.5	#	2.2	6
20'	+5°	50	35	10	7	2	0.6	20	30
	+30°	24	16	4	3	1	0.2	8	14.4
	+40°	9	6	1.8	1.2	#	#	2.2	5.4
2°	+5°	5	3	1	0.5	#	#	1.2	3
	+30°	2.5	1.5	0.5	0.3	#	#	0.5	1.5
	+40°	1.5	1.0	0.5	0.2	#	#	#	0.9

# označava "Vrijednost veća od nule ali nije značajna ili nije primjenjiva"

Izvor: [37]

Tablica 5. Minimalna vrijednosti koeficijenata za Klasu II

Geometrija mjerenja		Boja								
$\alpha$	$\beta_1$ ( $\beta_2=0$ )	bijela	žuta	crvena	zelena	tamno zelena	plava	smeđa	narančasta	siva
12'	+5°	250	170	45	45	20	20	12	100	125
	+30°	150	100	25	25	15	11	8,5	60	75
	+40°	110	70	15	12	6	8	5,0	29	55
20'	+5°	180	120	25	21	14	14	8	65	90
	+30°	100	70	14	12	11	8	5	40	50
	+40°	95	60	13	11	5	7	3	20	47
2°	+5°	5	3	1	0,5	0,5	0,2	0,2	1,5	2,5
	+30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,3	#	#	1	1,2
	+40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,2	#	#	#	0,7

# označava "Vrijednost veća od nule ali nije značajna ili nije primjenjiva"

Izvor: [37]

Tablica 6. Minimalna vrijednosti koeficijenata za Klasu III

Geometrija		Boja					
$\alpha$	$\beta_1$ ( $\beta_2=0$ )	bijela	žuta	crvena	zelena	plava	narančasta
0.1°	+5°	850	550	170	85	55	260
	+20°	600	390	120	60	40	130
	+30°	425	275	85	40	28	95
0.2°	+5°	625	400	125	60	40	140
	+20°	450	290	90	45	30	100
	+30°	325	210	65	30	20	70
0.33°	+5°	425	275	85	40	28	95
	+20°	300	195	60	30	20	65
	+30°	225	145	45	20	15	49

Izvor: [37]

## 5.1 Kvaliteta znakova na državnim cestama u RH

Za potrebe analize kvalitete prometnih znakova uzeti su podaci o svim prometnim znakovima s ukupno 130 državnih cesta, odnosno s ukupno 6 468,5 km cesta. [37] Ukupno je prikupljeno 139 773 prometnih znakova različitih klasa. Od ukupnog broja znakova, njih 111 995 zadovoljava sve propisane uvjete, a 27 778 znakova ne zadovoljava. Preračunato u postotke, gotovo 20% znakova ne zadovoljava kriterije (Tablica 7.).



Tablica 7. Ukupan broj znakova po klasama

<b>Ukupan broj znakova</b>	139 773	
<b>Zadovoljava</b>	111 995	<b>80,13%</b>
<b>Ne zadovoljava</b>	27 778	<b>19,87%</b>
<b>Znakovi klase I</b>	91 047	
<b>Zadovoljava</b>	71 278	<b>78,29%</b>
<b>Ne zadovoljava</b>	19 769	<b>21,71%</b>
<b>Znakovi klase II</b>	38 315	
<b>Zadovoljava</b>	32 768	<b>85,52%</b>
<b>Ne zadovoljava</b>	5 547	<b>14,48%</b>
<b>Znakovi klase III</b>	10 111	
<b>Zadovoljava</b>	7 899	<b>78,12%</b>
<b>Ne zadovoljava</b>	2 212	<b>21,88%</b>

Izvor: [37]

Kao što je vidljivo iz Tablice 7., klasa II ima najveći postotak znakova koji zadovoljava propisane tehničke uvjete. S obzirom da je klasa I minimalna propisana klasa retroreflektirajućeg materijala za izradu prometnih znakova, očekivano je najveći broj znakova izrađen upravo tom vrstom materijala. Samo je za neke znakove propisana viša klasa materijala (npr. znak za obavezno zaustavljanje, znak obilježavanja pješačkog i biciklističkog prijelaza, ploče za obilježavanje zapreka ili oštih zavoja na cesti i sl.) te je zbog toga broj ovih znakova manji. Daleko je najmanje znakova klase III, s obzirom da je ta klasa propisana samo za četiri znaka. [37] Od ukupnog broja znakova (139 773), njih 111 995 zadovoljava propisane norme, a 27 778 ne zadovoljava te se može zaključiti da je opća kvaliteta prometnih znakova na državnim cestama prihvatljiva.

Tablica 8. prikazuje stanje vertikalne prometne signalizacije u analiziranim županijama, odnosno u kojoj mjeri vertikalna prometna signalizacija zadovoljava i ne zadovoljava minimalne propisane koeficijente retrorefleksije. Razlog zbog kojeg će se analizirati zadovoljava li pojedini prometni znak koeficijente retrorefleksije, a ne ostale tehničke uvjete, je taj što retrorefleksija pojedinog znaka najviše utječe na njegovu vidljivost u lošim atmosferskim prilikama.

Tablica 8. Prikaz broja znakova koji zadovoljavaju minimalni koeficijent retrorefleksije po pojedinim županijama

ŽUPANIJA	ZADOVOLJAVA		NE ZADOVOLJAVA	
	BROJ ZNAKOVA	UDIO (%)	BROJ ZNAKOVA	UDIO (%)
Sisačko-moslavačka	5653	76,64%	1921	25,36%
Bjelovarsko-bilogorska	4612	82,42%	984	17,58%
Virovitičko-podravska	3270	82,12%	834	20,94%
Karlovačka	5960	78,95%	1589	21,05%
Ličko-senjska	6687	83,04%	1366	16,96%

Izvor: [37]

Iz Tablice 10., od navedenih županija, najveći broj znakova koji zadovoljavaju minimalne koeficijente retrorefleksije ima u Ličko-senjskoj županiji (6 687), zatim u Karlovačkoj županiji (5 960) te u Sisačko-moslavačkoj (5 653). U Virovitičko-podravskoj zadovoljava 3 270 znakova, a u Bjelovarsko-bilogorskoj 4 612 znaka. Najveći broj znakova koji ne zadovoljavaju minimalni koeficijent retrorefleksije ima Sisačko-moslavačka županija, čak 1921 od ukupno 7 574 znakova. U Karlovačkoj županiji, od ukupnih 7 549, njih 21,05% ne zadovoljava minimalne koeficijente retrorefleksije, u Virovitičko-podravskoj 20,94% ne zadovoljava. [37]

## 5.2 Korelacija između kvalitete znakova i nastanka prometnih nesreća 2015. godine

Za određivanje korelacije uzimaju se u obzir prometne nesreće koje su se dogodile pri različitim atmosferskim prilikama (oblačno, kiša, magla, snijeg), odnosno u uvjetima kada retrorefleksija znaka najviše dolazi do izražaja tijekom 2015. godine. U tablici 9. prikazan je broj nesreća koje su se dogodile na državnim cestama u analiziranim županijama pod različitim atmosferskim prilikama.

Tablica 9. Prikaz broja nesreća pod utjecajem različitih atmosferskih prilika

ŽUPANIJA	BROJ NESREĆA			
	Oblačno	Kiša	Magla	Snijeg
Sisačko-moslavačka	18	12	2	5
Bjelovarsko-bilogorska	4	1	0	1
Virovitičko-podravska	10	3	0	1
Karlovačka	85	50	17	7
Ličko senjska	42	21	7	13

Izvor: [37]

Iz tablice 9. vidljivo je koliko broj nesreća u istom vremenskom periodu može biti različit. Najmanje nesreća pri već ranije navedenim uvjetima dogodilo se u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, pri oblačnom vremenu dogodilo su se 4 prometne nesreće, po kiši 1 i po snijegu samo 1 prometna nesreća. Od promatranih nesreća koje su se dogodile na državnim cestama u navedenim županijama, najveći broj nesreća se dogodio u Karlovačkoj županiji, po oblačnom vremenu čak 85, po kiši 50, magli 17 i po snijegu 7 nesreća. Sljedeća županija s najviše prometnih nesreća je Ličko senjska. U Ličko-senjskoj županiji su se dogodile 42 nesreće po oblačnom vremenu, 21 po kiši, 7 po magli i 13 po snijegu. [38]

Da bi se statistički ispitala povezanost između kvalitete prometnih znakova i broja prometnih nesreća provesti će se korelacijska analiza. Općenito, koeficijent korelacije opisuje se tako da što je on veći, veća je povezanost između varijabli. Po smjeru korelacija, ona može biti pozitivna ili negativna. Pozitivna korelacija prisutna je kada rast jedne varijable prati rast druge varijable, odnosno kada pad jedne prati pad druge varijable. Negativna korelacija je kada rast jedne varijable prati pad druge varijable i obratno. [40] Pearsonov koeficijent korelacije može biti između 0 i 1 gdje 1 predstavlja potpunu korelaciju, a 0 potpunu odsutnost korelacije kao što je prikazano u Tablici 10.

Tablica 10. Jačina povezanosti između varijabli

<b>APSOLUTNA VRIJEDNOST KOEFICIJENTA KORELACIJE</b>	<b>JAČINA POVEZANOSTI IZMEĐU VARIJABLI</b>
<b><math>r=1</math></b>	Potpuna korelacija
<b><math>0,8 \leq r &lt; 1</math></b>	Jaka korelacija
<b><math>0,5 \leq r &lt; 0,8</math></b>	Srednje jaka korelacija
<b><math>0,2 \leq r &lt; 0,5</math></b>	Relativno slaba korelacija
<b><math>0 &lt; r &lt; 0,2</math></b>	Neznatna korelacija
<b><math>r=1</math></b>	Potpuna odsutnost korelacije

Izvor: [39]

Kao glavni kriterij sigurnosti koristit će se broj nesreća koje su se dogodile u različitim atmosferskim prilikama (oblačno, kiša, magla, snijeg). Ovaj pokazatelj je odabran budući da se u lošim atmosferskim prilikama kvaliteta prometne signalizacije posebno ističe te se na taj način može odrediti povezanost između kvalitete znakova i broja prometnih nesreća. Kao prediktor broja nesreća u daljnjoj analizi poslužit će broj znakova na cesti koji ne zadovoljavaju propisane minimalne koeficijente retrorefleksije. [37] U tablici 11. prikazan je broj znakova koji ne zadovoljavaju minimalni koeficijent retrorefleksije po županijama koji će biti jedna od varijabli prilikom izračuna Pearsonovog koeficijenta korelacije. Kao druga varijabla koristiti će se broj nesreća na državnim cestama u analiziranih pet županija.

Tablica 11. Određivanje korelacije znakova koji ne zadovoljavaju minimalni koeficijent retrorefleksije i broja nesreća po županijama

<b>ŽUPANIJA</b>	<b>ZNAKOVI KOJI NE ZADOVOLJAVAJU MIN.KOEF.RETROREFLEKSIJE</b>	<b>BROJ NESREĆA</b>
Sisačko-moslavačka	1 921	37
Bjelovarsko-bilogorska	984	6
Virovitičko-podravska	834	14
Karlovačka	1 589	159
Ličko-senjska	1 366	83

Izvor: [37]

Izračunom Pearsonovog koeficijenta između ove dvije varijable, dobije se vrijednost  $r=0,5$ . Iz Tablice 10. može se iščitati da vrijednost  $r=0,5$  odgovara srednje jakoj povezanosti između varijabli iz čega se može zaključiti da kvaliteta prometne signalizacije pri lošim atmosferskim prilikama djelomično ima utjecaj na nastanak prometnih nesreća. Utjecaj na broj prometnih nesreća na državnim cestama imaju i mnogi drugi faktori, kao što su brzina kretanja vozila, duljina ceste, PGDP (prosječni godišnji dnevni promet), prosječna starost vozača itd., a jačinu njihovog utjecaja valjalo bi ispitati da bi se točno odredilo koji čimbenik u kojoj mjeri utječe na sigurnost prometa. [37]

## **6. RJEŠENJA ZA VEĆU SIGURNOST U LOŠIM VREMENSKIM UVJETIMA**

Nažalost, ne postoje načini potpunog suzbijanja prometnih nesreća nastalih utjecajima vremenskih uvjeta, no moguće je određenim koracima povećati sigurnost prometa.

### **6.1. Zadaće upravitelja ceste**

Upravitelj ceste odgovoran je za sve poslove vezane za nadzor, pregled i održavanje kolnika i prometne signalizacije. Upravitelj ceste je također dužan osigurati prikupljanje podataka i pravovremeno obavješćivanje javnosti o stanju i prohodnosti cesta, o izvanrednim događajima na njima, kao i o meteorološkim uvjetima koji su od značaja za sigurno odvijanje prometa. [41]

Vrlo je bitno da se kolnik i prometna signalizacija uredno održavaju zbog utjecaja različitih vremenskih uvjeta koji uzrokuju njihovo trošenje. Neki od najvažnijih poslova održavanja kolnika i signalizacije jesu [41]:

- Osiguravanje sigurnog i nesmetanog odvijanja prometa, kao i da oštećenja prometnih površina, u pravilu popravljaju jednakim materijalom od kojeg je i izrađena postojeća kolnička konstrukcija. Izuzetno, ako zbog izrazito nepovoljnih vremenskih prilika ili drugih okolnosti to nije moguće, dozvoljeno je oštećenja popraviti i s drugim primjerenim materijalima, ali samo privremeno.
- Održavanje bankina na način da iste budu poravnate, utvrđene i zbijene, da kote bankina ne smiju biti više od kota ruba kolnika niti niže od propisanih visina, da poprečni nagib bankine omogućuje otjecanje vode s kolnika i da ne bude manji ni veći od propisanog, te da su sva prometna signalizacija i oprema i cestovne naprave postavljene na bakini vidljive i dostupne.
- Omogućavanje odvodnje površinskih i podzemnih voda u cilju sprječavanja dotjecanja vode, održavanje i čišćenje sustava i građevina za odvodnju, na način da isti ne propuštaju i u njima ne stoji voda. Kada se na kolniku nalazi sloj vode, vidljivost oznaka na kolniku je znatno smanjena.

- Redovito održavanje ceste na način da istu čisti i nadopunjuje, zamjenjuje ili popravlja dotrajalu, oštećenu, manjkavu ili nestalu prometnu signalizaciju i opremu nosećih dijelova odnosno konstrukcije, da prometnu signalizaciju i opremu na cesti održava tako da se osigura njena potpuna funkcionalnost i vidljivost.
- Odstranjivanje svega što može utjecati na sigurnost prometa, njegovu funkcionalnost i uređeni izgled ceste te zaštitu okoliša

## 6.2. Zadaće vozača

Najvažnija zadaća vozača je prilagoditi brzinu uvjetima na cesti. Brzine neprimjerene uvjetima su vrlo opasne jer se time može dovesti u opasnost i druge sudionike u prometu. Ako se u vožnji u slijedu ne prilagode uvjeti brzine i propisan razmak između dvaju vozila, vrlo je vjerojatno da će doći do sudara dvaju vozila sa stražnje strane. Sama skliska, nepregledna ili loša cesta može dovesti do iznenadnih kočenja koja na maloj udaljenosti između dvaju vozila mogu dovesti do prometne nesreće.

Po magli je potrebno bitno usporiti i prilagoditi vožnju uvjetima na cesti. Kada je vidljivost loša, potrebno je upaliti maglenke.

Po zimskim vremenskim uvjetima, vrlo je važno očistiti snijeg i led sa krova vozila i sa svjetla. Kod vožnje po skliskim i zaleđenim cestama potrebno je povećati sigurnosnu udaljenost odnosno razmak. Testovi su pokazali da razmak između vozila tijekom zime mora biti tri puta veći nego ljeti. Dodatna udaljenost je potrebna zbog sigurnog kočenja. Kada su ceste skliske, potrebno je smanjiti brzinu te izbjegavati naglo kočenje i ubrzavanje zbog mogućnosti gubitka nadzora nad vozilom. Ako vozilo posjeduje ABS sustav potrebno je kočiti lagano i držati smjer. Također se preporučuje prebacivanje u niži stupanj prijenosa ranije nego inače. [42]

Gume su jedan od najvažnijih dijelova vozila, a budući da posreduju između automobila i ceste, presudne su za sigurnost. Neupitno je trebaju li se zamijeniti ljetne gume zimskima čim počnu zimski uvjeti vožnje, odnosno čim se temperatura zraka spusti ispod  $+7^{\circ}\text{C}$ . Tada ljetne gume gube elastičnost kao i svojstva prijanjanja na podlogu koja imaju u uvjetima za koja su predviđena. Kod temperature od  $-10^{\circ}\text{C}$ , automobil s ljetnim gumama pri brzini od 60 km/h zaustaviti će se nakon 55 metara, dok će se automobil sa zimskim gumama zaustaviti nakon 44 metra. Na nižim temperaturama put kočenja je još duži. [2]

Ako auto dođe na vodeni klin (aquaplaning), potrebno je izbjegavati naglo kočenje i okretanje volana, jer može doći do zanošenja vozila kada kotači opet dobiju kontakt s podlogom. Zbog navedenog, važno je izbjegavanje rubova ceste jer se na rubovima najčešće nakuplja voda. [43]

Odsjaj sunca smanjuje vidljivost i produljuje vrijeme reakcije te je zato važno nositi polarizirane sunčane naočale te očistiti vjetrobransko staklo. Ako je prljavo, svjetlost se raspršuje i odsjaj je još veći. [44]



## 7. ZAKLJUČAK

Smanjena vidljivost postoji ako zbog nepovoljnih vremenskih ili drugih uvjeta vozač ne može jasno uočiti druge sudionike u prometu ili prometni znak na udaljenosti od najmanje 200 metara na cesti izvan naselja, odnosno najmanje 100 metara u naselju. S obzirom da čovjek 90% informacija u prometu dobiva putem vida logično je da su uvjeti smanjene vidljivosti izrazito rizični te da se tijekom istih učestalo događaju prometne nesreće. U uvjetima smanjene vidljivosti, zadovoljavajuća snaga retrorefleksije doprinosi pravovremenom uočavanju prometnih znakova te njihovom tumačenju i razumijevanju.

Cilj ovog rada je bio analizirati na koji način u i kojoj mjeri vremenski uvjeti utječu na sigurnost prometa. Prema Biltenu o sigurnosti cestovnog prometa ustanovljeno je da se najviše nesreća događa pod vedrim vremenskim uvjetima što je iznenađujući podatak. Razlog tome je što se uvjeti za vožnju čine dobrima za vozače, pa samim time više vozača izlazi na cestu i odlučuju se na putovanja u kojim nerijetko prakticiraju brzu, neopreznu vožnju. Zanimljivo je da se po snijegu i kiši događa manji broj nesreća, a mogući razlog za to je veća pažnja koju vozači imaju pri takvim teškim uvjetima za vožnju. Također je analiziran utjecaj kvalitete prometnih znakova na učestalost nastanka prometnih nesreća tijekom loših vremenskih uvjeta. U tu svrhu provedena je korelacijska analiza broja prometnih nesreća, koje su se dogodile po različitim atmosferskim uvjetima, i kvalitete prometnih znakova na državnim cestama u pet županija. Sukladno rezultatu, može se zaključiti da dobiveni Pearsonov koeficijent ( $r = 0,5$ ) predstavlja srednje jaku korelaciju između varijabli iz čega se može zaključiti da kvaliteta prometne signalizacije pri lošim atmosferskim prilikama djelomično ima utjecaj na nastanak prometnih nesreća.

Zaključeno je kako vremenski uvjeti uvelike utječu na sigurnosti prometa te ne postoje načini potpunog suzbijanja prometnih nesreća nastalih utjecajima vremenskih uvjeta, no moguće je određenim koracima povećati sigurnost prometa.

## LITERATURA

- [1] Perotić, V.: Prometna tehnika 1, Škola za cestovni promet, Zagreb
- [2] <https://www.hak.hr/info/korisne-informacije/zimska-oprema>
- [3] Bajić, A.: Bura i sigurnost cestovnog prometa, Državni hidrometeorološki zavod, URL:[https://bib.irb.hr/datoteka/431200.Bajic-Ceste\\_2009.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/431200.Bajic-Ceste_2009.pdf)
- [4] <https://www.hak.hr/info/korisne-informacije/voznja-po-kisi-i-magli>
- [5] <https://www.oldtimeri.hr/restauracija/savjeti/voznja-po-suncu>
- [6] <https://footyclub.ru/hr/kulinariya/pogodnoe-davlenie-kak-vliyaet-na-cheloveka-kak-ponizhennoe-atmosfernoe/>
- [7] Grabašnjak, D.: Analiza broja prometnih nesreća u Republici Hrvatskoj, završni rad, Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću, 2017. URL: <https://repositorij.velegs-nikolatesla.hr/islandora/object/velegs%3A419/datastream/PDF/view>
- [8] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_09\\_92\\_1823.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_92_1823.html)
- [9] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 64/2015)
- [10] Marić Drvoličanin, P: Prometna signalizacija, završni rad, Veleučilište u Šibeniku, 2019. URL: <https://repositorij.vus.hr/islandora/object/vus%3A1470/datastream/PDF/view>
- [11] <https://www.prometna-signalizacija.com/horizontalna-signalizacija/ostale-oznake/>
- [12] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2018., Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb 2019.
- [13] Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2019., Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb 2020.
- [14] Zakon o sigurnosti prometa na cestama s izmjenama i dopunama, NN br. 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15
- [15] <https://www.prometna-signalizacija.com/vertikalna-okomita-prometna-signalizacija/>
- [16] Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama, NN 33/2005

[17] Zavod za prometnu signalizaciju: Oznake na kolniku, skripta iz kolegija Vizualne informacije u prometu

[18] <https://www.prometna-signalizacija.com/horizontalna-signalizacija/uzduzne-oznake/>

[19] <https://01portal.hr/nastavljaju-se-radovi-na-culineckoj-cesti-privremena-regulacija-prometa-na-snazi-do-listopada/>

[20] <https://www.prometna-signalizacija.com/horizontalna-signalizacija/ostale-oznake/>

[21] I. Marić : Utjecaj vremenskih uvjeta na sigurnost u cestovnom prometu s aspekta prometne signalizacije; Završni rad, 2017.

URL:<https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A882/datastream/PDF/view>

[22] <https://sc51orel.ru/bs/kvantovaya-fizika/what-is-the-reflection-of-light-reflection-of-light.html>

[23] [https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/a743968a-901e-4aa4-9117-d7d5dedac0d5/html/14440\\_Odbijanje\\_svjjetlosti\\_-\\_ravno\\_zrcalo.html](https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/a743968a-901e-4aa4-9117-d7d5dedac0d5/html/14440_Odbijanje_svjjetlosti_-_ravno_zrcalo.html)

[24] Barta, D.: Analiza percepcije prometnih znakova i ponašanja vozača primjenom sustava za praćenje pogleda vozača, diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019. URL: <http://docplayer.rs/190728719-Sveu%C4%8Dili%C5%A1te-u-zagrebu-fakultet-prometnih-znanosti.html>

[25] Zavod za prometnu signalizaciju: Osnove prometne signalizacije, prezentacija iz kolegija Signalizacija i upravljanje plovilima

[26] <https://proleksis.lzmk.hr/31243/>

[27] [https://civilnazastita.gov.hr/UserDocsImages/CIVILNA%20ZA%C5%A0TITA/PDF\\_ZA%20WEB/Snijeg%20i%20led\\_letak%20A4%20-%20web.pdf](https://civilnazastita.gov.hr/UserDocsImages/CIVILNA%20ZA%C5%A0TITA/PDF_ZA%20WEB/Snijeg%20i%20led_letak%20A4%20-%20web.pdf)

[28] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Vjetar>

[29] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Magla>

[30] <https://core.ac.uk/download/pdf/197881313.pdf>

[31] Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, FPZ, Zagreb, 2001.

[32] Zavod za prometnu signalizaciju: Autorizirana predavanja iz kolegija Prometna signalizacija, Zagreb, 2016./2017.

[33] <http://www.chemosignal.hr>

[34] Babić, D.: Model predviđanja trajanja oznaka na kolniku, doktorski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018, [URL:https://dr.nsk.hr/islandora/object/fpz:1202/preview](https://dr.nsk.hr/islandora/object/fpz:1202/preview)

[35] Ščukanec, A.; Fiolić M.; Babić D. (2012), Analysis of Retroreflectivity of Paint and Plastic Road Markings on Croatia State Road D1., Zagreb : Fakultet prometnih znanosti, 2012.

[36] Zavod za prometnu signalizaciju: Autorizirana predavanja iz kolegija Prometna signalizacija, Zagreb, 2016./2017.

[37] I. Marić : Utjecaj vremenskih uvjeta na sigurnost u cestovnom prometu s aspekta prometne signalizacije; Završni rad, 2017.

[URL:https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A882/datastream/PDF/view](https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A882/datastream/PDF/view)

[38] <https://www.mup.hr/publikacije/2016/>

[39] <https://www.tonimilun.com/statistika/koeficijent-korelacije-pearsonov-i-spearmanov/>

[40] Biljan-August M., Pivac S., Štambuk A.: Uporaba statistike u ekonomiji, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2009.

[41] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014\\_07\\_90\\_1826.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_07_90_1826.html)

[42] <https://www.hak.hr/info/korisne-informacije/zimska-voznja>

[43] <https://npscp.info/vijesti/item/368-meteo-uvjeti-kako-voziti-po-kisi>

[44] <https://www.oryx-asistencija.hr/savjeti-za-vozace/savjeti/sigurna-voznja-potezavajucim-uvjetima-8582>

## POPIS SLIKA

Slika 1. Vertikalna signalizacija .....	12
Slika 2. Uzdužne oznake na kolniku.....	14
Slika 3. Poprečne oznake na kolniku .....	15
Slika 4. Strelice .....	16
Slika 5. Zrcalna refleksija .....	18
Slika 6. Difuzna refleksija.....	18
Slika 7. Retrorefleksija.....	19
Slika 8. Sferična retrorefleksija.....	19
Slika 9. Prizmatična refleksija .....	20
Slika 10. Sastav materijala klase I .....	21
Slika 11. Sastav materijala klase II.....	22
Slika 12. Sastav materijala klase III.....	23
Slika 13. Ulazni kut i kut gledanja.....	24

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Prometne nesreće prema vremenskim uvjetima (2009. - 2018.) .....	8
Tablica 2. Prometne nesreće prema vremenskim uvjetima u 2018. godini .....	8
Tablica 3. Prometne nesreće prema vremenskim uvjetima u 2019. godini .....	9
Tablica 4. Minimalna vrijednosti koeficijanata za Klasu I .....	24
Tablica 5. Minimalna vrijednosti koeficijanata za Klasu II.....	25
Tablica 6. Minimalna vrijednosti koeficijanata za Klasu III .....	25
Tablica 7. Ukupan broj znakova po klasama .....	26
Tablica 8. Prikaz broja znakova koji zadovoljavaju minimalni koeficijent retrorefleksije po pojedinim županijama.....	27
Tablica 9. Prikaz broja nesreća pod utjecajem različitih atmosferskih prilika .....	28
Tablica 10. Jačina povezanosti između varijabli .....	29
Tablica 11. Određivanje korelacije znakova koji ne zadovoljavaju min.koef. retrorefleksije i broja nesreća po županijama.....	29

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Poginule osobe prema vremenskim uvjetima u 2018. godini .....	10
Grafikon 2. Poginule osobe prema vremenskim uvjetima u 2019. godine.....	10



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ završni rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako 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 rada  
pod naslovom **Vremenski uvjeti kao čimbenik sigurnosti prometa**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

Student/ica:

U Zagrebu, 6/27/2021

Nikolina Meštrović  
(potpis)