

# Analiza prometnih nesreća na županijskim cestama Splitsko-dalmatinske županije

---

Goić, Tamara

Master's thesis / Diplomski rad

2022

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:409244>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-04**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



zir.nsk.hr



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Tamara Goić**

**Split, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Tamara Goić**

**ANALIZA PROMETNIH NESREĆA NA  
ŽUPANIJSKIM CESTAMA  
SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE**

**Diplomski rad**

**Split, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**KANDIDAT: Tamara Goić**

**KATEDRA: Katedra za prometnice**

**PREDMET: Prometna tehnika**

**ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

**Tema:**

Analiza prometnih nesreća na županijskim cestama Splitsko-dalmatinske županije

**Opis zadatka:**

Povećanje sigurnosti na cestama jedan je od važnijih ciljeva kako projekatnata tako i upravitelja pojedinih kategorija cesta koji kroz proces upravljanja, održavanja i obnove cestovne infrastrukture mogu doprinijeti smanjenju broja prometnih nesreća te većoj sigurnosti svih sudionika u prometu. Da bi se utvrdilo postoje li potencijalna opasna mjesta na županijskim cestama u Splitsko-dalmatinskoj županiji, u okviru ovog rada potrebno je, na temelju dostupnih podataka, statistički analizirati prometne nesreće koje su se dogodile na ovim cestama tijekom 2019. i 2020. godine. Korištenjem GIS alata, treba izraditi kartu s lokacijama prometnih nesreća te na temelju obrađenih podataka i odgovarajuće metodologije za identifikaciju opasnih mjesta utvrditi postoje li ona na županijskim cestama u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

U Splitu, 23.03.2022

Voditelj Diplomskog rada:

Predsjednik Povjerenstva  
za završne i diplomske ispite:

izv.prof.dr.sc. Deana Breški

izv.prof.dr.sc. Ivo Andrić

izv.prof.dr.sc. Martina Baučić

# **Analiza prometnih nesreća na županijskim cestama Splitsko-dalmatinske županije**

## ***Sažetak:***

Budući da se svake godine povećava broj automobila na prometnoj cestovnoj mreži, povećava se i broj prometnih nesreća. Tema ovog diplomskog rada je analiza prometnih nesreća na području Splitsko-dalmatinske županije tijekom 2019. i 2020. godine. Promatrane su županijske ceste na području spomenute županije. Na temelju podataka o prometnim nesrećama izvršena je identifikacija mjesta s najvećim brojem prometnih nesreća koja predstavlja preduvjet za sanaciju tih mjesta i u konačnici smanjenje broja prometnih nesreća. Za obradu podataka korišteni su programski alati Geographic Information System (QGIS) i Microsoft Office – Excel.

***Ključne riječi:*** prometna cestovna mreža; prometne nesreće; Splitsko–dalmatinska županija; županijske ceste

# **Analysis of traffic accidents on the county roads of the Split-Dalmatia County**

## ***Abstract:***

As the number of cars on the road network increases every year, the number of accidents has also increased. The topic of this thesis is the analysis of traffic accidents in the area of Split-Dalmatia County during 2019 and 2020. County roads in the area of the mentioned county were observed. On the basis of data on traffic accidents, the places with the highest number of traffic accidents were identified, which is a prerequisite for the rehabilitation of these places and ultimately, the reduction of the number of traffic accidents. Geographic Information System (QGIS) and Microsoft Office – Excel software tools were used for data processing.

***Keywords:*** Road Traffic Network; Traffic Accidents; Split–Dalmatia County; County Roads

# S a d r Ź a j

<b>1.UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2.UZROCI PROMETNIH NESREĆA .....</b>	<b>2</b>
2.1.Korisnici .....	2
2.2.Vozilo .....	4
2.3.Cesta, projektni elementi .....	5
2.3.1. Horizontalni elementi trase .....	6
2.3.2. Vertikalni elementi trase .....	9
2.3.3. Poprečni presjek .....	11
2.3.4. Odvodnja .....	12
2.3.5. Vitoperenje kolnika .....	13
2.3.6. Prostorno vođenje trase .....	13
2.4.Ostali uzroci.....	14
<b>3.PODACI O NESREĆAMA NA CESTAMA RH.....</b>	<b>16</b>
3.1.Splitsko - dalmatinska županija .....	24
<b>4.ANALIZA PODATAKA O PROMETNIM NESREĆAMA .....</b>	<b>26</b>
4.1.Prikupljanje i obrada podataka .....	26
4.1.1. Računalna aplikacija QGIS .....	28
4.1.2. Računalni program Microsoft Office - Excel.....	29
4.2.Analiza obrađenih podataka .....	29
4.3.Prostorna analiza.....	40
4.4.Opasna mjesta na cestovnoj prometnoj mreži .....	46
<b>5.ZAKLJUČAK .....</b>	<b>48</b>
<b>6.LITERATURA.....</b>	<b>49</b>

## 1. UVOD

Pojam promet označava uslužnu djelatnost kojom se obavlja prijenos ljudi, dobara i informacija s jednog mjesta na drugo. Osnovna podjela dijeli promet na kopneni, vodni i zračni promet.

Motorizirani cestovni promet se razvio zbog potrebe ljudi da stignu i do najudaljenijih i najmanjih područja i naselja. S povećanjem stupnja motorizacije i uporabe automobila rastu i društveni troškovi cestovnog prometa. Iako je svaki život neprocjenjiv i s ničim se ne može usporediti, istraživanja pokazuju da je materijalna šteta uzrokovana prometnim nesrećama, prema procjeni stručnjaka, preko osam milijardi kuna, odnosno 2,3% hrvatskog BDP-a. [1]

Prometna nesreća je događaj na cesti koji je izazvan kršenjem prometnih propisa, čije posljedice mogu biti materijalna šteta, ozlijeđene i preminule osobe. [2] U svrhu unapređenja stanja sigurnosti u cestovnom prometu, a samim time i smanjenja broja prometnih nesreća rade se analize prikupljenih podataka o nesrećama. Analiziranjem podataka o prometnim nesrećama moguće je utvrditi opasna mjesta, tj. lokacije na kojima se nesreće događaju češće nego na drugim lokacijama. Nakon utvrđivanja opasnih mjesta, moguća je i njihova sanacija koja za posljedicu ima smanjenje broja nesreća, što je u konačnici i cilj. [3]

Cilj ovog diplomskog rada je bio izvršiti statističku analizu prometnih nesreća na temelju dobivenih izvješća, izraditi kartu s lokacijama prometnih nesreća te identificirati postoje li opasna mjesta na županijskim cestama u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Za bolju vizualizaciju i lakše utvrđivanje potencijalnih mjesta s najvećim brojem nesreća je korišten alat QGIS koji je omogućio prikaz lokacija na georeferenciranim kartama.

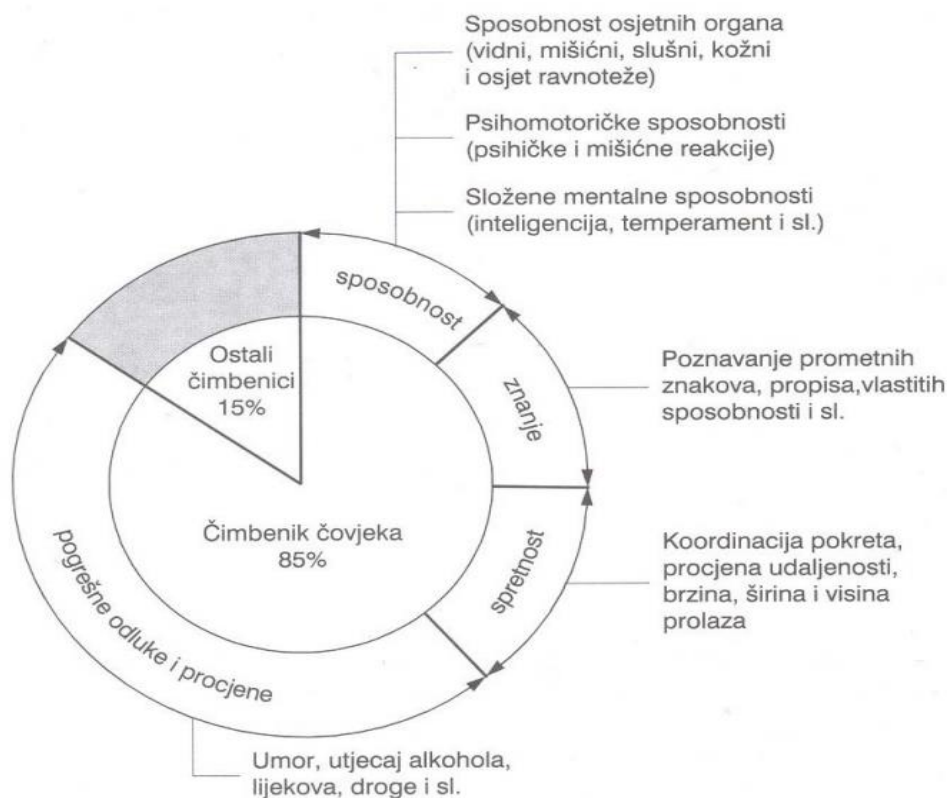
## 2. UZROCI PROMETNIH NESREĆA

Osnovni prometni elementi, a ujedno i tri bitna čimbenika za sigurnost prometa su vozilo, vozač i prometnica. Čovjek je najvažniji čimbenik jer određuje način kretanja te svojim postupcima utječe na svoju sigurnost i sigurnost ostalih sudionika. Smatra se da je u 85% slučajeva čovjek kriv za prometnu nesreću, dok je u 15% prometnih nesreća uzrok neki drugi čimbenik (slika 1.). [4] Često uzrok prometne nesreće nije samo jedan već kombinacija nekoliko uzroka. Budući da težimo ka tome da se broj nesreća smanji, bitno je poboljšati ili ukloniti faktore koji utječu na uzrok nesreća.

### 2.1. Korisnici

Korisnik svojim osjetilima prima obavijesti o stanju na cesti te uzimajući u obzir vozilo i prometne propise sam određuje način kretanja vozila. Faktori koji utječu na ponašanje korisnika kao bitnog čimbenika sigurnosti u prometu su:

- osobne karakteristike korisnika
- psihofizičke karakteristike
- obrazovanje i kultura. [4]



Slika 1. Uzroci prometnih nesreća [4]



Čovjekove osobine, svojstva i ponašanje su ono po čemu se razlikuje od drugih pojedinaca društvene zajednice. Psihičko i fizičko zdravlje je preduvjet uspješnog i sigurnog odvijanja ponašanja u prometu.

Psihičke osobine koje posjeduje svaki pojedinac su:

- sposobnost: predstavlja skup urođenih i stečenih uvjeta koji omogućuju obavljanje željene aktivnosti
- stajalište: rezultat odgoja u obitelji, društvu, školi i učenja
- temperament: urođena osobina koja se očituje u načinu mobiliziranja psihičke energije; prema temperamentu se ljudi mogu podijeliti na kolerike, sangvinike, melankolike i flegmatike
- osobne crte: specifične strukture pojedinca zbog kojih on reagira na isti način u različitim situacijama
- karakter: očituje se u moralu čovjeka i njegovom odnosu prema ljudima, uključujući poštivanje društvenih normi i rada. [4]

Sve čovjekove sposobnosti se razviju do 18-te godine te do 30-te ostaju uglavnom nepromijenjene. Od 30-te do 50-te dolazi do blagog pada tih sposobnosti, dok je od 50-te do 65-te taj pad znatno brži.

Pomoću organa osjeta koji podražuje živčani sustav nastaju osjet vida, mirisa, sluha i ravnoteže.

Osjet vida je najvažniji u obavještavanju vozača. Značajno je:

- prilagođavanje oka na svjetlost i tamu: omogućava brzo zamjećivanje nakon promjene intenziteta svjetla
- vidno polje: prostor u kojem čovjek uočava predmete bez pokreta glave i očiju
- razlikovanje boja: bitno kod opažanja prometnih znakova, pri noćnoj vožnji i po magli
- oštrina vida: sposobnost uočavanja sitnih detalja
- sposobnost stereoskopskog zamjećivanja: određivanje međusobne udaljenosti; važno pri pretjecanju vozila. [4]

Osjet mirisa nema veliki utjecaj na sigurnost, jedino u posebnim slučajevima kao što je kočenje.

Osjet sluha služi za kontrolu rada motora, udaljenost vozila pri kočenju, itd.

Osjet ravnoteže je bitan za sigurnost kretanja vozila (posebno motornih vozila).

Psihomotoričke sposobnosti omogućuju uspješno izvođenje pokreta koji zahtijevaju preciznost, brzinu i usklađen rad mišića.

Važne psihomotoričke sposobnosti su:

- brzina reagiranja
- brzina izvođenja pokreta
- sklad pokreta i opažanja. [4]

Mentalne sposobnosti su mišljenje, pamćenje, inteligencija, itd. Važna mentalna sposobnost je inteligencija, koja omogućuje snalaženje u novonastalim situacijama.

Preduvjet pojedinca da postane vozač je određeno obrazovanje te poštivanje prometnih propisa. U znanje koje je nužno za normalno odvijanje prometa ubraja se:

- poznavanje zakona i propisa o reguliranju prometa
- poznavanje kretanje vozila
- poznavanje vlastitih sposobnosti.

## **2.2. Vozila**

Istraživanja dokazuju da se za 3-5% prometnih nesreća smatra da im je uzrok tehnički nedostatak na vozilu. Elementi vozila koji utječu na sigurnost prometa se dijele na aktivne i pasivne. Aktivni elementi smanjuju mogućnost nastanka nesreće, dok pasivni elementi ublažuju posljedice nesreće.

Aktivni elementi su:

- kočnice: uređaji za kočenje koji služe za usporavanje ili potpuno zaustavljanje vozila; vozilo ima nožnu i ručnu kočnicu
- upravljački mehanizam: neispravnost upravljačkog mehanizma može biti uzrok prometne nesreće
- gume: služe za postizanje što boljeg prijanjanja između kotača i podloge; dijele se na dijagonalne i radijalne
- svjetlosni i signalni uređaji: služe za osvjetljavanje ceste pred vozilom, označavanje položaja vozila na kolniku te davanje signala
- uređaji za povećanje vidnog polja: prozorska stakla, vozačka zrcala (retrovizori), brisači i perači vjetrobrana
- konstrukcija sjedala: omogućuje udobno sjedenje, pridržavanje vozača pri djelovanju centrifugalne sile u zavoju i sl.
- usmjerivači zraka: dijelovi školjke vozila čija je zadaća smanjivanje otpora zraka i povećanje stabilnosti vozila pri većim brzinama

- uređaji za grijanje, hlađenje i provjetravanje: parametri koji omogućuju da radna sposobnost čovjeka bude na razini, budući da pri temperaturi nižoj od 13°C i višoj od 30°C ona opada
- buka: nužna je akustična izolacija između prostora za smještaj motora i prostora za putnike budući da je djelovanje buke iznad 80 dB štetno za organe sluha. [4]

Pasivni elementi su:

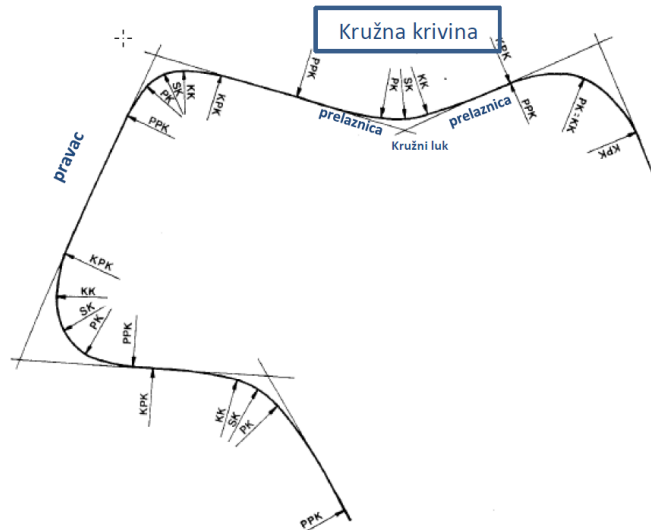
- školjka (karoserija): služi za smještaj putnika i prtljage
- vrata: trebaju izdržati sve vrste udarnog opterećenja
- sigurnosni pojasevi: pri sudaru sprečavaju udar glavom u vjetrobransko staklo i prsnim košem u upravljačko kolo ili ploču s instrumentima
- nasloni za glavu: služe za povećanje udobnosti vozača
- vjetrobranska stakla i zrcala: prednost imaju kaljena i višeslojna stakla budući da se ona razbijaju u sitne komadiće s više tupih rubova
- položaj motora, rezervnog kotača i akumulatora: najbolje je rješenje kad se motor i rezervni kotač nalaze u prednjem dijelu, dok akumulator ne smije biti smješten u istom prostoru sa spremnikom za gorivo jer je samozapaljiv
- odbojnici: pri sudaru apsorbiraju dio kinetičke energije; pričvršćuju se na prednju i stražnju stranu vozila te bi trebali biti opremljeni gumenim elementima
- sigurnosni zračni jastuk: djeluju automatski u trenutku sudara; potrebno je 26 tisućinki sekunde da zračni jastuk bude izbačen iz upravljačkog kola ili prednjeg dijela vozila, naglo se puni dušikom te tako ostaje pola sekunde. [4]

### **2.3. Cesta, projektni elementi**

Tehnički nedostaci koji nastaju pri projektiranju i izvedbi ceste također mogu biti uzrok prometnih nesreća. Projekt ceste bi trebao zadovoljiti sve prometne, urbanističke i druge uvjete te biti funkcionalan i tehnički ispravan. Postoje brojni uvjeti koji bi trebali biti ispunjeni da bi sigurnost i udobnost vožnje bila na zadovoljavajućem nivou. Projektni elementi ceste koji utječu na sigurnost i udobnost vožnje su horizontalni i vertikalni tok trase, poprečni presjek, odvodnja, vitoperenje kolnika i prostorno vođenje trase, a opisani su u nastavku.

### 2.3.1. Horizontalni elementi trase

Horizontalni tlocrt ceste se sastoji od pravaca, prijelaznica i kružnih lukova. Kružni luk s prijelaznicama se naziva kružna krivina (slika 2.).



Slika 2. Kružna krivina [5]

Za siguran promet su poželjne krivine većih radijusa, dulje prijelazne krivine i dovoljno dugi pravci između krivina. Za određenu kategoriju ceste prema pravilniku, odabiru se minimalni radijusi krivine i prijelaznice. Osim toga, trasa ceste bi trebala imati konzistentan tok, dakle poželjno je nizanje pravaca i krivina koji ne zahtijevaju značajne promjene brzine. [5]

#### a) Pravac

Upotreba dugih pravaca je ograničena pravilnikom jer može dovesti do neharmoničnog toka trase. Osim toga, vođenje dugih pravaca se izbjegava zbog:

- teškog prilagođavanja terenu
- zamora zbog vožnje u pravcu
- mogućnosti zasljepljenja od vozila iz suprotnog smjera
- otežavanja procjene udaljenosti i brzine vozila iz suprotnog smjera. [5]

Preporučljive vrijednosti:

- između protusmjernih zavoja

$$2V_p \leq L_{pr} \leq 20 V_p$$

- između istosmjernih zavoja

$$4V_p \leq L_{pr} \leq 20 V_p$$

gdje je:  $L_{pr}$  (m) – duljina pravca

$V_p$  – projektna brzina (m) koja predstavlja najveću brzinu za koju je zajamčena potpuna sigurnost vožnje u slobodnom prometnom toku na cijelom potezu trase, pod optimalnim vremenskim uvjetima i kod dobrog održavanja. [6]

Minimalna duljina pravca između istosmjernih krivina je veća nego kod protusmjernih jer vozač ne očekuje nizanje istosmjernih krivina pa mu treba nešto više vremena da prilagodi vožnju trasi. [7]

Dokazano je da se na duljim pravcima razvijaju veće brzine te se često događaju teške prometne nesreće na ravnim dionicama kao rezultat prebrze vožnje. Da bi se smanjio broj prometnih nesreća na pravcima, duljine pravaca su ograničene. [7]

#### b) Kružni luk

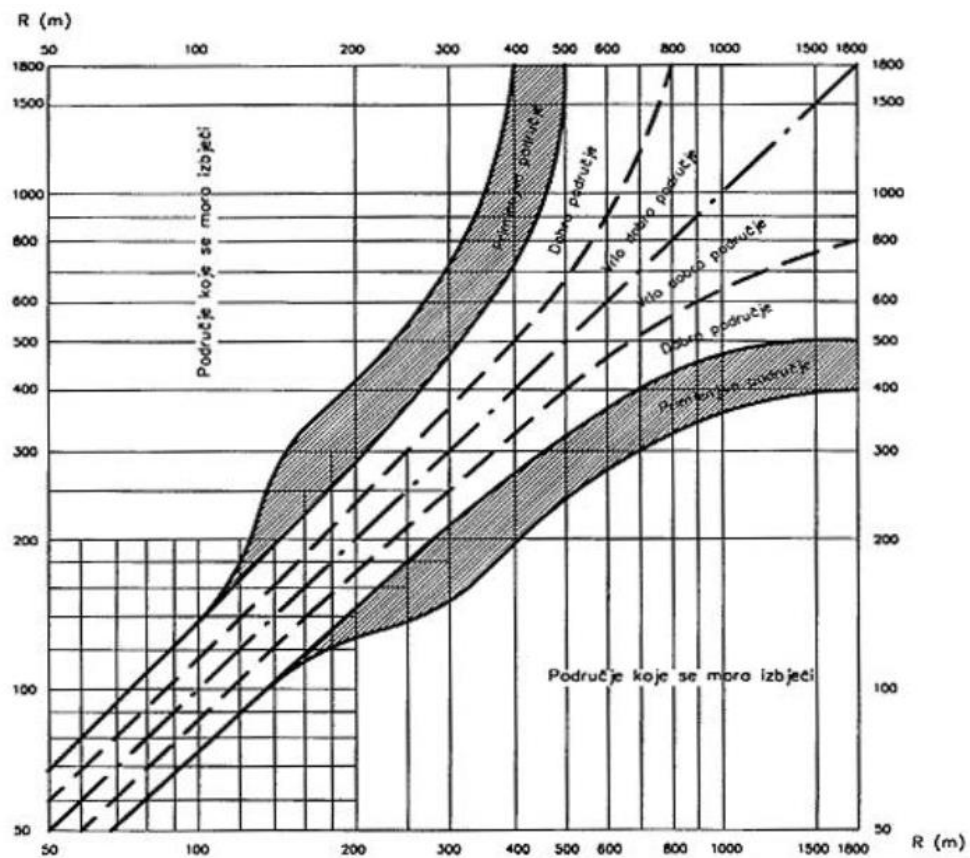
Veličina kružnog luka je uvjetovana: projektnom brzinom, terenskim uvjetima, susjednim krivinama i dopuštenom odnosu projektne i računске brzine. [6]

Sigurnost i udobnost vožnje u krivini je uvjetovana:

- duljinom vozila: duljem vozilu je potrebna veća širina traka u krivini da ne prelazi u susjedni trak
- brzinom vožnje: direktno je povezana s veličinom polumjera i preglednošću
- veličina polumjera: ovisi o projektnoj brzini, terenskim uvjetima, susjednim krivinama i o dopuštenom odnosu projektne i računске brzine
- širinom traka

- preglednošću. [5]

Za konzistentan tok trase polumjeri susjednih krivina se usklađuju prema grafikonu 1. u nastavku.



Grafikon 1. Dopuštene veličine polumjera susjednih horizontalnih krivina [6]

### c) Prijelaznica

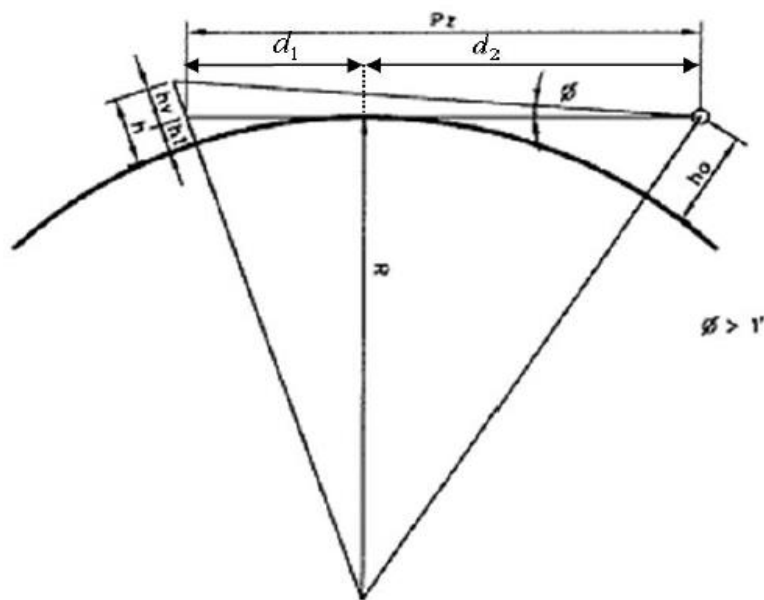
Prijelaznica predstavlja postupan prijelaz zakrivljenosti iz pravca u kružni luk, odnosno za prijelaz iz jedne zakrivljenosti u drugu. Ona služi za osiguranje dovoljne duljine vitoperenja kolnika za prijelaz iz poprečnog nagiba u pravcu na poprečni nagib u kružnom luku te za postupno proširenje kolnika iz širine u pravcu na širinu u kružnom luku. Minimalna duljina prijelaznice se određuje na temelju vozno-dinamičkog, konstruktivnog i vizualnog kriterija. [5]

### 2.3.2. Vertikalni elementi trase

Vertikalni tok trase predstavlja uzdužni presjek ceste po duljini horizontalnog toka trase. Niveleta predstavlja presječnicu vertikalne plohe koja prolazi kroz os ceste s gornjom površinom kolnika. Najveći uzdužni nagib nivelete je funkcija projektne brzine i kategorije ceste (4-12%). U području raskrižja i većih objekata, uzdužni nagib ne bi trebao prelaziti 4%. Prijelomi nivelete se zaobljuju kružnim lukom (konveksne i konkavne krivine). Polumjere vertikalnih zaobljenja treba odabrati tako da se zajedno s tlocrtnim elementima postigne:

- sigurnost prometa
- uravnoteženo prostorno vođenje linije
- prilagođavanje terenu i smanjenje troškova građenja
- očuvanje okoliša. [5]

Mjerodavni kriterij za određivanje najmanjeg polumjera konveksnog vertikalnog zaobljenja nivelete je osiguranje zaustavne preglednosti  $P_z$  između automobila i nepomične zapreke. [4]



Slika 3. Elementi vertikalne preglednosti [6]

Iz slike 3. se može uočiti da je duljina preglednosti  $P_z$  suma udaljenosti nepomične zapreke i tjemena krivine  $d_1$  i udaljenosti oka vozača od tjemena  $d_2$  te vrijedi:

$$P_z = d_1 + d_2 = \sqrt{(R + h_1)^2 - R^2} + \sqrt{(R + h_0)^2 - R^2}$$

Iz izraza u nastavku se može odrediti minimalni radijus vertikalne konveksne krivine:

$$R_{\min} = \frac{P_z^2}{2 \cdot (\sqrt{h_0} + \sqrt{h_1})^2}$$

gdje je:

$R_{\min}$  (m) – najmanji polumjer konveksnog vertikalnog zaobljenja

$P_z$  (m) – potrebna zaustavna preglednost

$h_0$  – visina oka promatrača

$h_1$  – visina skrivenog dijela zapreke. [6]

Radijus vertikalne konveksne krivine trebao bi biti veći od minimalno potrebnog kako bi se osigurala dovoljna zaustavna preglednost, a time i sigurnost vožnje. Iz optičkih razloga polumjer konkavnog vertikalnog zaobljenja ne bi trebao biti manji od  $\frac{1}{2}$  polumjera susjednog konveksnog vertikalnog zaobljenja.

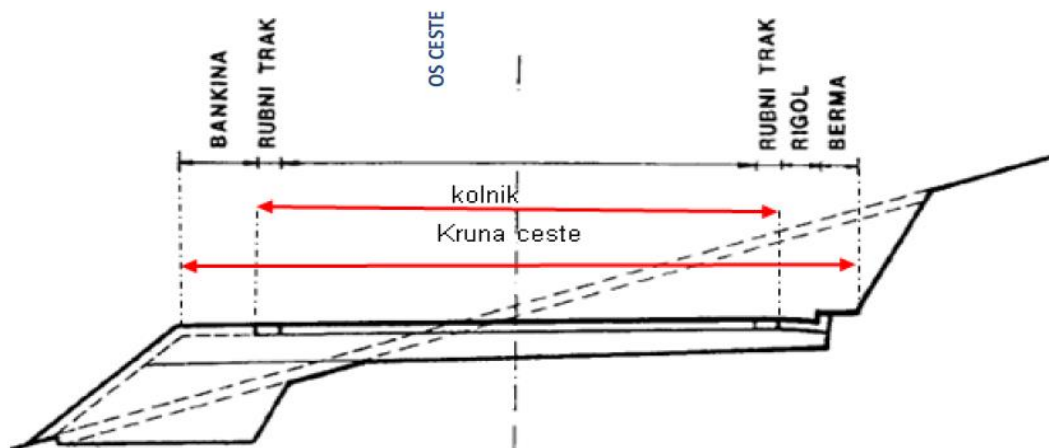
Utjecaj uzdužnog nagiba na brzinu se manifestira tek iznad određene vrijednosti. Prije se smatralo da nagib iznad 2% ima utjecaj na brzinu, dok se danas zbog razvoja automobilskih motora smatra da nagib tek iznad 6% ima bitan utjecaj na brzinu vozila. [7]



### 2.3.3. Poprečni presjek

Poprečni presjek predstavlja presjek ceste okomito na os. Kruna ceste obuhvaća sve elemente ceste u poprečnom presjeku do početka nasipa i usjeka, a njeni elementi su:

- kolnik: gornja površina ceste po kojoj se vozi, a obuhvaća prometne, rubne, pretjecajne, zaustavne i dodatne trakove
- rubni trak: služi za sigurno obrublivanje kolnika i za iscrtavanje horizontalne signalizacije
- bankina: utvrđeni i stabilizirani dio od zemljanog ili drugog materijala, izrađen u nasipu te nagnut od ceste zbog odvodnje; služi iz sigurnosnih razloga, npr. smještaj vertikalne signalizacije, smještaj zaštitne ograde i sl.
- berma: ista joj je funkcija kao bankini, samo se ona izvodi u usjeku ceste i nagnuta je prema cesti radi odvodnje oborinske vode
- rigol: uređaj za odvodnju oborinske vode
- razdjelni pojas: izvodi se u presjeku ceste kod koje je zbog sigurnosti nužno fizički razdvojiti dva kolnika s prometom u suprotnim smjerovima
- nogostup: prometna površina namijenjena pješacima i izvodi se uz prometni trak, a odvojen je rubnjakom i zaštitnom širinom; najmanja širina prometnog traka za jednog pješaka je 80 cm, dok je za dva pješaka širina 160 cm ukoliko je nogostup fizički odvojen zelenom površinom od prometnih trakova
- biciklistička staza: izvodi se odvojeno od prometnih površina za motorna vozila; širina jednog prometnog traka za bicikliste je 100 cm. [5] Na slici 4. su prikazani osnovni elementi poprečnog presjeka ceste koji su prethodno opisani.



Slika 4. Osnovni elementi poprečnog presjeka ceste [5]

Elementi poprečnog presjeka u vanjskom pojasu ceste su: pokosi nasipa i usjeka, odvodni jarci u nožici nasipa, obodni zaštitni kanali na pribrežnoj strani usjeka te uporni i potporni zidovi u usjecima i nasipima.

Generalno, mnoge studije su pokazale da širina prometnog traka kao i širina i uređenje bankine imaju utjecaja na sigurnost. [7]

#### 2.3.4. Odvodnja

Odvodnja je važna zbog stabilnosti gornjeg i donjeg ustroja ceste te zbog sigurnosti odvijanja prometa. Ukoliko voda uđe u trup kolničke konstrukcije, dolazi do ispiranja sitnih čestica i degradacije kolnika. Voda na površini ceste može dovesti do pojave akvaplaninga kada gume gube kontakt s kolnikom ili izazvati prskanje vode na susjedna vozila što može biti uzrok prometne nesreće.

Ovisno o načinu pojavljivanja vode se razlikuju dva tipa sustava odvodnje:

- površinski: podrazumijeva skupljanje i odvodnju površinskih voda
- podzemni: podrazumijeva skupljanje i odvodnju podzemnih voda i voda dospjelih u trup prometnice. [5]

### 2.3.5. Vitoperenje kolnika

Vitoperenje kolnika predstavlja prijelaz s poprečnog nagiba u pravcu na poprečni nagib u krivini ili promjenu nagiba između krivina. Zbog sigurnosti i udobnosti vožnje je nužno da se promjena veličine i smjera nagiba obavi postupno. Vitoperenje se odvija na duljini prijelazne rampe  $L_r$  koja je jednaka duljini prijelaznice u slučaju promjene nagiba između pravca i krivine. Intenzitet promjene poprečnog nagiba po prijelaznoj rampi je definiran nagibom prijelazne rampe. Minimalni nagib prijelazne rampe je uvjetovan odvodnjom u zoni vitoperenja, a maksimalni nagib vozno-dinamičkim (sigurnost i udobnost) i optičkim uvjetima. Neadekvatno projektirani ili izvedeni poprečni nagib ceste može utjecati na stabilnost vozila u krivini i ugroziti sigurnost. [5]

### 2.3.6. Prostorno vođenje trase

Prostorno vođenje trase podrazumijeva usklađivanje elemenata horizontalnog i vertikalnog toka trase. Najpovoljnija je trasa koja zahtijeva najmanje troškove izgradnje, održavanja i korištenja. Vođenje trase ceste ovisi o kategoriji ceste, konfiguraciji terena, veličini prometa i strukturi toka.

Neka od osnovnih načela vođenja trase su:

- Cestu je potrebno prilagoditi terenu vodeći računa o kategoriji ceste.
- Uzdužni nagib mora biti što stalniji, sa što manje lomova što za posljedicu ima manje troškove vožnje i ujednačene brzine.
- Kod vođenja ceste je potrebno trasu voditi po sunčanoj strani.
- Kod vođenja trase nužno je izbjegavati loš teren.
- Trasu voditi terenom na kojem je dobar materijal za građenje ceste, a izbjegavati uništavanje šuma i obradivih površina.
- Izbjegavati uzastopne istosmjerne krivine.
- Umetanje kratke horizontalne krivine između dugih pravaca treba izbjegavati jer djeluje kao lom.
- Trasu ceste kod koje nakon dugih pravaca dolaze kratke krivine treba izbjegavati.

- Cesta s tjemenom koji se gubi u horizontu je često dekoncentrirajuća za vozača.
- Treba izbjegavati kombinaciju minimalnih horizontalnih i vertikalnih elemenata na istoj lokaciji. [5]

## 2.4. Ostali uzroci

Velik broj prometnih nesreća se događa zbog smanjenja koeficijenta trenja između kotača i kolnika te zbog oštećenja gornje površine kolnika kao što su udarne rupe. Trenje predstavlja otpor klizanju po površinama te je ključna komponenta sigurnosti u prometu jer osigurava prijanjanje koje je potrebno gumi za održavanje kontrole nad vozilom i za zaustavljanje u hitnim situacijama. [7] Dobrim prijanjanjem se sprječava klizanje vozila, u uzdužnom i poprečnom smjeru. Na smanjenje prijanjanja utječe:

- mokr zastor
- vodeni klin
- onečišćen i blatan zastor
- neravnine na zastoru i sl. [4]

Ravnost je mjera pravilnosti površine ceste. Sve vrste cestovnih površina propadaju, ali različitom brzinom, ovisno o: opterećenju, veličini prometa, vremenskim uvjetima, kvaliteti materijala i sl., što dovodi do pucanja, deformiranja i dezintegracije površine ceste. [7]

Oštećenje kolnika nastaje zbog dotrajalog zastora, njegove loše kvalitete, lošeg održavanja i vremenskih uvjeta. Kod oštećenja kolnika većih od 15% je potrebno čitav kolnik obnoviti, a kod oštećenja manjih od 15% treba ga popraviti. [4]

Pri održavanju ceste se izvode svi potrebni popravci zastora, zamjena dotrajale signalizacije, čišćenje odvodnih kanala i uređivanje kosina zemljanog trupa. Investicijskim održavanjem se uređuju opasna mjesta, obnavlja se zastor, rekonstruiraju se tehnički elementi ceste i sl. [4]

Sigurnost vozača se može povećati dobrom opremom ceste, što je posebno važno pri velikim brzinama i velikoj gustoći prometa. U opremu ceste se ubrajaju: prometni znakovi, ograde, smjerokazi, mačje oči, kilometarske oznake, živice, snjegobrani i vjetrobri. [4]

Za siguran promet je bitna i dobra rasvjeta budući da se promet odvija i noću. Nužno je da se osvijetle opasni dijelovi ceste po sljedećim načelima:

- što viša svjetlosna razina, to bolja vidljivost
- svjetiljke treba postaviti što više iznad kolnika na odgovarajućim razmacima kako ne bi nastali tamni pojasevi (sjene)
- treba isključiti sve žarulje koje blješte
- izvor svjetla mora biti izvan vidnog polja vozača
- što veća jednoličnost svjetlosne razine, to bolja preglednost ceste za vozača. [4]

Budući da se oko 40-50% prometnih nesreća događa u raskrižju, idealno je križanja rješavati u dvije ili više razina. Kod križanja je bitno osigurati dobru preglednost i posebnu pažnju posvetiti regulaciji prometa. Najveću opasnost predstavljaju lijevi skretači te ih je po mogućnosti dobro odvojiti posebnom trakom i posebnom semaforском fazom. [4]

Bočne zapreke mogu vrlo nepovoljno utjecati na sigurnost prometa. Na bankinama se smiju postavljati stalne ili povremene zapreke, kao što su ograde, reklamne ploče, drveće. Nužno je obratiti pažnju da pri rekonstrukciji ceste ne ostane uzak most, propust ili uzdignuti rubnjak. Osim toga, drvoredi također mogu utjecati negativno na sigurnost u prometu, budući da se u vrijeme sunčanih dana brzo smjenjuju svjetlost i sjena pa tako otežavaju promet. [4]

Vozač, vozilo i cesta podliježu određenim pravilnostima koje je moguće predvidjeti, dok je djelovanje okoliša neočekivano i nepredvidivo. Atmosferske prilike djeluju na sigurnost prometa, a to su: kiša, poledica, snijeg, magla, vjetar i sl.

### 3. PODACI O NESREĆAMA NA CESTAMA RH

Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske prikuplja podatke o svim prometnim nesrećama na području države i sustavno ih obrađuje te su rezultat tog rada statistički podaci i informacije koje se svake godine daju putem Biltena o sigurnosti cestovnog prometa. Prema ovim podacima, na hrvatskim su se cestama, u posljednjih deset godina prosječno dogodile 33 554 prometne nesreće. U 32,02% nesreća stradavale su osobe. Godišnje su u prometu prosječno stradale 14 803 osobe. Od tog broja 78,95% je prošlo s lakšim tjelesnim ozljedama. Teške tjelesne ozljede zadobilo je 18,81% osoba, dok je 2,24% osoba godišnje smrtno stradalo, što je prosječno godišnje 332 osoba. Od ukupnog broja teško ozlijeđenih osoba u prometnim nesrećama oko 5% osoba ostaju trajni invalidi, što je godišnje više od stotinjak ljudi. [1]

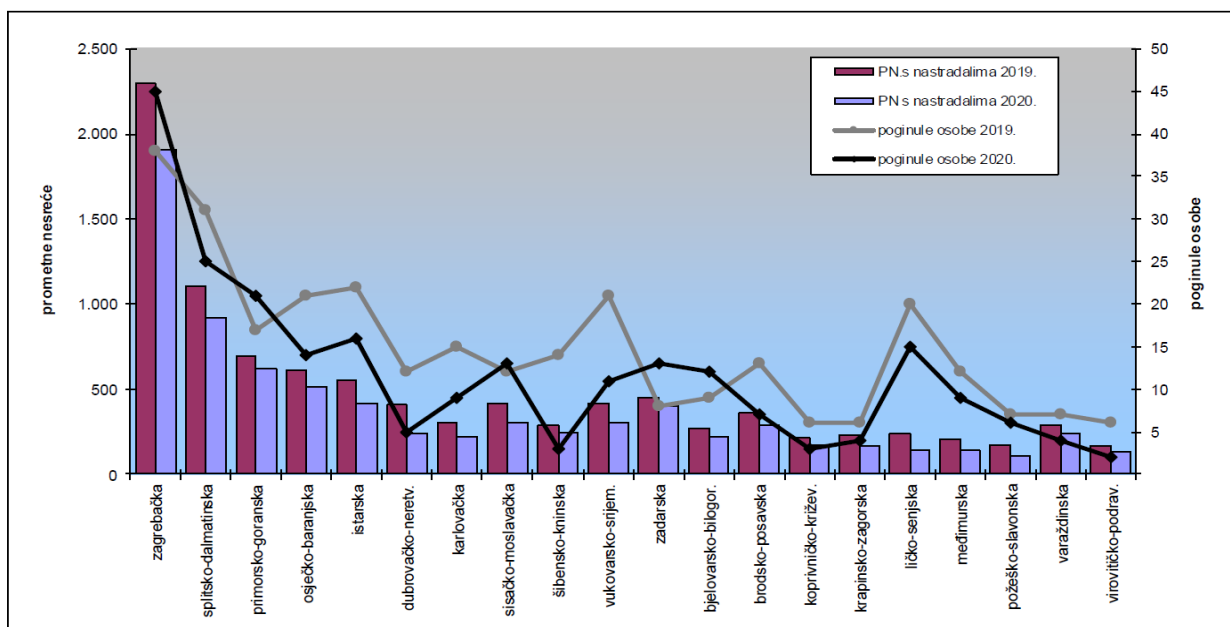
Broj poginulih u prometnim nesrećama u posljednjih deset godina pao je sa 418 u 2011. godini na 237 u 2020. godini. U 2020. godini pad je poginulih osoba u odnosu na prethodnu godinu za 60 osoba ili 20,2%. [1]

Na području mjerodavnosti Policijske uprave zagrebačke, primorsko - goranske, splitsko – dalmatinske, osječko – baranjske, zadarske i istarske dogodilo se 56,5% prometnih nesreća u državi i poginulo je 51,1% od svih poginulih na hrvatskim cestama. [1] Potrebno je naglasiti da je 2020. godina globalno bila vrlo specifična te da sve pokazatelje treba promatrati kroz prizmu pandemije Covida 19. U nekim prometnim situacijama, za vrijeme pandemije se broj nepoželjnih ponašanja u prometu povećao, a u nekim drugim se smanjio.

Broj prometnih nesreća iz godine u godinu varira, budući da su uzročnici prometnih nesreća mnogobrojni. U nastavku je priložena tablica 1. u kojoj je prikazan broj prometnih nesreća u razdoblju od 2019. i 2020. godine po policijskim upravama u Republici Hrvatskoj.

Policijska uprava	Prometne nesreće								
	Ukupno			S poginulim osobama			S ozlijeđenim osobama		
	2019.	2020.	Trend	2019.	2020.	Trend	2019.	2020.	Trend
zagrebačka	7.774	6.698	-13,8	35	41	+17,1	2.261	1.865	-17,5
splitsko-dalmatinska	2.621	2.296	-12,4	30	24	-20,0	1.078	897	-16,8
primorsko-goranska	3.314	2.704	-18,4	17	18	+5,9	673	603	-10,4
osječko-baranjska	2.057	1.825	-11,3	21	12	-42,9	590	503	-14,7
istarska	1.601	1.199	-25,1	22	15	-31,8	529	402	-24,0
dubrovačko-neretv.	768	473	-38,4	12	5	-58,3	396	231	-41,7
karlovačka	903	741	-17,9	14	9	-35,7	291	213	-26,8
sisачko-mosiavačka	1.366	1.257	-8,0	11	13	+18,2	410	293	-28,5
šibensko-kninska	1.140	816	-28,4	13	3	-76,9	278	246	-11,5
vukovarsko-srijem.	1.276	1.018	-20,2	18	8	-55,6	402	292	-27,4
zadarska	1.823	1.480	-18,8	8	8	0,0	441	390	-11,6
bjelovarsko-bilogor.	676	535	-20,9	9	10	+11,1	260	209	-19,6
brodsko-posavska	1.019	871	-14,5	12	7	-41,7	345	278	-19,4
koprivničko-križev.	638	577	-9,6	5	3	-40,0	208	171	-17,8
krapinsko-zagorska	702	546	-22,2	6	4	-33,3	226	164	-27,4
ličko-senjska	1.074	733	-31,8	18	13	-27,8	219	132	-39,7
međimurska	531	425	-20,0	8	9	+12,5	196	135	-31,1
požeško-slavonska	525	428	-18,5	7	6	-14,3	167	102	-38,9
varaždinska	987	918	-7,0	7	4	-42,9	282	238	-15,6
virovitičko-podrav.	572	534	-6,6	6	2	-66,7	164	132	-19,5
<b>UKUPNO</b>	<b>31.367</b>	<b>26.074</b>	<b>-16,9</b>	<b>279</b>	<b>214</b>	<b>-23,3</b>	<b>9.416</b>	<b>7.496</b>	<b>-20,4</b>

Tablica 1. Prometne nesreće po policijskim upravama [1]



Grafikon 2. Prometne nesreće s nastradalim osobama i poginule osobe po policijskim upravama 2019./2020. [1]

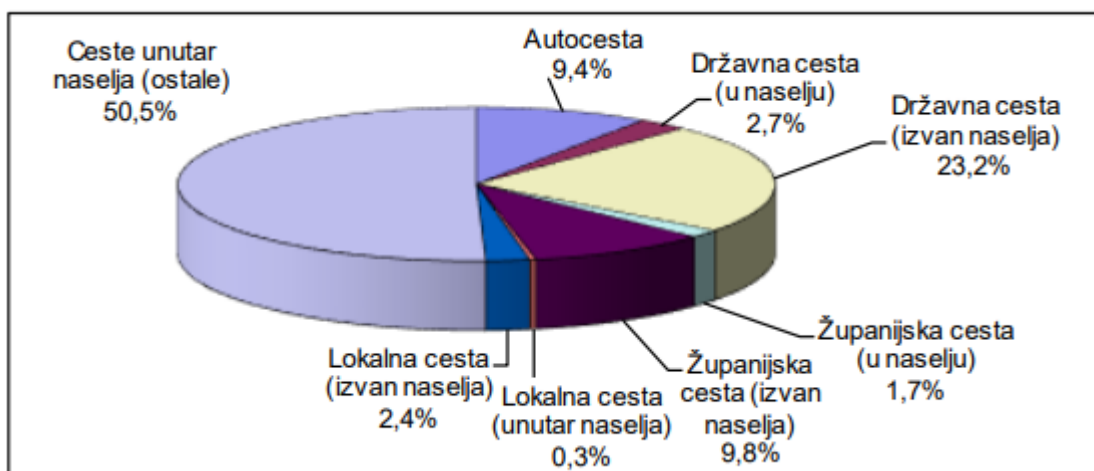
Za očekivati je da će u onim većim županijama biti nešto veći broj nesreća te je u Zagrebačkoj županiji za cijeli period broj nesreća najveći, dok je u Splitsko-dalmatinska županija na drugom mjestu po broju nesreća. Županije s najmanjih brojem nesreća za navedeni period su Varaždinska i Virovitičko – podravska županija.

Iz grafikona 2. se može uočiti da broj prometnih nesreća s nastradalim osobama u 2020.godini, u svim županija opada u odnosu na 2019. godinu. Broj poginulih osoba u prometnim nesrećama varira te je on za neke županije veći u 2020. godini u odnosu na 2019. godinu. Sveukupno gledajući na razini Hrvatske broj poginulih u 2020. godini ipak pada budući da u veće županija imamo pad broja poginulih u odnosu na 2019. godinu.

Ceste se u Republici Hrvatskoj razvrstavaju na: autoceste, državne ceste, županijske ceste, lokalne ceste i nerazvrstane ceste. [6] U tablicama 2. i 3. te grafikonima 3. i 4. su prikazane količine prometnih nesreća u 2019. i 2020. godini s obzirom na kategoriju ceste.

Kategorija ceste	Nastradale osobe					
	poginule	%	teško ozlijeđene	%	lakše ozlijeđene	%
Autocesta	28	9,4	113	4,5	489	4,7
Državna cesta(u naselju)	8	2,7	76	3,0	390	3,8
Državna cesta (izvan naselja)	69	23,2	345	13,8	1.145	11,0
Županijska cesta (u naselju)	5	1,7	67	2,7	217	2,1
Županijska cesta (izvan naselja)	29	9,8	153	6,1	444	4,3
Lokalna cesta (unutar naselja)	1	0,3	3	0,1	22	0,2
Lokalna cesta (izvan naselja)	7	2,4	64	2,6	177	1,7
Ceste unutar naselja (ostale)	150	50,5	1.671	67,1	7.509	72,3
<b>Ukupno sve ceste</b>	<b>297</b>	<b>100,0</b>	<b>2.492</b>	<b>100,0</b>	<b>10.393</b>	<b>100,0</b>

Tablica 2. Prometne nesreće po kategorijama cesta u 2019. godini [8]



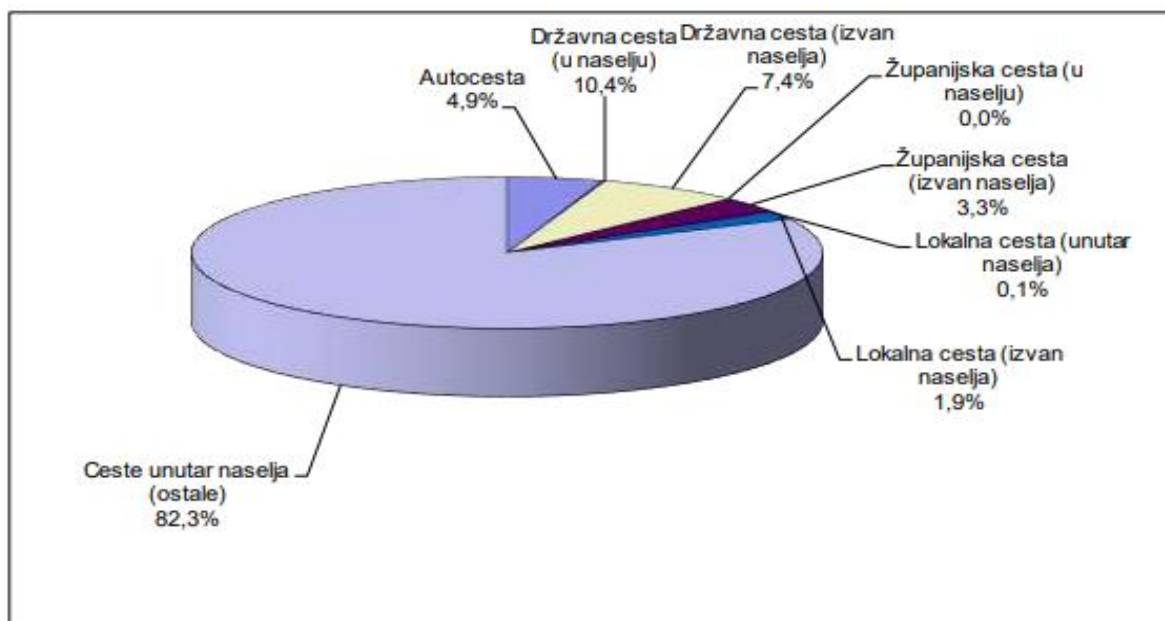
Grafikon 3. Prometne nesreće po kategorijama cesta u 2019. godini [8]



Udio prometnih nesreća na županijskim cestama u odnosu na sve kategorije cesta u 2019. godini je sveukupno 11,5% od čega 9,8% otpada na županijske ceste izvan naselja, a 1,7% u naselju. To je i za očekivati budući da je većina kilometara ceste izvan naselja, razvijaju se veće brzine i sl. Udio prometnih nesreća s poginulim osobama na županijskim cestama u odnosu na sve ceste je 10,4%, dok je udio prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama 6,5%.

Kategorija ceste	Prometne nesreće					
	ukupno	%	s	%	s	%
			poginulima		ozlijeđenima	
Autocesta	1.283	4,9	14	6,5	225	3,0
Državna cesta (u naselju)	24	0,1		0,0	10	0,1
Državna cesta (izvan naselja)	1.928	7,4	43	20,1	655	8,7
Županijska cesta (u naselju)	13	0,0		0,0	7	0,1
Županijska cesta (izvan naselja)	857	3,3	11	5,1	311	4,1
Lokalna cesta (unutar naselja)	22	0,1	2	0,9	7	0,1
Lokalna cesta (izvan naselja)	485	1,9	14	6,5	193	2,6
Ceste unutar naselja (ostale)	21.462	82,2	130	60,7	6.088	81,2
<b>Ukupno sve ceste</b>	<b>26.074</b>	<b>100,0</b>	<b>214</b>	<b>100,0</b>	<b>7.496</b>	<b>100,0</b>

Tablica 3. Prometne nesreće po kategorijama cesta u 2020. godini [1]



Grafikon 4. Prometne nesreće po kategorijama cesta u 2020. godini [1]

Stanje na županijskim cestama 2020. godine je mnogo bolje u odnosu na 2019. godinu. Udio prometnih nesreća na županijskim cestama u odnosu na sve kategorije cesta je 3,3%, i to na cestama izvan naselja. Na županijskim cestama unutar naselja je zabilježeno 13 nesreća od kojih je 7 s ozlijeđenim osobama. Udio prometnih nesreća s poginulim osobama u odnosu na sve ceste je 5,1%, a udio prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama je 4,2%. Očito je da su brojke dosta

manje nego u prethodnoj godini, no i ovo je bitna posljedica ograničenja kretanja i prometovanja uslijed pandemije Covid-19.

Uzroci nesreća su razni, a u tablicama 4. i 5. su prikazane najčešće pogreške vozača, pješaka te nekih drugih uzroka.

Pogreške		Prometne nesreće					
		ukupno	%	s poginulima	%	s ozljeđenima	%
Pogreške vozača	Neproprisna brzina	875	2,8	18	6,5	360	3,8
	Brzina neprimjerena uvjetima	5.837	18,6	111	39,8	2.575	27,3
	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	2.225	7,1	9	3,2	793	8,4
	Zakašnjelo uočavanje opasnosti	213	0,7	4	1,4	97	1,0
	Neproprisno pretjecanje	642	2,0	6	2,2	256	2,7
	Neproprisno obilaženje	554	1,8			71	0,8
	Neproprisno mimolaženje	602	1,9	2	0,7	62	0,7
	Neproprisno uključanje u promet	1.572	5,0	6	2,2	503	5,3
	Neproprisno skretanje	1.536	4,9	5	1,8	395	4,2
	Neproprisno okretanje	207	0,7			35	0,4
	Neproprisna vožnja unazad	2.853	9,1	1	0,4	180	1,9
	Neproprisno prestrojavanje	676	2,2			131	1,4
	Nepoštivanje prednosti prolaza	3.885	12,4	19	6,8	1.521	16,2
	Neproprisno parkiranje	172	0,5			4	0,0
	Naglo usporavanje-kočenje	41	0,1			22	0,2
	Nepoštivanje svjetlosnog znaka	516	1,6	4	1,4	180	1,9
	Neosiguran teret na vozilu	76	0,2			7	0,1
	Nemarno postupanje s vozilom	436	1,4	1	0,4	58	0,6
	Ostale pogreške vozača	4.161	13,3	45	16,1	982	10,4
	Neproprisno kretanje vozila na kolniku	2.890	9,2	36	12,9	865	9,2
<b>UKUPNO</b>	<b>29.969</b>	<b>95,5</b>	<b>267</b>	<b>95,7</b>	<b>9.097</b>	<b>96,6</b>	
Pogreške pješaka	Nepoštivanje svjetlosnog znaka	80	0,3	1	0,4	50	0,5
	Nekorište.obilježenog pješ.prijel.	77	0,2	2	0,7	72	0,8
	Nekorištenje pothodnika	3	0,0			2	0,0
	Ostale pogreške pješaka	146	0,5	7	2,5	122	1,3
	<b>UKUPNO</b>	<b>306</b>	<b>1,0</b>	<b>10</b>	<b>3,6</b>	<b>246</b>	<b>2,6</b>
Ostali uzroci	Neočekivana pojava opasnosti	1.031	3,3	2	0,7	61	0,6
	Iznenadni kvar vozila	61	0,2			12	0,1
	<b>UKUPNO</b>	<b>1.092</b>	<b>3,5</b>	<b>2</b>	<b>0,7</b>	<b>73</b>	<b>0,8</b>
<b>SVEUKUPNO</b>		<b>31.367</b>	<b>100,0</b>	<b>279</b>	<b>100,0</b>	<b>9.416</b>	<b>100,0</b>

Tablica 4. Prometne nesreće nastale zbog pogreške vozača, pješaka i ostalih uzroka u 2019.godini [8]

Uočljivo je da broj prometnih nesreća uzrokovanih vožnjom neprilagođenom atmosferskim uvjetima odskoče od broja drugih nesreća koje su se dogodile 2019. godine. Osim toga, često se događaju nesreće zbog nepoštivanja prednosti prolaza, nepropisanog kretanja vozila na kolniku i nepropisane vožnje unazad.

Pogreške		Prometne nesreće					
		ukupno	%	<sup>s</sup> poginulima	%	<sup>s</sup> ozljeđenima	%
Pogreške vozača	Nepropisna brzina	797	3,1	21	9,8	339	4,5
	Brzina neprimjerena uvjetima	5.019	19,2	75	35,0	2.095	27,9
	Vožnja na nedovoljnoj udaljenosti	1.501	5,8	4	1,9	543	7,2
	Zakašnjelo uočavanje opasnosti	194	0,7	5	2,3	85	1,1
	Nepropisno pretjecanje	508	1,9	6	2,8	176	2,3
	Nepropisno obilaženje	500	1,9			63	0,8
	Nepropisno mimoilaženje	514	2,0			49	0,7
	Nepropisno uključenje u promet	1.250	4,8	3	1,4	386	5,1
	Nepropisno skretanje	1.169	4,5	4	1,9	255	3,4
	Nepropisno okretanje	156	0,6	1	0,5	31	0,4
	Nepropisna vožnja unazad	2.499	9,6	1	0,5	148	2,0
	Nepropisno prestrojavanje	500	1,9	1	0,5	87	1,2
	Nepoštivanje prednosti prolaza	3.224	12,4	15	7,0	1.259	16,8
	Nepropisno parkiranje	128	0,5			3	0,0
	Naglo usporavanje-kočenje	35	0,1			15	0,2
	Nepoštivanje svjetlosnog znaka	409	1,6	2	0,9	137	1,8
	Neosiguran teret na vozilu	85	0,3			7	0,1
	Nemarno postupanje s vozilom	548	2,1	2	0,9	60	0,8
	Ostale pogreške vozača	2.157	8,3	19	8,9	502	6,7
Nepropisno kretanje vozila na kolniku	2.627	10,1	34	15,9	765	10,2	
<b>UKUPNO</b>	<b>23.820</b>	<b>91,4</b>	<b>193</b>	<b>90,2</b>	<b>7.005</b>	<b>93,4</b>	
Pogreške pješaka	Nepoštivanje svjetlosnog znaka	100	0,4	3	1,4	45	0,6
	Nekorište obilježnog pješ. prijel.	66	0,3	1	0,5	58	0,8
	Nekorištenje pothodnika	2	0,0				0,0
	Ostale pogreške pješaka	97	0,4	15	7,0	320	4,3
	<b>UKUPNO</b>	<b>265</b>	<b>1,0</b>	<b>19</b>	<b>8,9</b>	<b>423</b>	<b>5,6</b>
Ostali uzroci	Neočekivana pojava opasnosti	728	2,8	1	0,5	59	0,8
	Iznenadni kvar vozila	41	0,2	1	0,5	9	0,1
	Ostalo	1.220	570,1				
	<b>UKUPNO</b>	<b>1.989</b>	<b>7,6</b>	<b>2</b>	<b>0,9</b>	<b>68</b>	<b>0,9</b>
<b>SVEUKUPNO</b>		<b>26.074</b>	<b>100,0</b>	<b>214</b>	<b>100,0</b>	<b>7.496</b>	<b>100,0</b>

Tablica 5. Prometne nesreće nastale zbog pogreške vozača, pješaka i ostalih uzroka u 2020. godini [1]

U 2020. godini broj prometnih nesreća nastalih zbog pogrešaka vozača, pješaka i ostalih se poprilično smanjio, u odnosu na 2019. godinu. Nije se promijenila činjenica da je najčešći uzrok prometnih nesreća brzina neprimjerena uvjetima, kao i 2019. godine. Također su ostale česte greške iste kao i za prošlu godinu, a to su nepoštivanje prednosti prolaza, nepropisano kretanja vozila na kolniku i nepropisana vožnja unazad.

Broj prometnih nesreća uzrokovanih vožnjom neprilagođenom atmosferskim uvjetima odskoče od broja drugih nesreća za 2019. i 2020. godinu.

Osim brzine, drugi najčešći uzrok prometnih nesreća je alkohol. [1] Konzumiranje alkohola izaziva brojne negativne utjecaje na vozače kao što je povećanje razine pouzdanja pa vozač precijeni svoje vozačke sposobnosti. Dolazi do suženja vidnog polja, što povlači krive procjene brzine, udaljenosti, širine te dolazi do zanemarivanja drugih sudionika u prometu. Osim vozača

pod utjecajem alkohola, prometne nesreće uzrokuju vozači bez položenog vozačkog ispita i vozači pod utjecajem droga, što je prikazano u tablicama 6. i 7.

Prometne nesreće koje su prouzročili vozači motornih vozila	Prometne nesreće					
	ukupno	%	s poginulima	%	s ozlijeđenima	%
pod utjecajem alkohola	4.198	16,5	53	22,4	1.510	18,9
pod utjecajem droga	63	0,2	9	3,8	41	0,5
bez vozačkog ispita	1.613	6,3	17	7,2	372	4,7
<b>SVI VOZAČI MOT. VOZILA</b>	<b>25.461</b>	<b>100,0</b>	<b>237</b>	<b>100,0</b>	<b>7.970</b>	<b>100,0</b>

Tablica 6. Prometne nesreće koje su skrivili vozači koji nisu smjeli upravljati motornim vozilom u 2019. godini [8]

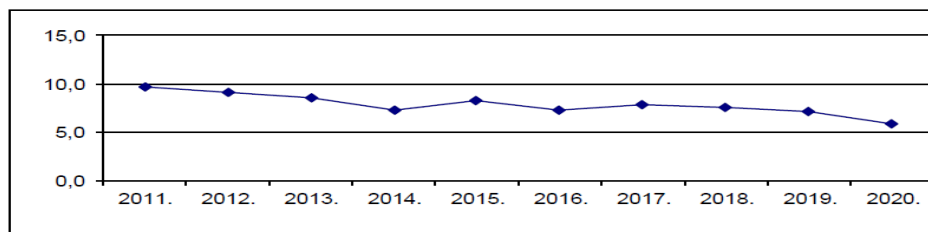
Prometne nesreće koje su prouzročili vozači motornih vozila	Prometne nesreće					
	ukupno	%	s poginulima	%	s ozlijeđenima	%
pod utjecajem alkohola	4.148	19,2	57	30,5	1.403	21,8
pod utjecajem droga	1	0,0				
bez vozačkog ispita	602	2,8	14	7,5	224	3,5
<b>SVI VOZAČI MOT. VOZILA</b>	<b>21.592</b>	<b>100,0</b>	<b>187</b>	<b>100,0</b>	<b>6.430</b>	<b>100,0</b>

Tablica 7. Prometne nesreće koje su skrivili vozači koji nisu smjeli upravljati motornim vozilom u 2020. godini [1]

Broj prometnih nesreća koje su izazvali vozači pod utjecajem alkohola je za obje godine sličan. U 2020. se dogodilo 50 nesreća manje nego u prošloj godini, ali je poginulo četiri osobe više. Jedan od bitnih pokazatelja sigurnosti cestovnog prometa jest broj poginulih osoba na sto tisuća stanovnika neke zemlje [1]. U tablici 8. je prikazan broj prometnih nesreća i posljedice nesreća na 100 000 stanovnika za svaku godinu od 2011. do 2020. godine. Na grafikonu 5. je prikazana „putanja“ broja poginulih osoba te se mogu uočiti razdoblja opadanja i povećanja broja poginulih osoba na 100 000 stanovnika.

Godina	Prometne nesreće			Nastradale osobe		
	s poginulim	s ozljeđenim	s mat. štetom	poginule	teško ozljeđene	lakše ozljeđene
2011.	9,0	299,3	680,9	9,7	79,5	341,8
2012.	8,3	266,5	590,3	9,2	71,2	302,5
2013.	7,7	254,3	532,0	8,8	66,1	290,4
2014.	6,7	242,6	489,3	7,2	62,9	271,3
2015.	7,5	253,7	509,6	8,2	66,8	288,8
2016.	6,6	249,8	522,8	7,3	65,3	281,9
2017.	7,4	254,7	581,3	7,9	66,5	283,4
2018.	7,1	243,2	550,7	7,6	65,4	269,7
2019.	6,7	225,6	519,2	7,1	59,7	249,0
2020.	5,3	184,4	451,7	5,8	56,5	190,4
Prosjek	7,3	248,6	543,1	7,9	68,5	287,5

Tablica 8. Broj prometnih nesreća i posljedice na 100 000 stanovnika od 2011. do 2020. godine [1]



Grafikon 5. Broj poginulih osoba na 100 000 stanovnika od 2011. do 2020. godine [1]

Broj poginulih osoba nije u stalnom padu već varira, ali gledajući početak promatranog razdoblja, odnosno 2011. godinu i kraj promatranog perioda, 2020. godinu, broj prometnih nesreća s poginulim osobama na 100 000 stanovnika se smanjio s 9 na 5,3. Gledajući prosjek desetogodišnjeg perioda koji iznosi 7,3 nesreće zaključujemo da su 2014., 2016., 2018., 2019. 2020. ispod prosjeka, a 2011. je daleko iznad prosjeka.

Poboljšanjem prometne infrastrukture, razvojem automobilske industrije u smislu boljih karakteristika i opreme vozila, podizanjem svijesti vozača i poštivanjem pravila, broj prometnih nesreća s poginulim osobama se smanjuje. Djelovanjem na sve navedene segmente cilj je i dalje smanjivati broj nesreća, a pogotovo broj poginulih osoba.

### 3.1. Splitsko – dalmatinska županija

Splitsko – dalmatinska županija je prostorno najveća županija u Republici Hrvatskoj, ukupne površine 14 054 km<sup>2</sup>, od čega 4 572 km<sup>2</sup> otpada na kopno. Njeno sjedište je u Splitu, a po popisu iz 2021. godine broji 425 412 stanovnika. [9]

U županiji se nalazi 814,6 km cesta razvrstanih kao županijske ceste, dok je u Republici Hrvatskoj ukupno 9 486,7 km svih županijskih cesta. Ukupan udio županijskih cesta Splitsko-dalmatinske županije u odnosu na Republiku Hrvatsku iznosi oko 8,6%, što bi značilo da je Splitsko-dalmatinska županija po dužini županijskih cesta na prvom mjestu u RH. [10] Na slici 5. je prikazana cestovna mreža Splitsko-dalmatinske županije.



Slika 5. Prometna mreža županijskih cesta u Splitsko-dalmatinskoj županiji [10]

Iz tablice 1. se može uočiti da se 2020. godine u svakoj županiji smanjuje broj nesreća u odnosu na 2019. Godine 2019. se u Splitsko – dalmatinskoj županiji dogodilo 8,36% svih nesreća u Hrvatskoj, dok se taj udio 2020. godine povećava na 8,81%.

U 2019. godini se u Splitsko – dalmatinskoj županiji dogodilo 2 621 prometna nesreća, od kojih je s poginulim osobama bilo 30, a s ozlijeđenim 1 078 prometnih nesreća. 2020. godine se dogodilo 2 296 prometnih nesreća, od toga 24 s poginulim osobama, a 897 s ozlijeđenim osobama (tablica 1.). Zaključujemo da se u svakom slučaju broj nesreća u 2020. godini smanjio u odnosu na 2019. godinu.


## **4. ANALIZA PODATAKA O PROMETNIM NEREĆAMA**

Cilj analize koja će se opisati u nastavku je bio statistički obraditi podatke o prometnim nesrećama, prostorno ih prikazati na georeferenciranoj karti te na osnovi dobivenih podataka identificirati lokacije na županijskim cestama Splitsko-dalmatinske županije na kojima se nesreće događaju češće nego na ostalim područjima. Kao što je navedeno, uzrok prometnih nesreća nije najčešće samo jedan već kombinacija više njih. No, ako se na nekoj lokaciji događaju često prometne nesreće, vrijedno je istražiti koji su uzroci na tom području. Uzrok najčešće je čovjek, ali osim njega mogu biti i neki čimbenici kao što su elementi ceste. Svaki ljudski život je vrijedan i možda ne vodimo računa o tome, ali u prometnom cestovnom sustavu se svake godine izgubi mnogo života. Budući da su danas motorna vozila postala naša svakodnevnica i nemoguće je zamisliti život bez njih, nužno je smanjiti i dovesti do minimuma njihove negativne posljedice. Broj motornih vozila i njihovih korisnika svakodnevno raste te je logično da bi i broj prometnih nesreća trebao rasti, osim ako ne poradimo na svijesti i ponašanju vozača, elementima ceste te ostalim faktorima.

### **4.1. Prikupljanje i obrada podataka**

Da bi mogli izvršiti analizu, potrebne su što točnije informacije o prometnim nesrećama koje će služiti kao ulazni parametri. Nakon svake prometne nesreće, policijski službenici izlaze na teren, obave očevid i sve podatke bilježe u svojoj bazi podataka. Ovisno o vrsti ceste (autocesta, državna, županijska, lokalna), policijski službenici kontaktiraju i odgovarajuće upravitelje ceste kako bi se utvrdila i sanirala eventualna šteta na cesti. Budući da su za analizu prometnih nesreća promatrane isključivo županijske ceste, korišteni su podaci iz baze Županijske uprave za ceste Split. Nakon svake nesreće ophodari izlaze na teren nakon dojava, rade očevid, saniraju oštećenja na cesti te podatke bilježe u svojoj bazi podataka. Sažeci izvješća svih prometnih nesreća na županijskim cestama Splitsko-dalmatinske županije tijekom 2019. i 2020. godine su služili kao ulazni parametri za analizu. Jedan nepopunjeni primjerak izvješća je prikazan na slici 6. u nastavku.

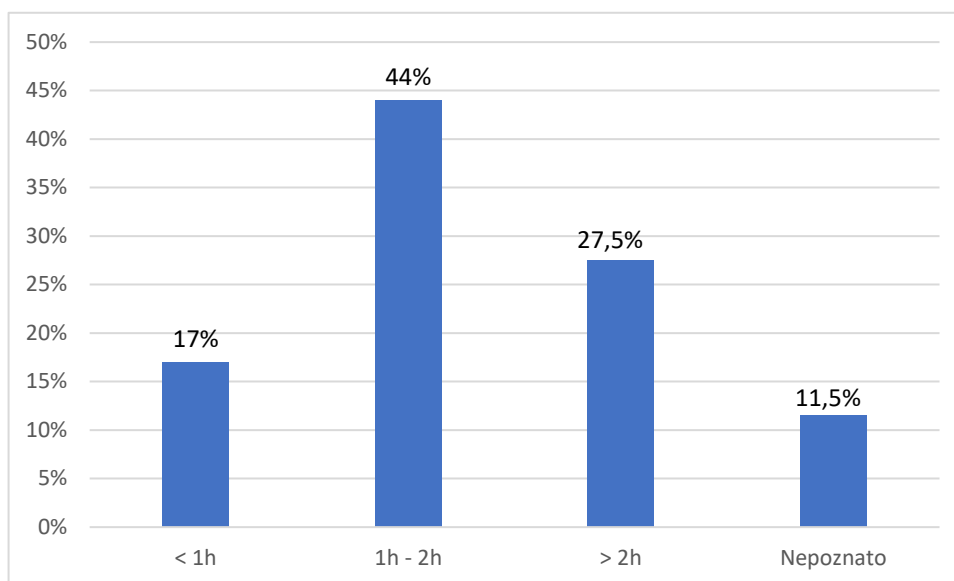


RB	SAŽETAK IZVJEŠĆA O PROMETNOJ NESREĆI					
					ŽUC	x
DATUM		SAT		MJESTO		
CESTA		DIONICA		KM		
NADCESTARIJA				OPHODAR		
OPIS CESTE		zavoj		ravna dionica	raskrižje	
		most- vijadukt		tunel	ostalo	
PROMETNA NESREĆA	VRSTA	sudar dva vozila		slijetanje izvan kolnika	nalet na pješaka	
		nalet na životinju		nalet na odron, radove	ostalo	
	POSLEDICE	materijalna šteta		ozlijeđene osobe	poginule osobe	
NAPOMENA:					POPUNIO	
*Izvješće o prometnoj nesreći sukladno Pravilniku o ophodnji javnih cesta će biti naknadno dostavljeno						

Slika 6. Sažetak izvješća o prometnoj nesreći

U ova izvješća se unose osnovni podaci o mjestu, vremenu, vrsti i posljedicama prometne nesreće. U policijskim izvješćima ima više pojedinih detalja o samoj nesreći, ali kako te podatke nije bilo moguće dobiti u traženom vremenu, analiza je provedena za osnovne podatke o nesreći koji su sadržani i u sažecima koje popunjavaju ophodari ceste, angažirani za utvrđivanje i sanaciju trenutne štete koja je eventualno nastala kao posljedica prometne nesreće. Prema ovim izvješćima moglo se utvrditi da je trajanje posebnog režima prometa, odnosno vrijeme do normalizacije odvijanja toka iznosilo od 5 minuta do 12 sati i 37 minuta. Na grafikonu 6. je

prikazan udio prometnih nesreća po različitim vremenskim periodima potrebnim za normalizaciju prometa.



*Grafikon 6. Trajanje do normalizacije prometa*

Za 17% prometnih nesreće je bilo potrebno maksimalno jedan sat da se stanje na cesti normalizira, dok za 27,5% nesreća je trebalo više od dva sata za normalizaciju prometa. Kod 44% nesreća je bio potreban vremenski period od jednog do dva sata za normalizaciju, a prosječno vrijeme do normalizacije odvijanja toka na cesti bilo je 105 minuta za promatrane nesreće. Kod 11,5% nesreća nepoznat je vremenski period do normalizacije prometa. Svi podaci iz izvješća o mjestu, vremenu, vrsti i posljedicama prometne nesreće su dalje obrađeni u računalnom programu QGIS te programskom alatu Microsoft Office – Excel.

#### **4.1.1. Računalna aplikacija QGIS**

QGIS je računalna aplikacija koja služi za vizualizaciju, uređivanje i analizu geopodataka. Aplikacija omogućuje stvaranje karata koje se sastoje od rasterskih ili vektorskih slojeva. [11] Dodavanjem različitih slojeva, mreža podataka postaje sve gušća te je prostor za analizu i donošenje zaključaka sve veći. Korisnici su u mogućnosti dodavanjem slojeva stvarati vlastite karte koje će im služiti u daljnjem radu. Budući da je to slobodni softver, QGIS se može koristiti za izvođenje raznih zadataka, a osim svojih osnovnih funkcija sadrži i brojne priključke koji se naknadno dodaju u aplikaciju. Karte su dostupne svima, kao i sama aplikacija. Osim učitavanja odabranih podataka i njihovog smještanja u prostor, aplikacija pruža mogućnosti bolje vizualizacije kroz različite boje i oblike kojima se atributi odabranih podataka mogu razlikovati.

#### **4.1.2. Računalni program Microsoft Office – Excel**

Računalni program Microsoft Office Excel je programski alat koji se koristi za tablično računanje i statističku obradu podataka. Osim što je bio potreban za stvaranje tablice, kao ulaznog parametra za QGIS, korišten je i za analiziranje i razvrstavanje prometnih nesreća po atributima. Korištenjem funkcija u Excelu podaci su uspješno razvrstani, a nakon toga i grafički prikazani.

#### **4.2. Analiza obrađenih podataka**

Kako bi došli do nekih zaključaka, potrebno je dobivene podatke statistički obraditi. Na temelju sažetaka izvješća o prometnim nesrećama, napravljena je baza podataka za 2019. i 2020. godinu te su se iz te baze podataka obrađivali podaci s obzirom na pojedini atribut prometne nesreće. Ukupan broj prometnih nesreća u promatrane dvije godine je 102, od kojih su se 52 nesreće dogodile u 2019. godini, a 50 u 2020. godini. U nastavku su sve prometne nesreće, uzimajući u obzir godinu u kojoj su se dogodile, razvrstane po:

- oznakama županijskih cesta
- vrsti prometne nesreće
- opisu ceste
- posljedicama
- mjesecu
- danu u tjednu
- satu.

Svaka tablica u nastavku se sastoji od četiri stupca. U prvom stupcu se nalazi atribut po kojem su prometne nesreće razvrstane, sljedeći stupci predstavljaju broj nesreća u 2019. i 2020. godini. Zadnji stupac predstavlja zbroj prometnih nesreća koje su se dogodile u 2019. i 2020. godini po zajedničkim atributima.

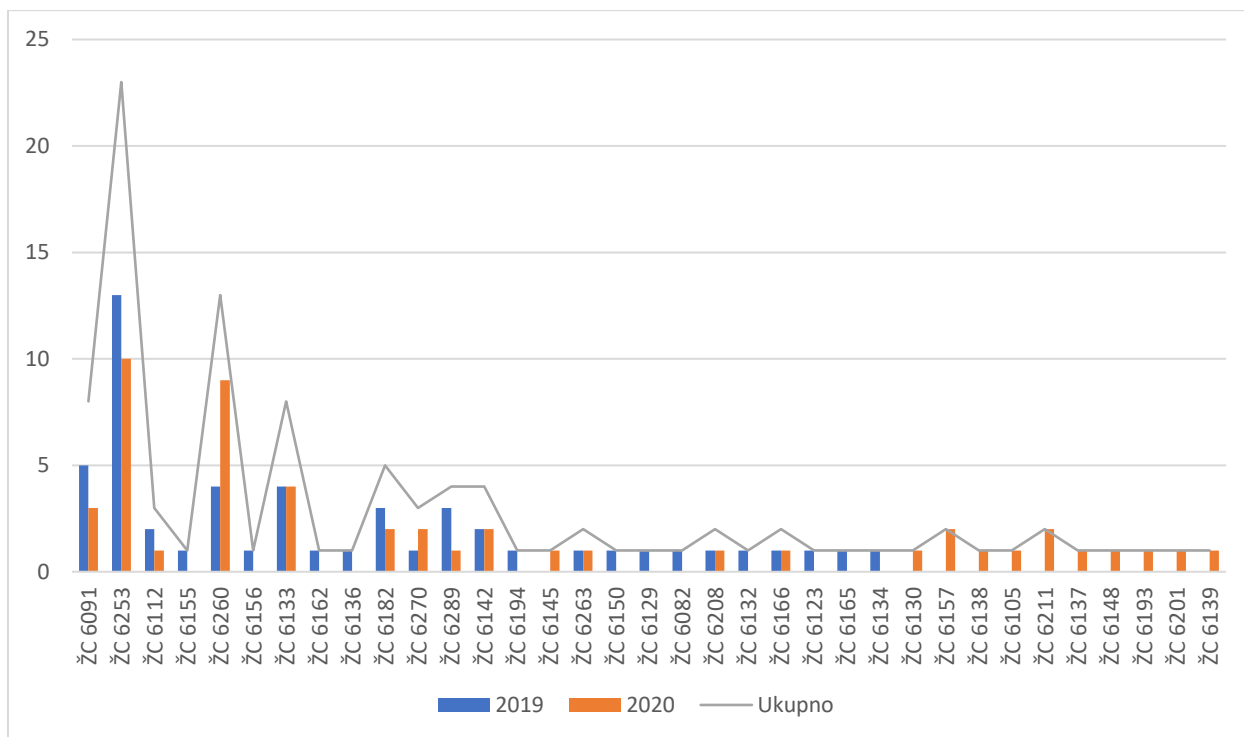
Na grafikonima su prikazane tablične vrijednosti, gdje plava boja označava prometne nesreće koje su se dogodile 2019. godine, a narančasta one koje su se dogodile 2020. godine. Siva linija predstavlja broj prometnih nesreća u obje godine po pojedinim atributima.

### a) Podjela po oznakama županijskih cesta

U tablici 9. i na grafikonu 7. su prikazani podaci o broju prometnih nesreća koje su se dogodile na različitim cestama tijekom 2019. i 2020. godine.

Oznaka ceste	2019	2020	Ukupno
ŽC 6091	5	3	8
ŽC 6253	13	10	23
ŽC 6112	2	1	3
ŽC 6155	1	0	1
ŽC 6260	4	9	13
ŽC 6156	1	0	1
ŽC 6133	4	4	8
ŽC 6162	1	0	1
ŽC 6136	1	0	1
ŽC 6182	3	2	5
ŽC 6270	1	2	3
ŽC 6289	3	1	4
ŽC 6142	2	2	4
ŽC 6194	1	0	1
ŽC 6145	0	1	1
ŽC 6263	1	1	2
ŽC 6150	1	0	1
ŽC 6129	1	0	1
ŽC 6082	1	0	1
ŽC 6208	1	1	2
ŽC 6132	1	0	1
ŽC 6166	1	1	2
ŽC 6123	1	0	1
ŽC 6165	1	0	1
ŽC 6134	1	0	1
ŽC 6130	0	1	1
ŽC 6157	0	2	2
ŽC 6138	0	1	1
ŽC 6105	0	1	1
ŽC 6211	0	2	2
ŽC 6137	0	1	1
ŽC 6148	0	1	1
ŽC 6193	0	1	1
ŽC 6201	0	1	1
ŽC 6139	0	1	1

Tablica 9. Podjela prometnih nesreća po oznakama županijskih cesta



*Grafikon 7. Podjela prometnih nesreća po oznakama županijskih cesta*

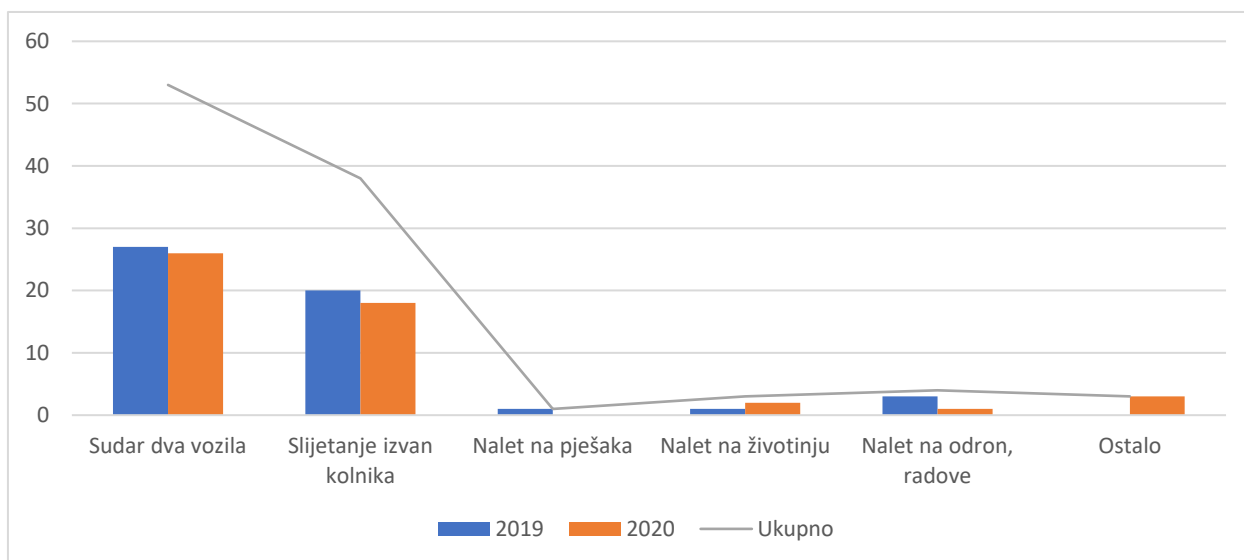
Najveći broj prometnih nesreća u obje godine se dogodio na županijskoj cesti ŽC6253 (Klis – Solin). Udio prometnih nesreća na toj cesti u odnosu na ukupni broj nesreća na županijskim cestama Splitsko-dalmatinske županije je 22,5%, od čega se 12,7% dogodilo u 2019. godini, a 2020. godine se taj udio smanjio na 9,8%. Druga cesta koja ima veći broj prometnih nesreća je županijska cesta ŽC6260 (Klis Grlo – Dugopolje – Bisko – Blato na Cetini – Šestanovac). Na toj cesti se dogodilo ukupno 13 prometnih nesreća, odnosno 12,7% prometnih nesreća na svim županijskim cestama unutar županije.

## b) Podjela po vrsti prometnih nesreća

U nastavku su priloženi tablica 10. i grafikon 8. koji prikazuju podjelu nesreća po vrsti prometnih nesreća.

Vrsta prometne nesreće	2019	2020	Ukupno
Sudar dva vozila	27	26	53
Slijetanje izvan kolnika	20	18	38
Nalet na pješaka	1	0	1
Nalet na životinju	1	2	3
Nalet na odron, radove	3	1	4
Ostalo	0	3	3

Tablica 10. Podjela po vrsti prometnih nesreća



Grafikon 8. Podjela po vrsti prometnih nesreća

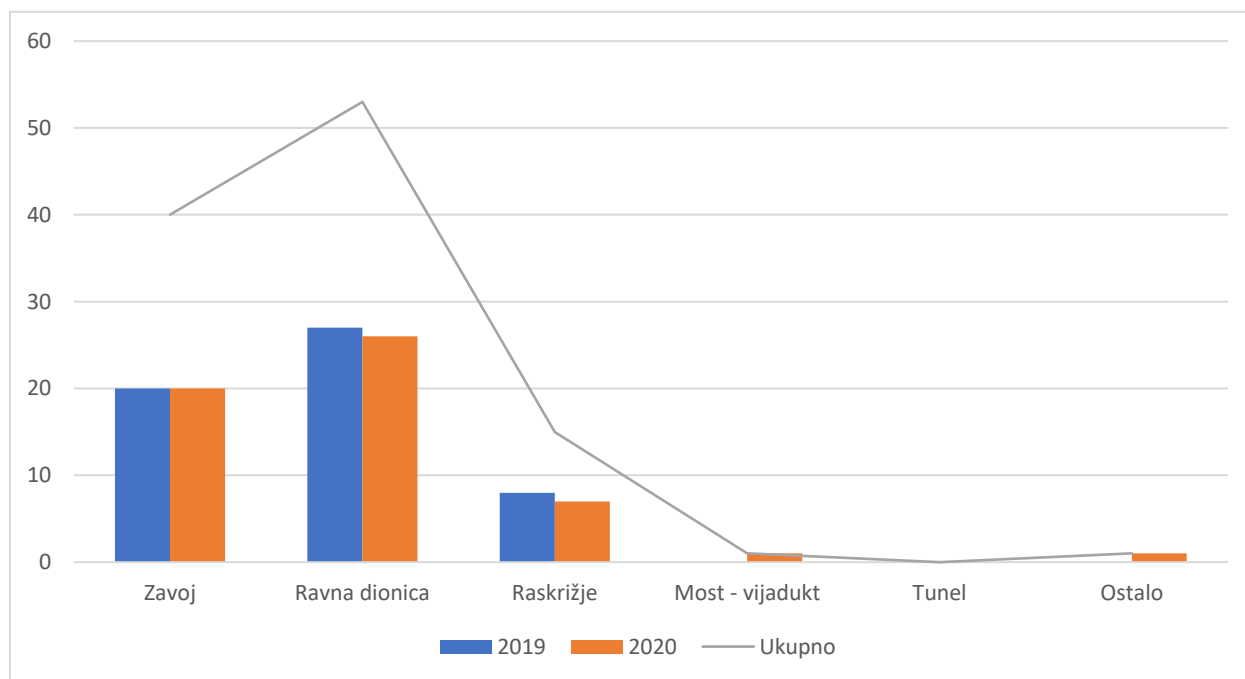
Najčešće se događao sudar dvaju vozila, dok je slijetanje izvan kolnika druga najčešća vrsta prometne nesreće. U 2019. godini se događa nešto više sudara i više slijetanja izvan kolnika. Gledano u postocima, 52% promatranih prometnih nesreća otpada na sudar dvaju vozila, dok 37% otpada na slijetanje izvan kolnika. Osim te dvije vrste prometnih nesreća, nešto rjeđe se događa nalet na odron/radove, nalet na pješake i životinje.

### c) Podjela po opisu ceste

U izvješćima o prometnoj nesreći se bilježi element ceste na kojem se dogodila nesreća kako bi se dobio uvid na kojem karakterističnom dijelu ceste se češće događaju. U tablici 11. i na grafikonu 9. je prikazan broj nesreća s obzirom na opis dijela ceste gdje se prometna nesreća dogodila.

Opis ceste	2019	2020	Ukupno
Zavoj	20	20	40
Ravna dionica	27	26	53
Raskrižje	8	7	15
Most - vijadukt	0	1	1
Tunel	0	0	0
Ostalo	0	1	1

Tablica 11. Podjela prometnih nesreća po opisu ceste



Grafikon 9. Podjela prometnih nesreća po opisu ceste

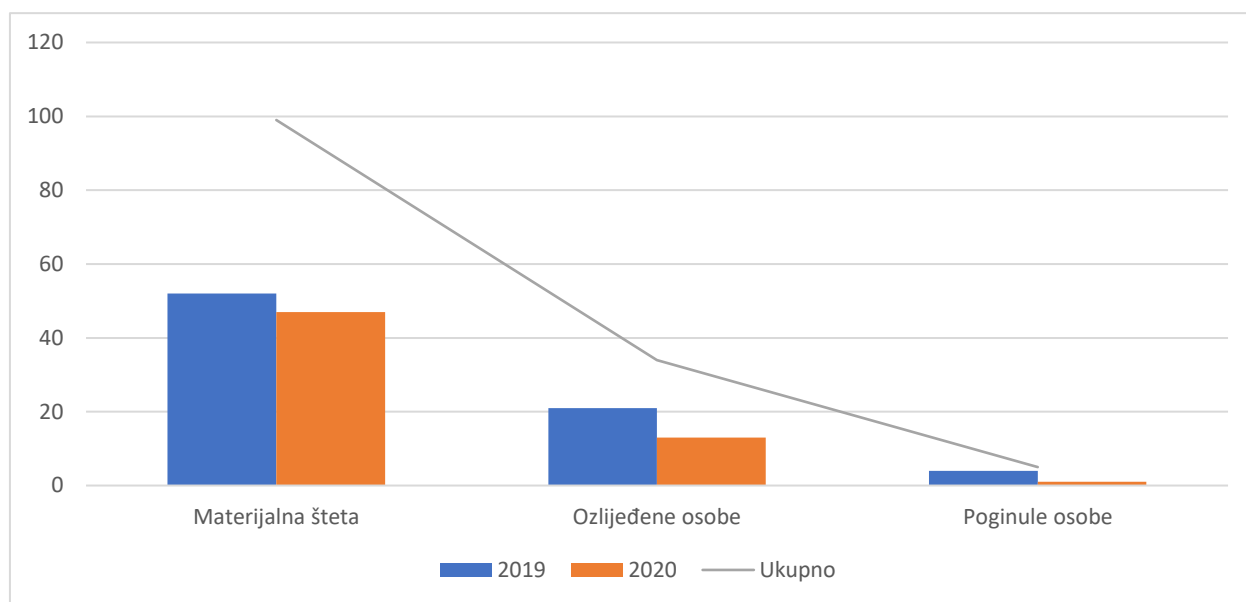
Prometne nesreće se u 52,5% slučajeva događaju na ravnim dionicama ceste, dok se 39% prometnih nesreća događa u zavojima. Broj prometnih nesreća koje su se dogodile u zavojima je u 2019. i 2020. godini jednak, dok je broj nesreća koje su se dogodile na ravnoj dionici za jednu prometnu nesreću veći u 2019. godini. Nekoliko prometnih nesreća se dogodilo na raskrižju i mostu-vijaduktu, dok se nijedna nesreća nije dogodila u tunelu. Razlog većeg broja nesreća na ravnim dionicama je najčešće veća brzina vožnje koja se razvije na pravcima te takva brzina obično nije prilagođena uvjetima vožnje na cesti.

#### d) Podjela po posljedicama

Posljedice prometnih nesreća nekada mogu biti male i neznatne, dok nekada bude ozlijeđenih i smrtno stradalih osoba, što se ne može usporediti s nikakvom materijalnom štetom. U tablici 12. i na grafikonu 10. su prikazane posljedice nesreća te broj nesreća koje su imale navedene posljedice.

Posljedice	2019	2020	Ukupno
Materijalna šteta	52	47	99
Ozlijeđene osobe	21	13	34
Poginule osobe	4	1	5

Tablica 12. Podjela prometnih nesreća po posljedicama



Grafikon 10. Podjela prometnih nesreća po posljedicama

U 97% slučajeva je vidljiva materijalna šteta kao posljedica prometnih nesreća. Gledajući posljedice, broj nesreća s materijalnom štetom, s ozlijeđenim i poginulim osobama je veći u 2019. nego u 2020. godini. Udio prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama je 33,3%, dok je udio prometnih nesreća s poginulim osobama 4,9% u ukupnom broju za obje promatrane godine.

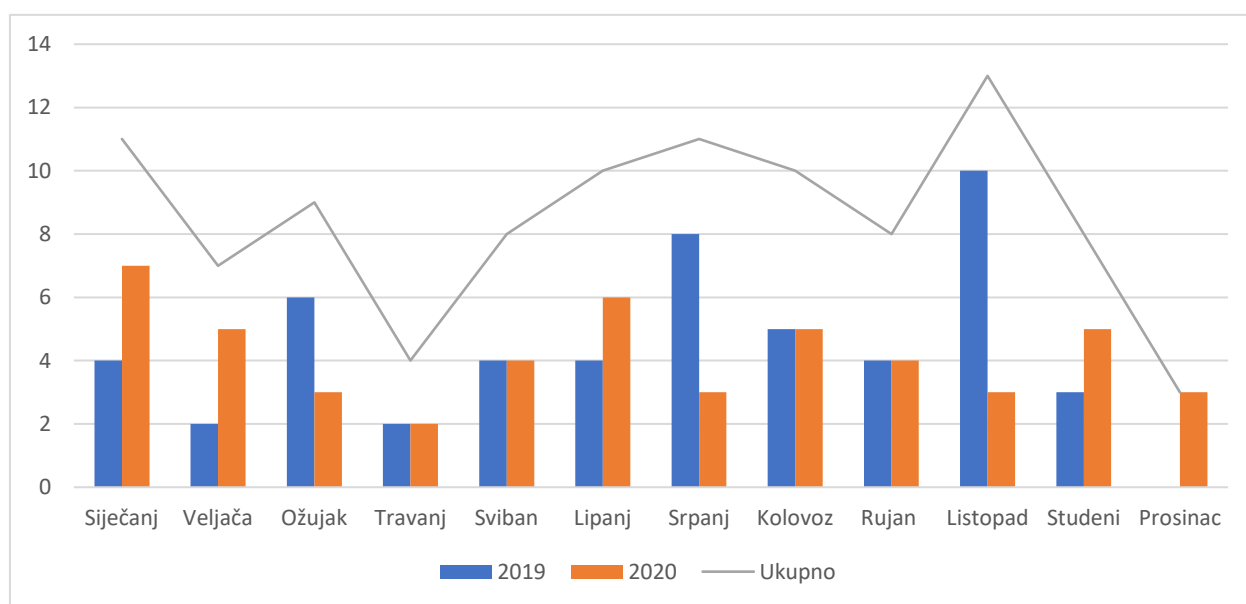


### e) Podjela po mjesecima

U tablici 13. i na grafikonu 11. je prikazana količina prometnih nesreća po mjesecima tijekom promatranog razdoblja.

Mjesec	2019	2020	Ukupno
Siječanj	4	7	11
Veljača	2	5	7
Ožujak	6	3	9
Travanj	2	2	4
Svibanj	4	4	8
Lipanj	4	6	10
Srpanj	8	3	11
Kolovoz	5	5	10
Rujan	4	4	8
Listopad	10	3	13
Studeni	3	5	8
Prosinac	0	3	3

Tablica 13. Podjela prometnih nesreća po mjesecima



Grafikon 11. Podjela prometnih nesreća po mjesecima

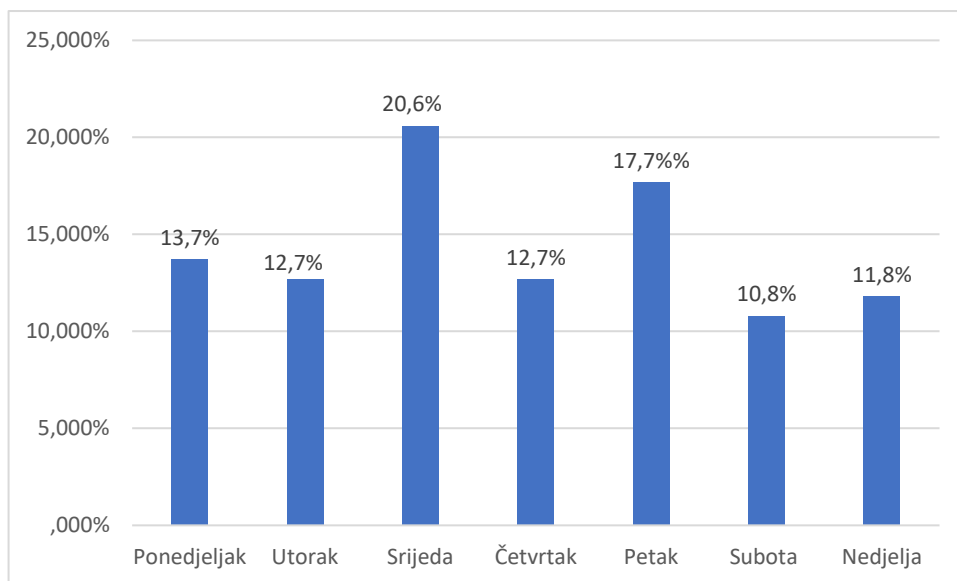
Prema prikazanim podacima, najviše nesreća se dogodilo u listopadu, a odmah nakon listopada, mjeseci s nešto manje prometnih nesreća su siječanj, lipanj, srpanj i kolovoz. Najviše prometnih nesreća se dogodilo u listopadu 2019. godine. Mjeseci s najmanje prometnih nesreća su prosinac i travanj. U prosincu, 2019. godine nije zabilježena niti jedna prometna nesreća. Za očekivati je bilo

da se najviše nesreća događa u ljetnim mjesecima zbog povećanja prometnog opterećenja uslijed turističke sezone, no uvijek postoje iznimke. Za konkretniji zaključak bi trebalo raspolagati s podacima iz više godina.

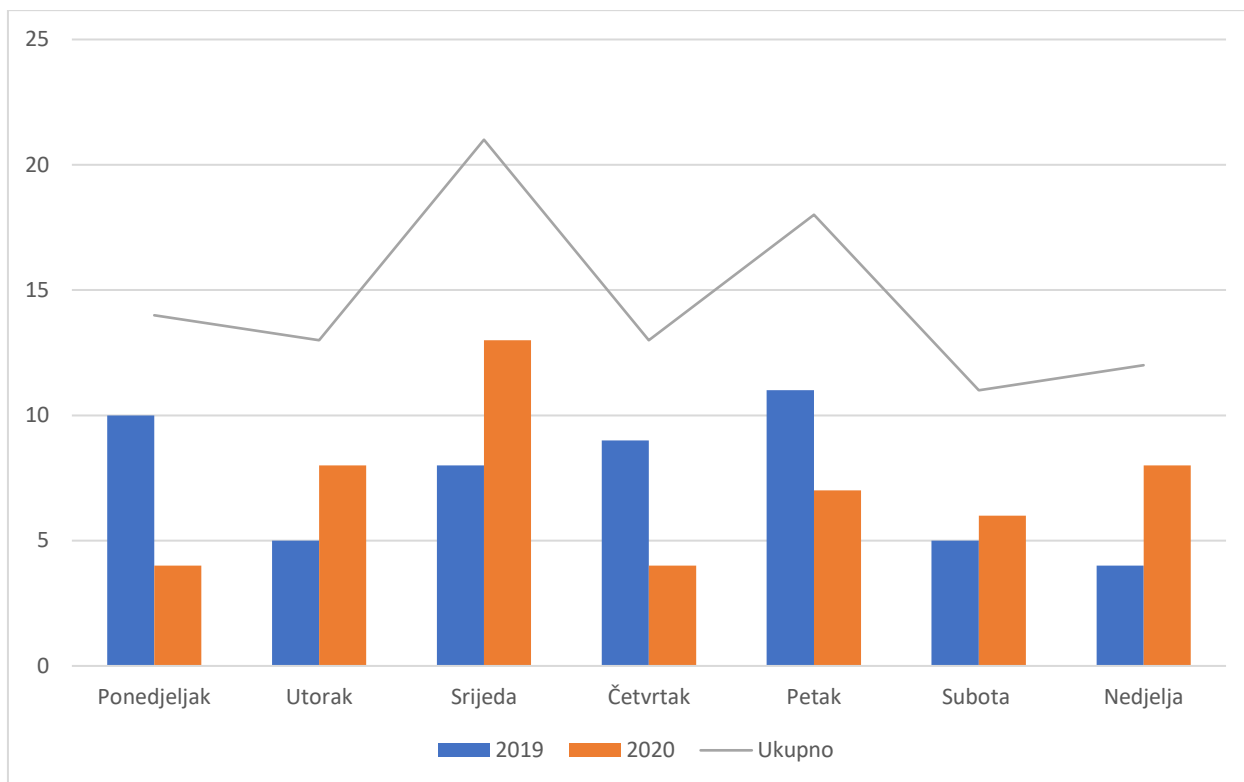
**f) Podjela po danima u tjednu**

Dani u tjednu	2019	2020	Ukupno
<b>Ponedjeljak</b>	10	4	14
<b>Utorak</b>	5	8	13
<b>Srijeda</b>	8	13	21
<b>Četvrtak</b>	9	4	13
<b>Petak</b>	11	7	18
<b>Subota</b>	5	6	11
<b>Nedjelja</b>	4	8	12

*Tablica 14. Podjela prometnih nesreća po danima u tjednu*



*Grafikon 12. Podjela prometnih nesreća po danima u tjednu*



*Grafikon 13. Podjela prometnih nesreća po mjesecima*

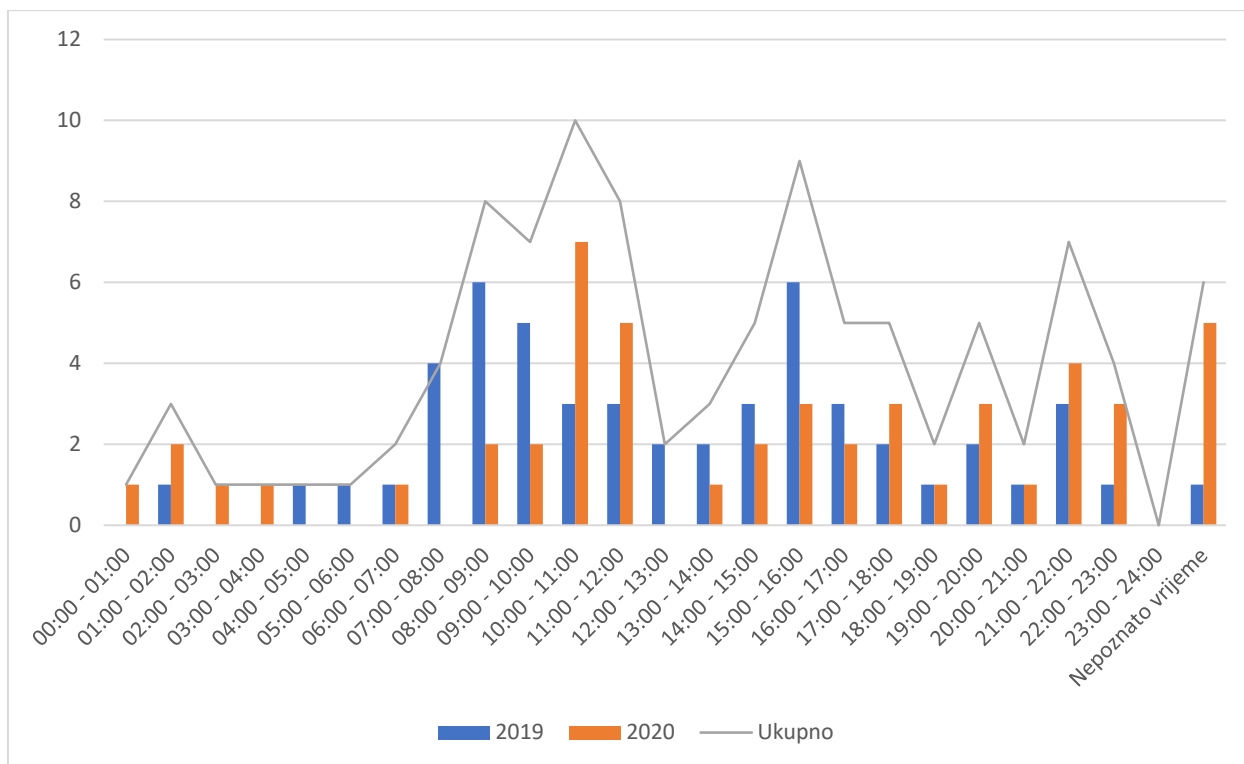
Prema grafikonu 12. se može zaključiti da se po broju nesreća, srijeda i petak nešto razlikuju od ostalih dana. Najveći broj nesreća se dogodio sredinom radnog tjedna, odnosno u srijedu. Gledajući postotke, u srijedu se dogodilo 20,6% prometnih nesreća, dok se najmanje prometnih nesreća dogodilo u subotu, odnosno 10,8%.

U tablici 14. i na grafikonu 13. možemo promatrati godine odvojeno te zaključujemo da je najmanji broj prometnih nesreća u 2019. godini bio u nedjelju, dok je najveći broj nesreća zabilježen u petak. U 2020. godini se najmanje nesreća dogodilo ponedjeljkom i četvrtkom, a najveći broj zabilježen je u srijedu.

**g) Podjela po satima**

<b>Vrijeme prometne nesreće</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>Ukupno</b>
<b>00:00 - 01:00</b>	0	1	1
<b>01:00 - 02:00</b>	1	2	3
<b>02:00 - 03:00</b>	0	1	1
<b>03:00 - 04:00</b>	0	1	1
<b>04:00 - 05:00</b>	1	0	1
<b>05:00 - 06:00</b>	1	0	1
<b>06:00 - 07:00</b>	1	1	2
<b>07:00 - 08:00</b>	4	0	4
<b>08:00 - 09:00</b>	6	2	8
<b>09:00 - 10:00</b>	5	2	7
<b>10:00 - 11:00</b>	3	7	10
<b>11:00 - 12:00</b>	3	5	8
<b>12:00 - 13:00</b>	2	0	2
<b>13:00 - 14:00</b>	2	1	3
<b>14:00 - 15:00</b>	3	2	5
<b>15:00 - 16:00</b>	6	3	9
<b>16:00 - 17:00</b>	3	2	5
<b>17:00 - 18:00</b>	2	3	5
<b>18:00 - 19:00</b>	1	1	2
<b>19:00 - 20:00</b>	2	3	5
<b>20:00 - 21:00</b>	1	1	2
<b>21:00 - 22:00</b>	3	4	7
<b>22:00 - 23:00</b>	1	3	4
<b>23:00 - 24:00</b>	0	0	0
<b>Nepoznato vrijeme</b>	1	5	6

*Tablica 15. Podjela prometnih nesreća po satima*

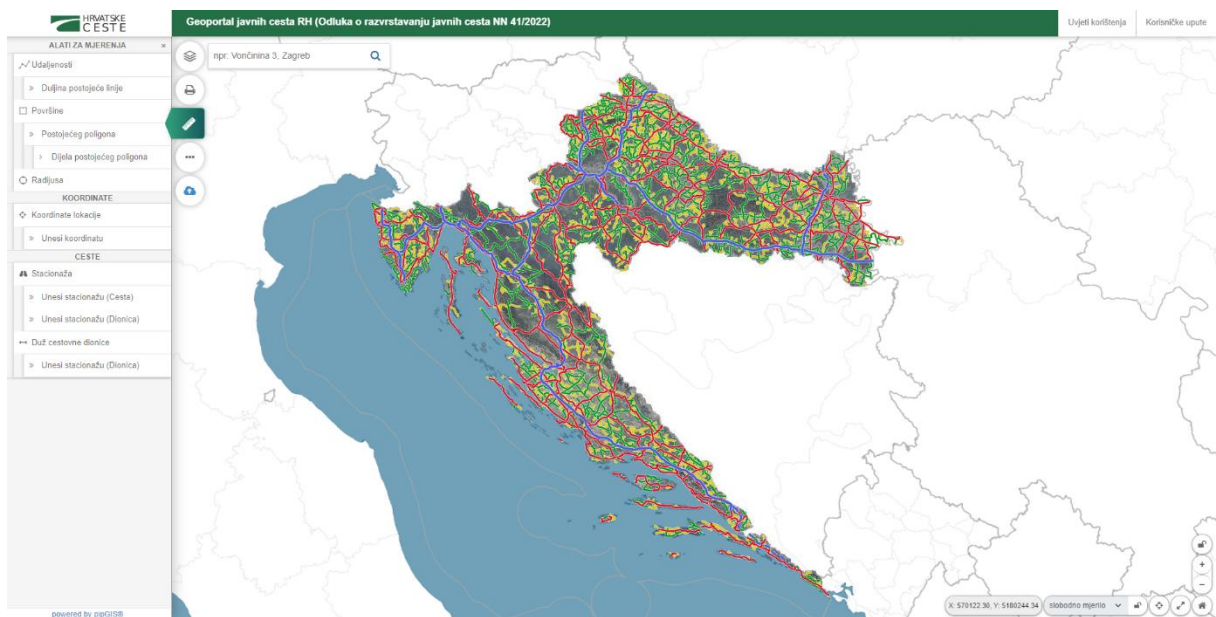


Grafikon 14. Podjela prometnih nesreća po satima

U tablici 15. i na grafikonu 14. je prikazana razdioba prometnih nesreća po satima tijekom dana. Najmanje prometnih nesreća se događa u noćnim satima, što je za očekivati, budući da je tada manje prometno opterećenje u odnosu na dnevne sate. Interesantno je da u vremenskom periodu od 23 sata do 24 sata nije zabilježena niti jedna prometna nesreća u obje godine. Gledajući ukupno obje godine, najveći broj nesreća se dogodio u periodu od 10 do 11 sati i tek jedna manje u periodu od 15 do 16 sati. Broj prometnih nesreća varira od sata do sata te je u nekim periodima veći, a u nekima manji. Za 6 prometnih nesreća nije poznato kada su se dogodile.

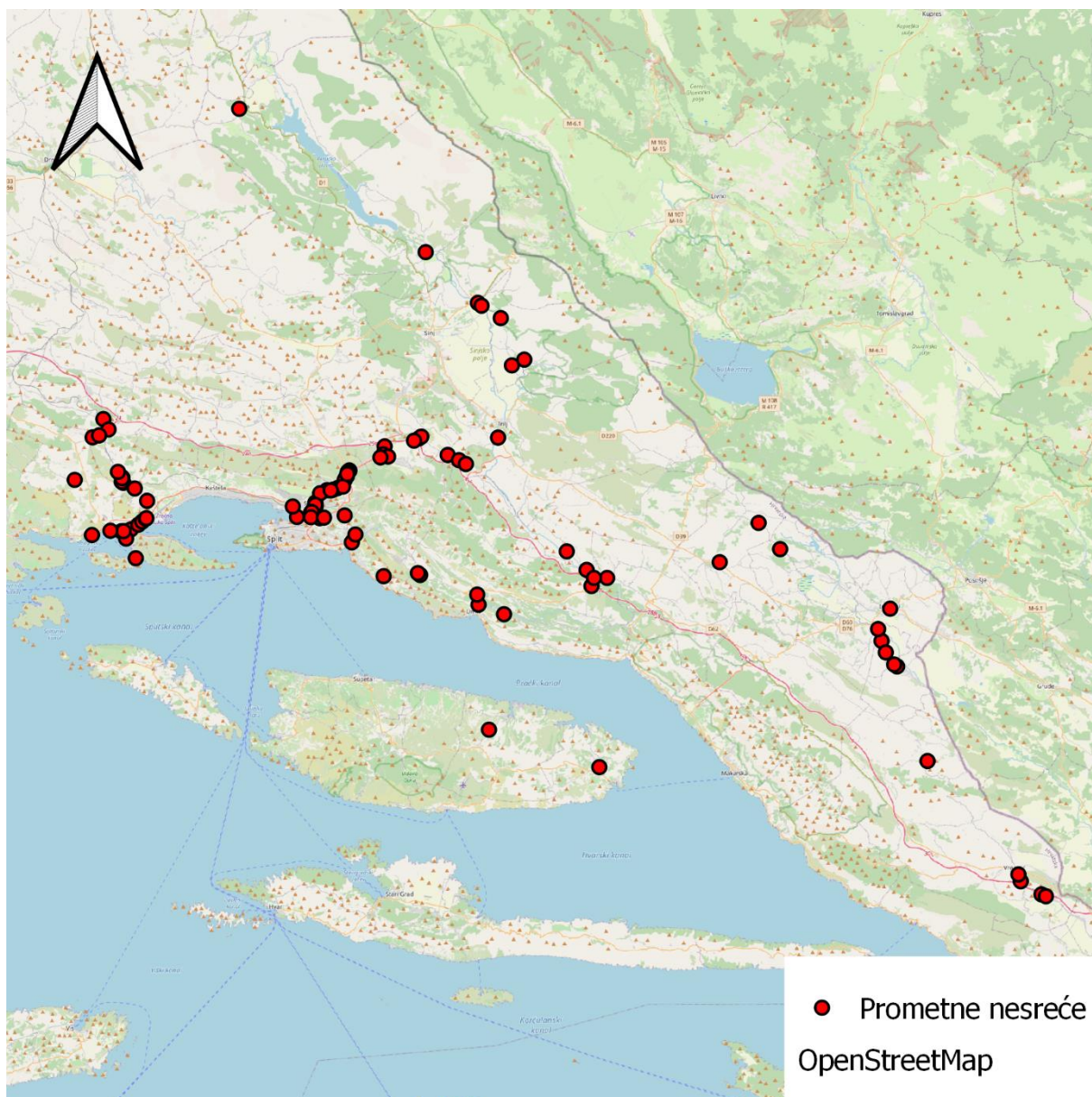
### 4.3. Prostorna analiza

Budući da u izvješćima o prometnim nesrećama nisu zadane X i Y koordinate lokacije nesreće već je navedena dionica i stacionaža pojedine ceste, za pozicioniranje prometne nesreće je korišten Geoportal Hrvatskih cesta (WEB GIS portal javnih cesta u RH). Podaci o stacionažama su obrađeni i dobivene su koordinate u službenom koordinatnom sustavu Republike Hrvatske – HTRS96/TM. [12] U nastavku je slika 7. koja prikazuje kako izgleda Geoportal javnih cesta RH bez unesenih podataka te su vidljivi neki alati koje on nudi.



Slika 7. Prikaz Geoportala javnih cesta RH [12]

Geoportal je također javan i stalno ažuriran. Unošenje podataka ide ručno, upisivanjem oznake ceste, npr. Ž6253 te dionice i stacionaže. Izlazne informacije koje dobijemo su koordinate u Excel tablici koje je potrebno urediti po svojoj želji i cijelu tablicu unijeti kao ulazni podatak u aplikaciju QGIS. Unošenjem X i Y koordinata, na kartama se definiraju „točkice“ kojima je moguće dodijeliti atribute te ih tako razvrstavati. Na mapi u nastavku (slika 8.) su prikazane prometne nesreće na županijskim cestama Splitsko–dalmatinske županije u 2019. i 2020. godini.



*Slika 8. Prikaz prometnih nesreća u aplikaciji QGIS*

Aplikacija QGIS pruža dobru vizualizaciju lokacija s većim brojem prometnih nesreća te su na temelju toga i utvrđene lokacije s najvećim brojem prometnih nesreća.

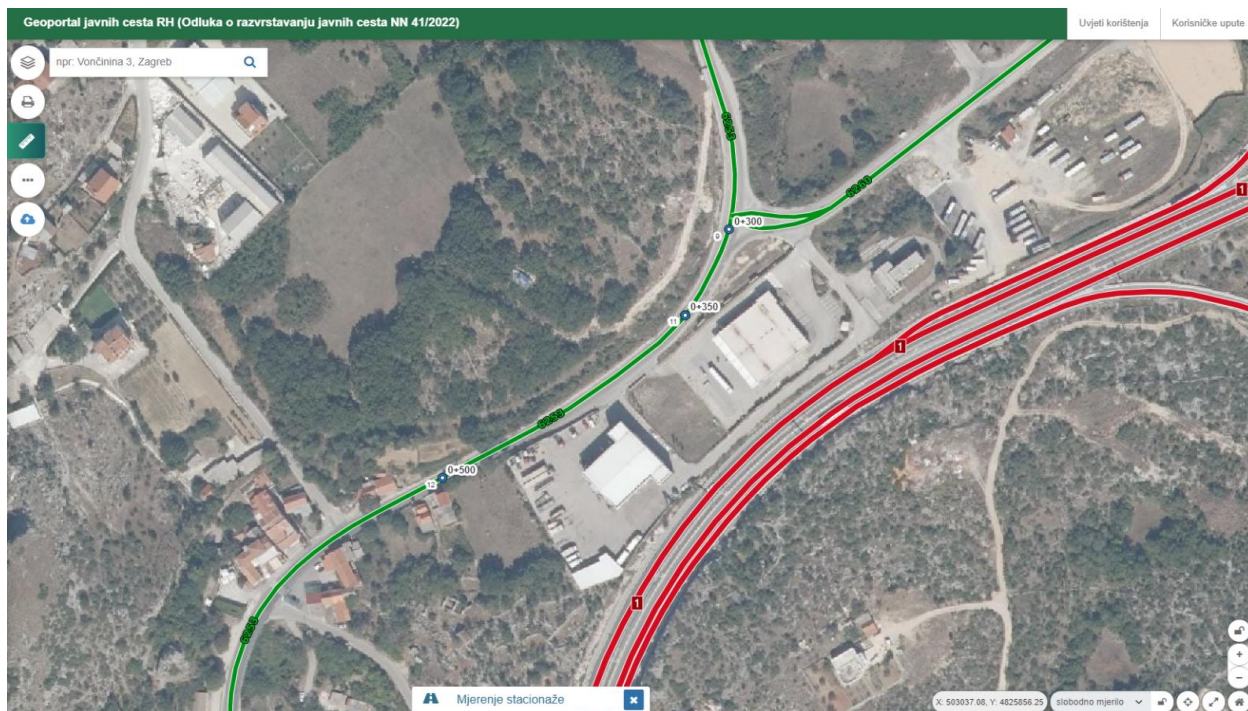
Na slici 9. je prikazana mapa sa lokacijama na kojima su se dogodile prometne nesreće s poginulim osobama. Takvih nesreća je bilo 5, odnosno 4.9% svih nesreća na županijskim cestama Splitsko-dalmatinske županije, tijekom 2019. i 2020. godine. Crnim točkama su prikazana mjesta prometnih nesreća, a uz točkice su prikazane i oznake županijskih cesta na kojima su se nesreće dogodile. Svaka prometna nesreća s poginulima ima svoju oznaku, što znači da se svih pet nesreća dogodilo na različitim županijskim cestama.



*Slika 9. Prikaz prometnih nesreća s poginulima u aplikaciji QGIS*

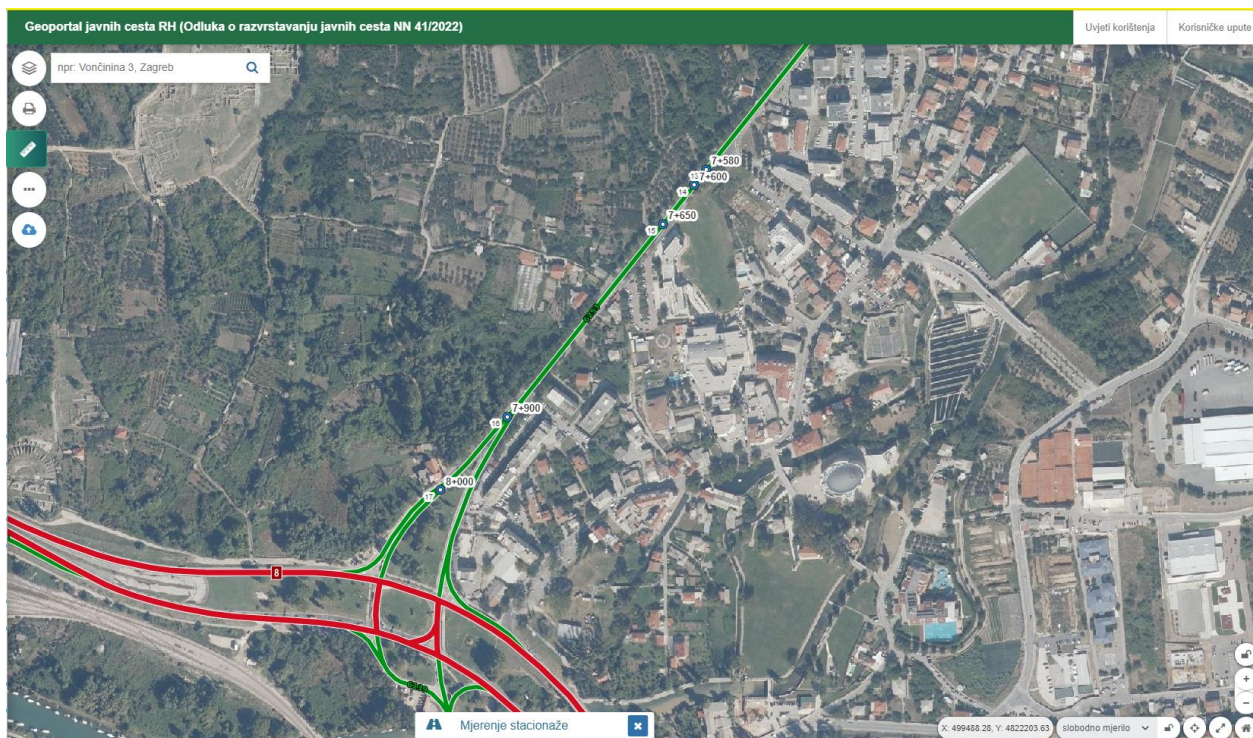
Promatrajući razmještaj prometnih nesreća u aplikaciji QGIS, uočene su tri lokacije na kojima se unutar 500 m dogodile barem 4 nesreće. Dvije lokacije su zabilježene na cesti ŽC6253, dok je treća lokacija zabilježena na cesti ŽC6260. Na slikama 10., 11. i 12. su prikazane te lokacije u Geoportalu javnih cesta RH.





*Slika 10. Prikaz prve lokacije s najviše prometnih nesreća [12]*

Na ŽC6253 (Klis (DC56) – Solin (DC8)) od stacionaže 0+300 do 0+500, odnosno na području Klisa, su zabilježene 4 prometne nesreće. Dvije nesreće su se dogodile 2019., a dvije 2020. godine. Sve četiri nesreće su se dogodile u zavoju, dok je nesreća na stacionaži 0+300 ujedno i u raskrižju. U tri prometne nesreće je došlo do slijetanja vozila izvan kolnika. U svakoj prometnoj nesreći je zabilježena materijalna šteta, dok je u dvije prometne nesreće bilo i ozlijeđenih osoba. Na stacionaži 0+350 su se dogodile dvije prometne nesreće.



*Slika 11. Prikaz druge lokacije s najviše prometnih nesreća [12]*

Druga lokacija s najvećim brojem prometnih nesreća je također na cesti oznake ŽC6253 (Klis (DC56) – Solin (DC8)). Pet prometnih nesreća se dogodilo od stacionaže 7+580 do 8+000, odnosno unutar 420 m. Ova dionica nalazi se na području grada Solina, točnije radi se o dijelu ceste koja vodi prema raskrižju Širina u Solinu. Jedna prometna nesreća je zabilježena u području raskrižja, dok su ostale četiri locirane na ravnoj dionici. U tri prometne nesreće je došlo do sudara dva vozila, dok se u ostalim dogodilo slijetanje izvan kolnika i nalet na pješaka. U svim prometnim nesrećama je zabilježena materijalna šteta, dok je u tri nesreće bilo i ozlijeđenih osoba. Ova dionica se nalazi u samom gradu i ima znatno prometno opterećenje, što prema statističkim podacima predstavlja lokaciju s većim postotkom događanja prometnih nesreća.



*Slika 12. Prikaz treće lokacije s najviše prometnih nesreća [12]*

Zadnja promatrana lokacija s većim brojem prometnih nesreća je na ŽC6260 (Klis Grlo (ŽC 6253) – Dugopolje – Bisko – Blato na Cetini – Šestanovac (D39)). Ova lokacija nalazi se u Dugopolju, odnosno prolazi kroz gospodarsku zonu Podi-istok gdje se nalazi veći broj poslovnih objekata. U rasponu od 450 m odnosno od stacionaže 3+750 do 4+200 su se dogodile 4 prometne nesreće. Dvije prometne nesreće su se dogodile u području raskrižja, a dvije na ravnoj dionici. U tri prometne nesreće je došlo do sudara dva vozila, dok je u četvrtoj prometnoj nesreći došlo do naleta na životinju. Kao i dosad u sve četiri nesreće je zabilježena materijalna šteta, a u dvije nesreće je bilo i ozlijeđenih osoba.

#### 4.4. Opasna mjesta na cestovnoj prometnoj mreži

Prema domaćim i međunarodnim iskustvima jedan od najučinkovitijih načina povećanja sigurnosti cestovnog prometa je identifikacija i sanacija opasnih mjesta. Kako ne postoji standardna definicija opasnog mjesta, može se sa teoretskog gledišta definirati da su opasna mjesta ili tzv. crne točke, lokacije koje imaju statistički veći broj prometnih nesreća u usporedbi sa lokacijama sličnih prometno – tehničkih karakteristika. Budući da pojam opasno mjesto nije zakonski reguliran pojam, kao u pojedinim zemljama, postoji i više različitih izvedenica tog pojma. U domaćoj literaturi takva mjesta nazivaju se i opasna cestovna lokacija ili „crne točke“ cestovnog prometa. Domaći autori različito interpretiraju pojam opasnih mjesta pa tako pojedini autori definiraju opasno mjesto kao dijelove ceste na kojima se događa veći broj prometnih nesreća, s ljudskim žrtvama i većom materijalnom štetom, dok drugi autori navode da su opasne cestovne lokacije ili „crne točke“ mjesta na cesti na kojima je rizik od prometnih nesreća (statistički) značajno veći nego na drugim cestovnim lokacijama. Ovakve podjele su vidljive i u međunarodnoj znanstveno – stručnoj literaturi pa su općeprihvaćene tri vrste definicija opasnih mjesta, a koje se mogu poistovjetiti i sa metodologijama identifikacije opasnih mjesta [3]:

- brojčane definicije;
- statističke definicije i
- definicije temeljene na predviđanju prometnih nesreća.

Brojčane definicije predstavljaju najjednostavniji oblik identifikacije opasnih mjesta u kojem se definira fiksni kriterij broja prometnih nesreća koji, ukoliko se premaši, identificira određenu lokaciju kao opasno mjesto. Nedostatak ove metode/definicije je što, osim u slučajevima izračuna stope prometnih nesreća, ne uzima u obzir prometno opterećenje lokacije te statistički kroz kritičnu razinu nastanka broja prometnih nesreća ne uspoređuje promatranu lokaciju sa drugim lokacijama istih prometno – tehničkih karakteristika.

Statistička definicija opasnih mjesta oslanja se na usporedbu registriranog i uobičajenog broja nesreća. Na primjer, određena lokacija će biti klasificirana kao opasno mjesto ako je registrirani broj prometnih nesreća veći od kritične razine broja prometnih nesreća. Kritična vrijednost nastanka prometnih nesreća dobiva se statističkim ispitivanjem svake lokacije u usporedbi s drugom lokacijom sličnih karakteristika, a opasno mjesto se identificira ukoliko stopa prometnih nesreća, koja uzima u obzir prometno opterećenje, duljinu lokacije i vremenski period, prelazi definiranu kritičnu razinu.

Definicije na temelju predviđanja obuhvaćaju razne modele predviđanja nastanka prometnih nesreća. Ovakvi modeli zahtijevaju velike količine podataka o karakteristikama lokacija koje se promatraju te se na temelju očekivanog broja nesreća pokušavaju identificirati opasna mjesta. [3] Iako je u Republici Hrvatskoj od 2016. godine uveden novi metodološki pristup za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži [3] koji se temelji na statističkim metodama i podacima o prometnom opterećenju, za potrebe izrade ovog rada koristila se „Metodologija pristupa sigurnosti prometa“ koju su 2004. godine izradile Hrvatske ceste d.o.o. i Institut građevinarstva Hrvatske d.d., a koja se koristila do uvođenja nove metodologije. Razlog korištenja stare metodologije je nedostatak podataka o prometnom opterećenju na svim županijskim cestama u Splitsko-dalmatinskoj županiji jer se ne provodi sustavno brojanje prometa osim na dvadesetak lokacija, te nije bilo moguće definirati potrebne parametre kao što je stopa prometnih nesreća. Prema navedenoj staroj metodologiji, opasnim mjestom može se nazvati raskrižje ili odsječak ceste duljine do 300 [m], odnosno opasnom dionicom može se nazvati dio ceste duljine od 300 do 1000 [m], uz uvjet da udovoljavaju jednom od sljedeća tri kriterija:

- ako se na kritičnoj lokaciji u prethodne 3 godine dogodilo 12 ili više prometnih nesreća s ozlijeđenim osobama;
- ako je u prethodne tri godine na promatranoj lokaciji evidentirano 15 ili više prometnih nesreća, bez obzira na posljedice i
- ako su se na kritičnoj lokaciji, u prethodne 3 godine, dogodile tri ili više istovrsnih prometnih nesreća, u kojima su sudjelovale iste skupine sudionika, s istim pravcima kretanja, na istim konfliktnim površinama i dr. [3]

U ovom radu provedena je prostorna analiza prometnih nesreća na županijskim cestama SDŽ i utvrđene su tri lokacije gdje se dogodio veći broj nesreća u odnosu na druge lokacije (poglavlje 4.3.). Prema gore navedenim kriterijima ni jedna od utvrđenih lokacija ne smatra se opasnim mjestom, jer je broj nesreća manji od broja navedenih u kriterijima. Ovdje treba naglasiti da su u radu obrađeni podaci za dvije kalendarske godine, ali s obzirom da se dogodio manji broj nesreća u odnosu na prva dva kriterija (4 i 5 u odnosu na 15 i 12) za očekivati je da neće doseći navedenu vrijednost. Lokacija na ŽC6253 (stacionaža 0+350) na kojoj su se dogodile dvije prometne nesreće potencijalno je opasno mjesto prema trećem kriteriju što bi trebalo provjeriti nakon dobivanja podataka za još jednu kalendarsku godinu.

## 5. ZAKLJUČAK

Sigurnost korisnika u cestovnoj prometnoj mreži je najvažniji zahtjev prometnog sustava. Budući da je osnovni pokazatelj sigurnosti u cestovnom prometu broj prometnih nesreća, kao i njihove posljedice, teži se ka tome da se broj nesreća smanji na što manji broj, a kao jedan od najučinkovitijih načina povećanja sigurnosti su identifikacija i sanacija mjesta s većim brojem prometnih nesreća.

Ulazni parametri za analiziranje su bila izvješća o prometnim nesrećama koje je prikupila Županijska uprava za ceste Split, a za obradu podataka su korišteni računalni programi QGIS i Microsoft Office Excel uz korištenje web GIS portala javnih cesta na stranicama Hrvatskih cesta. Podaci iz prethodnih godina pokazuju da su tri bitna čimbenika za sigurnost prometa: sudionik, vozilo i cesta. Prometna kultura svih čimbenika, a posebno vozača, u najkraćem roku može uvelike utjecati na smanjenje tragičnih posljedica. Promjena ponašanja vozača iziskuje najmanje financijskih sredstava u usporedbi s ostala dva čimbenika, a uvelike doprinosi povećanju sigurnosti u prometu.

Smatra se da su četiri glavne cestovne ubojice: brzina, alkohol, korištenje mobitela i nevezanje sigurnosnim pojasom. Iz tog razloga su kazne za ovakve prekršaje nešto veće nego u prijašnjim godinama, u financijskom smislu, a kod najtežih oblika je predviđena zatvorska kazna. [1]

Analiziranjem stanja na županijskim cestama Splitsko – dalmatinske županije zaključujemo da se najveći broj prometnih nesreća događa na ravnim dionicama te najčešće dolazi do sudara dvaju vozila, dok slijetanje izvan kolnika zauzima drugo mjesto. Udio prometnih nesreća na županijskim cestama unutar Splitsko-dalmatinske županije u odnosu na sve županijske ceste za 2019. godinu je 3,4%, dok se taj udio u 2020. godini povećao na 5,7%. Udio prometnih nesreća na županijskim cestama unutar Splitsko-dalmatinske županije u odnosu na sve prometne nesreće u Splitsko-dalmatinskoj županiji u 2019. godini iznosi 2%, a taj udio se u 2020. godini povećao na 2,2%.

Godina 2020. je bila specifična zbog epidemije te se broj nekih prekršaja smanjio, a nekih povećao. Podaci pokazuju da se u 2020. godini broj vozila – kilometara smanjio, no smanjio se i broj najtežih stradavanja i broja poginulih. Promatrajući 2019. i 2020. godinu dolazimo do zaključka da se stanje na cestama generalno poboljšalo, a odgovornim ponašanjem i poštivanjem zakona i propisa, broj prometnih nesreća bi trebao i u budućnosti padati.

## 6. LITERATURA

- [1] – Bilten o sigurnosti cestovnog prometa u 2020., dostupan na: [https://mup.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/bilteni/Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2020.pdf](https://mup.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/bilteni/Bilten_o_sigurnosti_cestovnog_prometa_2020.pdf)
- [2] – Pravilnik o tehničkim uvjetima za turističko vozilo, dostupan na: <https://www.zakon.hr/z/78/Zakon-o-sigurnosti-prometa-na-cestama>
- [3] – Šarić Ž.,: Metodologija za identifikaciju opasnih mjesta u cestovnoj prometnoj mreži, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2016.
- [4] - Cerovac, V.: Tehnika i sigurnost prometa, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2001.
- [5] – Cvitanić, D.: Ceste – radni materijali za predavanja, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, 2018.
- [6] – Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa, dostupan na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2001\\_12\\_110\\_1829.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2001_12_110_1829.html)
- [7] – Safety Handbook for Secondary Roads, Ripcord-Iserest Research Project, cofinanced by the European Commission, December 2007.
- [8] – Bilten o sigurnosti cestovnog prometa 2019., dostupan na: [https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2020/Pokazatelj%20javne%20sigurnosti/bilten\\_promet\\_2019.pdf](https://mup.gov.hr/UserDocsImages/statistika/2020/Pokazatelj%20javne%20sigurnosti/bilten_promet_2019.pdf) (lipanj, 2022.)
- [9] – Službene stranice grada Splita, dostupno na: <https://www.split.hr/> (lipanj, 2022.)
- [10] – Službene stranice Županijske uprave za ceste Split, dostupno na: <https://www.zuc-split.hr/> (lipanj, 2022.)

[11] – Službene stranice QGIS – a, dostupno na: <https://www.qgis.org/en/site/>

[12] – Geoportal javnih cesta RH, dostupan na: <https://geoportal.hrvatske-ceste.hr/gis>