

# Procjena ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija

---

**Ban, Juraj**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:528485>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-16**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**Juraj Ban**

**Procjena ugroženosti Zagrebačke županije od  
požara i eksplozija**

**Diplomski rad**

predan na ocjenu Geografskom odsjeku  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu  
radi stjecanja akademskog zvanja  
magistra geografije

**Zagreb  
2018.**

*Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija Geografija; smjer:  
Fizička geografija s geoekologijom, pri Geografskom odsjeku Prirodoslovno –matematičkog  
fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Danijela Orešića.*

**Procjena ugroženosti Zagrebačke županije od  
požara i eksplozija**

Juraj Ban

**Izvadak:** U radu su provedene prostorne i statističke analize s ciljem dobivanja procjene ugroženosti Zagrebačke županije temeljene na sposobnostima javnih vatrogasnih postrojbi i središnjih dobrovoljnih vatrogasnih društva u Zagrebačkoj županiji. Tijekom istraživačkog rada dobiven je prikaz procjene opasnosti od požara po općinama i gradovima korištenjem podataka o broju požara u vremenskom nizu od dvadeset godina, prikaz procjene izloženosti po općinama i gradovima korištenjem podataka o kritičnoj infrastrukturi te prikaz procjene otpornosti po općinama i gradovima na temelju zona pokrivanja vatrogasnih postrojbi unutar standardnog vremena za intervenciju. Naposljetku, procjena ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija dobivena je na temelju prethodno postavljene formule, odnosno:

$$\text{Ugroženost} = \text{Opasnost} * \text{Izloženost} / \text{Otpornost}$$

Rezultati istraživanja koji su dobiveni statističkim te prostornim analizama primjenom niza alata imaju višestruke koristi te mogu poslužiti kao osnova za buduća planiranja novih javnih vatrogasnih postrojbi te razvoj sustava vatrogastva s ciljem zaštite stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara.

61 stranica, 43 grafičkih priloga, 4 tablice, 23 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

**Ključne riječi:** Zagrebačka županija, procjena ugroženosti, požari, geografija ugroza

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Danijel Orešić

Povjerenstvo: izv. prof. dr. sc. Danijel Orešić, predsjednik  
izv. prof. dr. sc. Aleksandar Toskić  
prof. dr. sc. Dražen Njegač

Tema prihvaćena: 06.12.2016.

Rad prihvaćen: 08.02.2018.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geography

Master Thesis

### **Risk assessment of fires and explosions in the Zagreb County**

Juraj Ban

**Abstract:** This thesis includes spatial and statistical analysis with the intention to make risk assessment of the Zagreb County, based on professional fire brigades and central voluntary fire fighting units. During the research an assessment of fire hazard in municipalities and cities in Zagreb County was obtained using data on the number of fires in the time series of twenty years. The exposure in municipalities and cities was assessed using data on critical infrastructure and population of Zagreb County. The resistance in municipalities and towns based on zone coverage fire brigades within the standard time for intervention. Finally, Zagreb County risk assessment of fire and explosion was obtained based on pre-set formula:

$$\text{Risk assessment} = \text{hazard} * \text{exposure} / \text{resistance}$$

The research results obtained by statistical and spatial analysis through a range of tools have multiple uses and can serve as a basis for future planning of new public fire brigades and development of the fire service in order to protect the population, material and cultural goods.

61 pages, 43 figures, 4 tables, 23 references; original in Croatian

**Keywords:** Zagreb County, risk assessment, fires, geography of environmental risks and human security

Supervisor: Danijel Orešić, PhD, Associate Professor

Reviewers: Danijel Orešić, PhD, Associate Professor  
Aleksandar Toskić, PhD, Associate Professor  
Dražen Njegač, PhD, Full Professor

Thesis submitted: December 6th 2016.

Thesis accepted: February 8th 2018.

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia.

## *Zahvala*

*Zahvaljujem se Državnoj upravi za zaštitu i spašavanje, Sektoru za vatrogastvo što su mi pružili podršku pri izradu ovog rada te Odjelu za plansku, analitičku i GIS potporu na ustupljenim podacima i korištenju resursa Odjela za uspješnu izradu diplomskog rada. Posebno zahvaljujem gospodinu Andriji Antoloviću na korisnim savjetima i pomoći u prikupljanju za rad potrebnih i relevantnih podataka. Zahvaljujem se zamjeniku glavnog vatrogasnog zapovjednika Republike Hrvatske, gospodinu Željku Sutlaru na potpori i savjetima prilikom izrade rada. Također, zahvaljujem se svojoj obitelji na pruženoj potpori tijekom svih godina studiranja.*

*"Success comes in a lot of ways, but it doesn't come with money and it doesn't come with fame. It comes from having a meaning in your life, doing what you love and being passionate about what you do. That's having a life of success. When you have the ability to do what you love, love what you do and have the ability to impact people. That's having a life of success. That's what having a life of meaningis."-Tim Tebow*

# SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. Uvod.....   | 1  |
| 1. 1. Predmet, ciljevi i zadaci istraživanja.....                            | 2  |
| 1. 2. Metodologija istraživanja.....   | 3  |
| 1. 3. Pregled dosadašnjih istraživanja.....                                  | 5  |
| 2. Osnovna geografska obilježja Zagrebačke županije.....                     | 6  |
| 2. 1. Reljef.....  | 7  |
| 2. 2. Vode.....  | 8  |
| 2. 3. Klima.....   | 9  |
| 2. 4. Stanovništvo.....  | 11 |
| 2. 5. Zemljišni pokrov.....  | 12 |
| 3. Stanje sustava vatrogastva Zagrebačke županije.....                       | 14 |
| 3. 1. Povijesni razvoj vatrogastva na području Zagrebačke županije.....      | 14 |
| 3. 2. Stanje vatrogastva u Zagrebačkoj županiji.....                         | 15 |
| 3. 2. 1. Javne vatrogasne postrojbe na području Zagrebačke županije.....     | 15 |
| 3. 2. 2. Dobrovoljna vatrogasna društva na području Zagrebačke županije..... | 17 |
| 4. Višekriterijska analiza.....  | 20 |
| 4. 1. Analiza procjene opasnosti.....  | 23 |
| 4. 2. Analiza procjene izloženosti.....                                      | 30 |
| 4. 2. 1. Stanovništvo.....   | 31 |
| 4. 2. 2. Željezničke i cestovne prometnice.....                              | 32 |
| 4. 2. 3. Industrijska i energetska infrastruktura.....                       | 34 |
| 4. 2. 4. Javne djelatnosti.....  | 35 |
| 4. 2. 5. Zemljišni pokrov.....   | 38 |
| 4. 2. 6. Posebno osjetljiva infrastruktura.....                              | 40 |



|  |    |
|--|----|
| 4. 2. 7. Procjena izloženosti.....   | 42 |
| 4. 3. Analiza procjene otpornosti.....   | 45 |
| 4. 3. 1. Analiza dohvata unutar standardnog vremena za intervenciju.....           | 45 |
| 4. 3. 2. Rezultati analize dohvata unutar standardnog vremena za intervenciju..... | 52 |
| 4. 3. 3. Procjena otpornosti.....  | 53 |
| 5. Procjena ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija.....            | 56 |
| 5. 1. Procjena ugroženosti.....  | 56 |
| 6. Zaključak.....  | 59 |
| 7. Popis literature i izvora.....  | 60 |
| Popis priloga.....   | IX |

# 1. UVOD

Svjedoci smo da u posljednjih nekoliko godina na naš planet djeluju različite okolišne nepogode koje često uzrokuju značajne materijalne štete, ali i brojne ljudske žrtve. Okolišne nepogode mogu biti kratkotrajne sa vrlo razornim posljedicama, ali mogu biti i dugotrajne s puno većim posljedicama na okoliš (Šiljković, 1997). Požari su dio naše svakodnevnice, mogu biti izazvani na različite načine poput ljudske nepažnje, kvarom električnih instalacija, namjernim ili nekontroliranim paljenjem zemljišta te djelovanjem prirode kao što je udar munje.

Požar možemo definirati kao nekontrolirano gorenje gdje su potencijalno ugroženi ljudski životi te može nastati materijalna šteta (URL 1). Razvoj računalne tehnologije omogućio je upotrebu GIS-a u svrhu razvoja i planiranja protupožarne preventive. Korištenjem GIS alata u protupožarnoj preventivi možemo na vrlo efikasan način razvijati cjelokupan sustav vatrogastva. Razvoj planske dokumentacije jedinica lokalne samouprave važan je segment u zaštiti stanovništva od požara, kao što je na primjer, određivanje lokacija za osnivanje novih profesionalnih vatrogasnih postrojbi, ali i određivanje dobrovoljnih vatrogasnih društava u slabije nastanjenim područjima koja štite vlastitu lokalnu zajednicu, kako bi se što kvalitetnije opremila.

Razvoj sustava vatrogastva treba se temeljiti na prostornim analizama kao potpora u izradi planske dokumentacije. U tom pogledu, procjena ugroženosti od požara i eksplozija predstavlja početni korak u razvoju sustava zaštite stanovnika od požara. Stupanj ili razina ugroženosti ovisi o brojnim faktorima kao što je prostorni raspored stanovništva i kritične infrastrukture, snaga vatrogasne postrojbe i ostalo.

Svrha ovog diplomskog rada je prikazati način kojim se može na temelju prostornih podataka izraditi procjena ugroženosti od požara i eksplozija. Postupak izrade koji će biti prikazana u ovom diplomskom radu ima aplikativnu vrijednost te se predloženi model može razvijati kroz buduća istraživanja ove problematike.

## 1. 1. Predmet, ciljevi i zadaci istraživanja

Predmet istraživanja ovog diplomskog rada je na primjeru Zagrebačke županije prikazati postupak izrade procjene ugroženosti od požara i eksplozija za jedinice lokalne samouprave na temelju analize dostupnih podataka korištenjem GIS alata te Microsoft Office paketa.

Ciljevi i zadaci istraživanja su:

- 1.predložiti način obrade prostornih podataka za izradu procjene ugroženosti od požara i eksplozija za jedinice lokalne samouprave;
- 2.provesti prostorne i statističke analize podataka s ciljem određivanja procjene opasnosti, izloženosti i otpornosti;
- 3.vrednovati dobivene rezultate procjene opasnosti, izloženosti i otpornosti te odrediti stupanj ugroženosti;
4. doprinijeti boljem odlučivanju čelnika jedinica lokalnih samouprava prilikom određivanja novih profesionalnih vatrogasnih postrojbi ili kvalitetnijem opremanju dobrovoljnih vatrogasnih društava, s ciljem zaštite što većeg broja stanovnika te materijalnih dobara.

Ovaj diplomski rad, kroz predloženi model, dati će smjernice za izradu procjene ugroženosti od požara i eksplozija jedinica lokalnih i područnih (regionalnih) samouprava. Provedenom analizom na primjeru Zagrebačke županije prepoznat će se prostori u kojima je potreban intervencija lokalne vlasti u svrhu kvalitetnijeg planiranja mjera zaštite od požara. Budući da do sada nije osmišljena cjelovita metodologija izrade procjene ugroženosti od požara i eksplozija, za jedinice lokalne samouprave, rezultati istraživanja biti će osnova ali i model-primjer kako se može odrediti stupanj ugroženosti drugih županija u Republici Hrvatskoj.

## 1. 2. Metodologija istraživanja

U ovom diplomskom radu korištena je relevantna znanstvena i stručna literatura koja se bavi određivanjem procjene ugroženosti, analizom prostornih podataka te analizom požara. Budući da je predmet istraživanja ovog rada izrada procjene ugroženosti, potrebno je odrediti formulu prema kojoj će se dobiti sama ugroženost.

Europska komisija 2010. godine je preuzela smjernice o metodama izrade procjena ugroženosti i zemljovida ugroženosti od prirodnih i tehnoloških katastrofa (European Commission, 2010). U danim smjernicama ugroženost se definira kao funkcija za vjerojatnost izbijanja opasnosti, izloženosti (ukupna vrijednost svih rizičnih elemenata) i ranjivosti (specifična posljedica izloženosti). Dilley i suradnici u radu „*Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*“ (2005), definirali su ugroženost kao kombinaciju opasnosti, izloženosti i ranjivosti, čija je veza u formuli:

$$\text{Ugroženost} = \text{Opasnost} \times \text{Izloženost} \times \text{Ranjivost}$$

Vrlo često se za procjenu ranjivosti koristi Prevalnet Vulnerability Indeks (PVI) koji sadrži tri seta pokazatelja; izloženost i fizičku osjetljivost, socio-ekonomsku krhkost te društvenu otpornost (Cardona, 2005). Budući da se navedeni setovi pokazatelja ne vode u Republici Hrvatskoj, potrebno je bilo uzeti druge parametre. Stoga, za potrebu ovog diplomskog rada, pomoću GIS alata dobiveni su podaci o broju stanovnika i površini koja je pokrivena vatrogasnim postrojbama. Kako dobiveni podaci prikazuju kapacitete sustava zaštite građana, umjesto ranjivosti uvedena je otpornost, čija je veza u formuli:

$$\text{Ranjivost} = 1/\text{Otpornost}$$

Stoga, konačna formula po kojoj je dobivena procjena ugroženosti od požara i eksplozija pojedinog grada i općine ima oblik:

$$\text{Ugroženost} = \text{Opasnost} \times \text{Izloženost} / \text{Otpornost}$$

Nadalje, za analizu podataka o broju i vrsti požara korištena su policijska izvješća o požarnim intervencijama iz baze podataka Ministarstva unutarnjih poslova koja je ustupljena na korištenje Državnoj upravi za zaštitu i spašavanje. Za provedbu analize korišten je *Microsoft Access*. Podaci o broju stanovnika, kritičnoj infrastrukturi, mreži cesta i lokacijama Javnih vatrogasnih postrojbi te Središnjih dobrovoljnih vatrogasnih društva dobiveni su od Državne uprave za zaštitu i spašavanje. Analiza podataka o stanovništvu i kritičnoj infrastrukturi izrađena je u *Microsoft Excelu*. Za obradu i analizu ostalih podataka, kao i za kartografsku vizualizaciju svih dobivenih rezultata, korišten je programski paket *ArcGIS Info*, verzije 10.3.1., tvrtke ESRI. U diplomskom radu su korištene kartografske podloge izrađene u poprečnoj Mercatorovoj projekciji te prema referentnom koordinatnom sustavu HTRS96<sup>1</sup>.

Analiza povijesnih podataka o broju i vrsti požara napravljena je u *Microsoft Accessu*, s obzirom da za svaku promatranu godinu postoji velik broj zabilježenih požara. U *Microsoft Accessu* transferirani su izvorni podaci o zabilježenim požarnim intervencijama koji su bili pohranjeni u txt. formatu. U *Microsoft Excelu* izrađene su tablice za kvantitativnu analizu podataka o kritičnoj infrastrukturi i stanovništvu, a podaci su korišteni iz baze podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje. Analiza vremenskog dohvata vatrogasnih postrojbi unutar standardnog vremena za intervenciju napravljena je u GIS-u korištenjem alata *ArcCatalog*, *ArcToolbox* i *ArcMap*. U *ArcCatalogu* je kreirana baza podataka, *ArcToolbox* je korišten za prostornu analizu, dok su u *ArcMapu* podaci obrađivani i vizualizirani. Za konačno vrednovanje dobivenih rezultata analize korištena je težina i indeks razvrstanih u pet razreda. Težina je postavljena kao brojčana vrijednost kako bi se mogao izračunati odnosno dobiti indeks.

---

<sup>1</sup> Hrvatski terestrički koordinatni sustav za epohu 1995.55

### 1. 3. Pregled dosadašnjih istraživanja

Pretragom i analizom relevantne znanstvene i stručne literature ustanovljeno je da u Republici Hrvatskoj postoje radovi iz raznih struka koji se u svom sadržaju bave tematikom požara. Jedna od čestih tema, ali i uvijek aktualna, je utjecaj šumskih požara na ekosustav. Također, postoje radovi u kojima se analizira tijek različitih požara, te radovi koji se bave temama primjene raznih metoda gašenja požara.

Pregledom geografske literature ustanovljeno je da postoji vrlo mali broj objavljenih i dostupnih radova koji se bave prostornim analizama korištenjem GIS alata u cilju što bolje zaštite stanovništva i materijalnih dobara od požara. U posljednjih nekoliko godina i u Hrvatskoj se počelo s istraživanjima, odnosno korištenjem GIS alata u svrhu požarne preventive. Treba spomenuti rad Antonije Netolicki i suradnika pod naslovom „*Višekriterijska analiza rizika od požara u Splitsko-dalmatinskoj županiji*“ (2012.), u kojoj je izrađena procjena ugroženosti od požara na temelju nekoliko čimbenika kao što je klima, reljef, vegetacija te antropogeni čimbenici. Nadalje, valja istaknuti i rad Doroteje Držaić i suradnika pod naslovom „*Određivanje mjesta sezonske dislokacije vatrogasnih postrojbi u Šibensko-kninskoj županiji-analiza u GIS-u*“ (2014.), u kojemu je na primjeru Šibensko-kninske županije predložen model za odabir novih lokacija za sezonske dislokacije vatrogasnih postrojbi, temeljem analize prostornog uzorka požara i analize mreže cesta.

## 2. OSNOVNA GEOGRAFSKA OBILJEŽJA ZAGREBAČKE ŽUPANIJE

Položaj Zagrebačke županije u središnjem dijelu sjeverozapadne Hrvatske omogućio je njezin snažan razvoj, s obzirom da je na kontaktu velikih prirodno-geografskih regija. Njezin prstenasti izgled koji okružuje Grad Zagreb uvjetovao je povezanost i razvoj Zagrebačke županije kroz povijest sa glavni gradom.



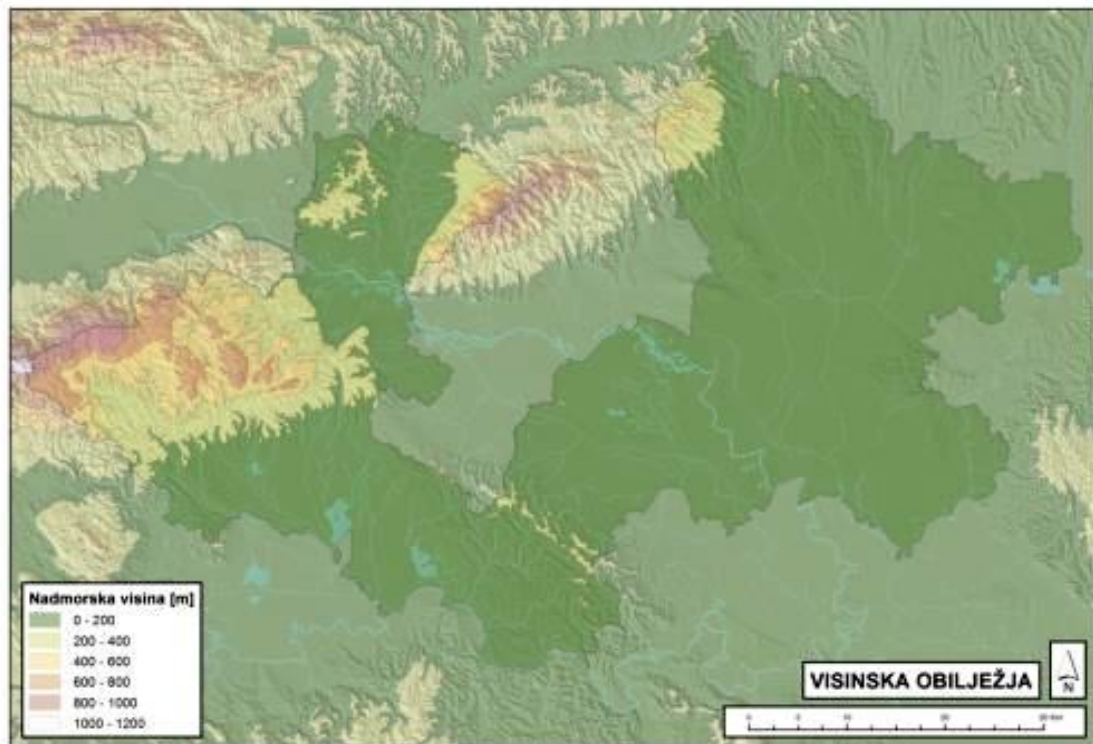
Slika 1.: Administrativno-teritorijalni ustroj Zagrebačke županije

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Zagrebačka županija površinom od 3061,69 km<sup>2</sup> jedna je od prostorno većih županija u Republici Hrvatskoj (URL 2). Prema administrativno-teritorijalnom ustroju, županija ima devet upravnih gradova (Dugo Selo, Ivanić-Grad, Jastrebarsko, Samobor, Sveta Nedjelja, Sveti Ivan Zelina, Velika Gorica, Vrbovec i Zaprešić) i 25 općina (Bedenica, Bistra, Brckovljani, Brdovec, Dubrava, Dubravica, Farkaševac, Gradec, Jakovlje, Klinča Sela, Kloštar Ivanić, Krašić, Kravarsko, Križ, Luka, Marija Gorica, Orle, Pisarovina, Pokupsko, Preseka, Pušća, Rakovec, Rugvica, Stupnik i Žumberak) (Slika 1.), što sve zajedno čini 697 naselja. Sjedište županije je u Gradu Zagrebu i kao takva jedina je čije je sjedište izvan svog teritorija (URL 2).

## 2. 1. Reljef

Zagrebačka županija dio je peripanonskog prostora, odnosno nekoliko različitih cjelina zapadnog hrvatskog međuriječja. Ovaj prostor ima karakteristike heterogenosti reljefne strukture, gdje su zastupljeni različiti tipovi struktura gorskog reljefa, pobrđa i zavale (Magaš, 2013) (Slika 2.).



Slika 2.: Visinska obilježja Zagrebačke županije

Izvor: Županijska razvojna strategija do 2020. godine

Na zapadu županije nalazi se gorski masiv Žumberka s najvišim vrhom županije Sv. Gerom (1178 m n.v.). Ovaj prostor od davnina je naseljen, a naselja su smještena i čak do 600 m n.v. Žumberačko prigorje karakterizira ispresječeni tokovi sa Žumberačke gore, što je utjecalo na oblikovanje rebraste geomorfološke raščlanjenosti prigorja. Rubovi tih prostora upravo su postali glavna demografsko-gospodarska okosnica razvoja naselja. Zavala Crne mlake nalazi se na jugozapadnom dijelu županije, a karakterizira je velika neotektonski spuštenu zonu koja se zamočvaruje te se stvara močvarna crnica. Uz južne granice županije prevladavaju brežuljci i pobrđa Vukomeričkih gorica. Između rijeke Save i Vukomeričkih gorica nalazi se ravničarska zona Turopolja prostora s prosječnom visinom od 110 m n.v., a u nekim dijelovima postoje močvarne šumske zone. Sjeverozapadni dio županije karakterizira



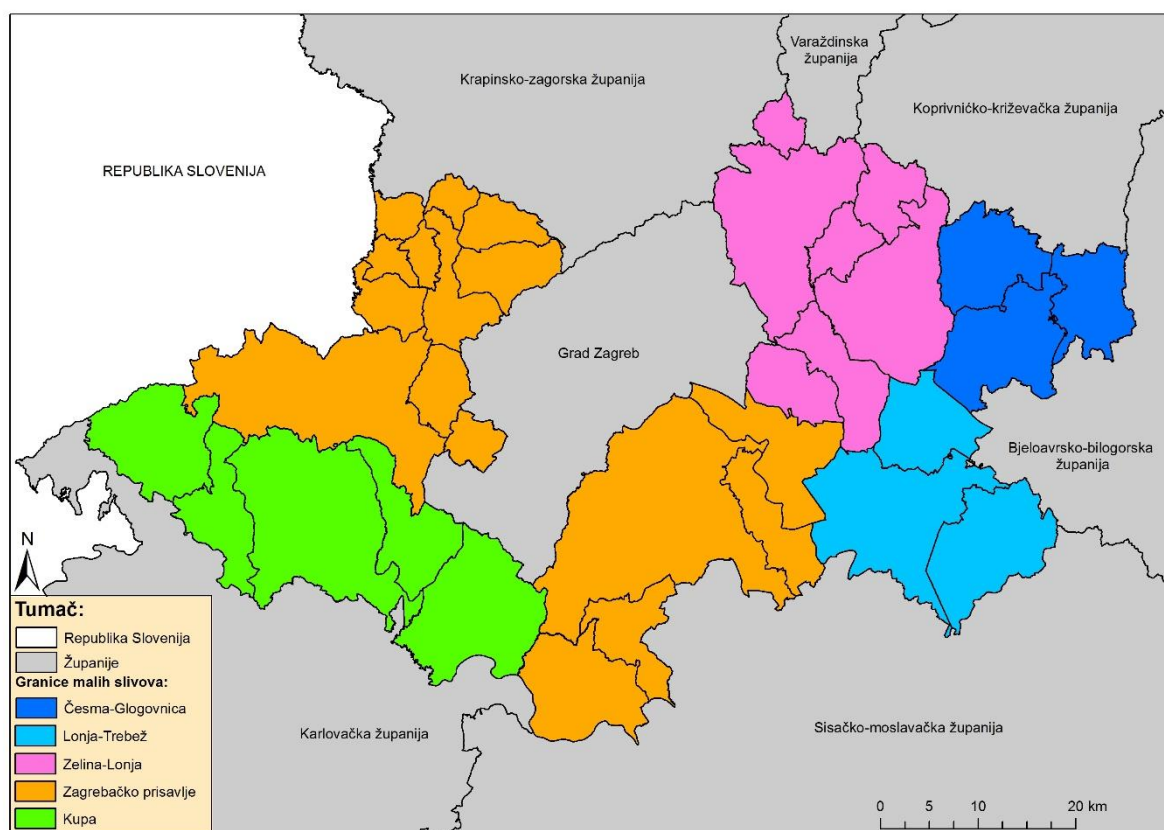
brežuljkasti prostor te obuhvaća dio gore Medvednica. Istok županije dio je masiva Moslavačke gore, odnosno zapadno moslavačkog kraja. Na južnom dijelu nalazi se gornjosavska (Lonjska) naplavna zavala koja djelomično na svom sjevernom dijelu ulazi u Zagrebačku županiju. Područje Ivanić-Grada i Križa razvilo se je na tercijarno-kvartarnom prigorju prisojne moslavačke zone (Magaš, 2013).

Reljef na prostoru Zagrebačke županije je većinom uravnjen i osim u području Žumberka ne predstavlja značajan element u ograničavanju dostupnosti ljudstva, tehnike i opreme do požarišta.

## **2. 2. Vode**

Tekućice na prostoru Zagrebačke županije pripadaju vodnom području rijeke Dunav, odnosno u potpunosti porječju rijeke Save koja obuhvaća donje dijelove porječja nekoliko savskih pritoka. (Slika 3.)

Uz brojne rječice i potoke te dominantnu rijeku Savu, najznačajnije vodotoci jesu rijeke Sutla, Krapina i Lonja (s pritocima Česme i Črneca) s lijeve strane obale Save. S desne strane obale Save najznačajniji vodotoci jesu Bregana, Gradna i Rakovica. U južnom dijelu savske aluvijalne ravnice jednim dijelom vodotoci se ulijevaju u rijeku Odru te potom u rijeku Kupu. Uz tekućice, na prostoru županije nalaze se i brojne stajačice, odnosno jezera koja su prirodnog postanka poput Crne mlake te umjetnog postanka kao što su brojna jezera nastala eksploatacijom mineralnih sirovina, prvenstveno šljunka. Za vodoopskrbu stanovništva najvažniji su nizinski dijelovi savske ravnice gdje se nalaze i najveće količine površinske i podzemne vode te su u tom dijelu koncentrirana najznačajnija vodocrpilišta (URL 3).



Slika 3.: Prevladavajuća slivna područja u pojedinim upravno-teritorijalnim jedinicama Zagrebačke županije

Izvor: *Županijska razvojna strategija Zagrebačke županije do 2020. godine*

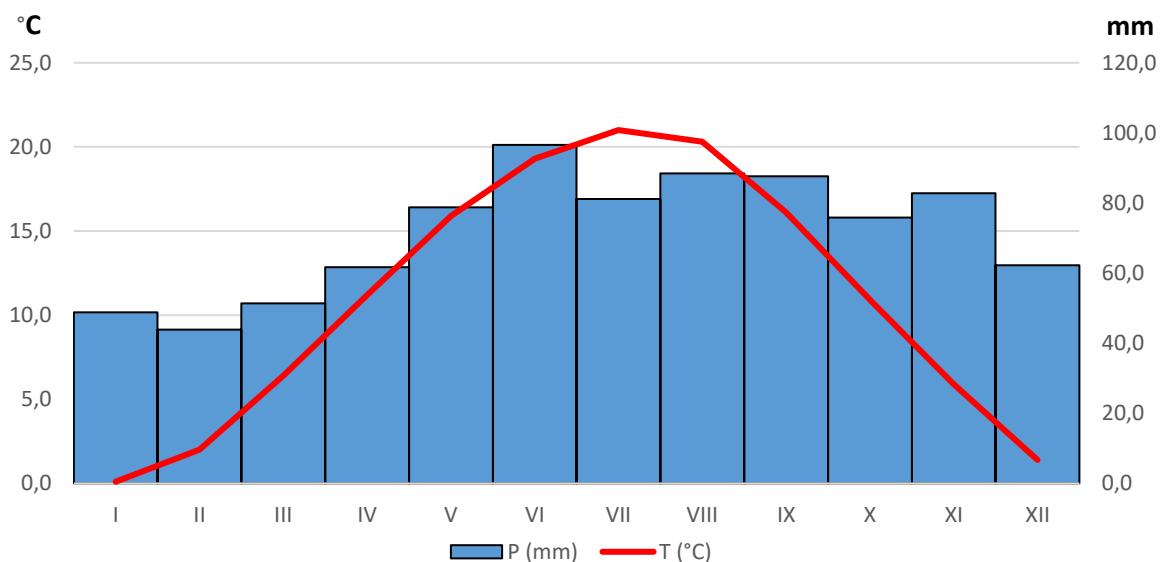
Prirodna crpilišta vode (otvorene tekućice i jezera) pogodne su za dobavu vode u akcijama gašenja požara. Gledajući kroz povijest takav način dobave vode koristio se je sve do izgradnje modernijih sustava odnosno hidrantske mreže. Nerijetko, danas se još uvijek koristi dobava vode iz otvorenih izvora ukoliko je to moguće izvesti u samom tijeku akcije gašenja požara te ukoliko su potrebne velike količine vode. Problem za ovakvo korištenje vode predstavljaju prilazi otvorenim izvorima za vatrogasna vozila, koja se uglavnom ne održavaju te ne postoji interes za ovim načinom korištenja vode u slučajevima velikih požara.

## 2. 3. Klima

Prema Köppenovoj klasifikaciji klima područje Zagrebačke županije nalazi se u pojasu umjereno vlažne klime s ravnomjernom raspodjelom padalina tijekom godine. S obzirom na srednju srpanjsku temperaturu prostor županije nalazi se u umjereno toploj i vlažnoj klimi sa toplim ljetom (*Cfb*) (Šegota, 1996.). Prema srednjim mjesečnim vrijednostima padalina i temperature u razdoblju od 1949. do 2016. godine na prostoru Zagrebačke županije padaline su

raspoređene tijekom čitave godine. Najveća količina padalina je tijekom kasnog proljeća i ljeta, dok je najmanje padalina u zimskom razdoblju. Srednja mjesečna temperatura srpnja iznosi 21 °C, a tijekom čitavog ljeta je iznad 15 °C, dok je najniža srednja mjesečna temperatura u siječnju te iznosi 0,1 °C, a tijekom zime ne prelazi 6,5 °C (Slika 4.).

Nastanak i širenje požara ovisi i o relativnoj vlažnosti zraka odnosno o količini vlage gorivog materijala te vlažnosti staništa. Ako je gorivi materijal suh brže će gorjeti te će se brže postići vrlo visoke temperature, ako je zrak suh lakše će upijati oslobađajuću vodenu paru iz gorivog materijala te tla na kojem se odvija proces gorenja (Netolicki, 2012.).



Slika 4.: Srednje mjesečne vrijednosti temperature i padalina u razdoblju od 1949.-2016. za postaju Zagreb-Maksimir

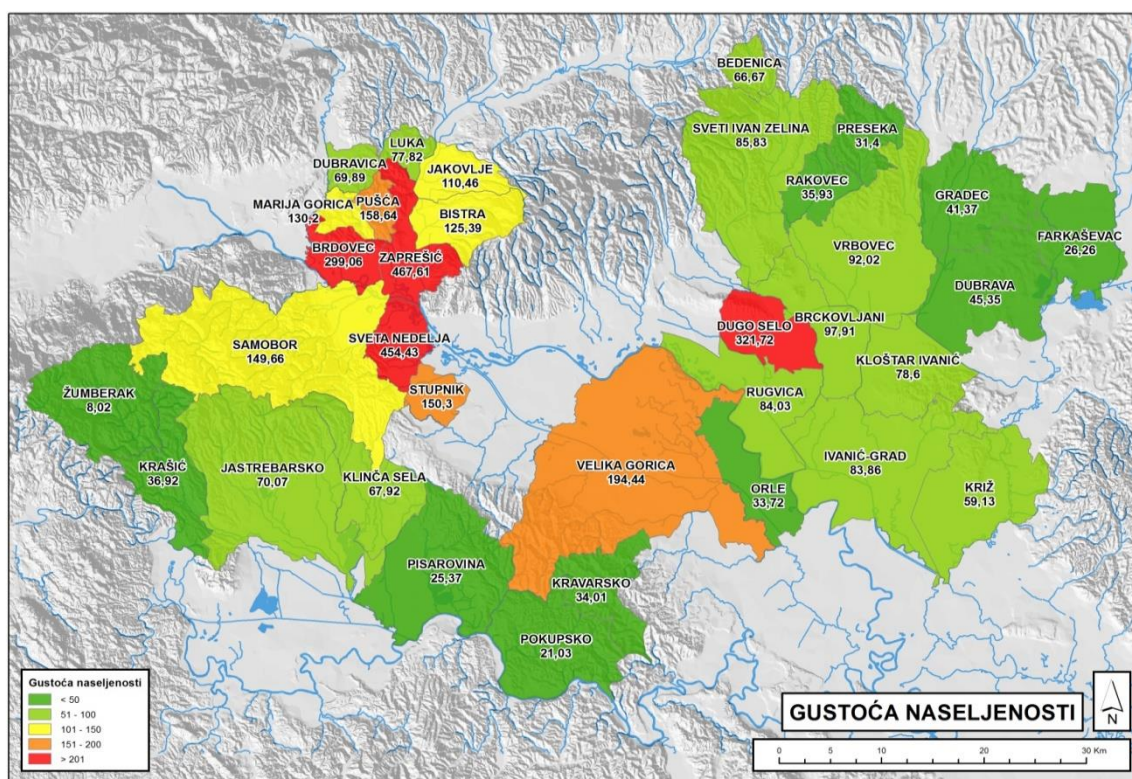
Izvor: [http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak&Grad=zagreb\\_maksimir](http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak&Grad=zagreb_maksimir), 05.01.2018.

Klimatski čimbenici nemaju značajan utjecaj na pojavu požara u Zagrebačkoj županiji, no određene vremenske prilike mogu biti važne na nastanak i širenje požara, posebno na one otvorenog prostora. Vremenske prilike posebnu važnost imaju tijekom ljeta kada postoji veća opasnost od požara otvorenih prostora. Meteorološki parametri koji su bitni za izbijanje i širenje požara jesu temperatura, relativna vlažnost zraka, brzina vjetera te oborine. Navedeni parametri koriste se za izračunavanje meteorološkog indeksa opasnosti od požara (URL 4).

## 2. 4. Stanovništvo

Zagrebačka županija prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine ima ukupno 317606 žitelja te je jedna od najvećih županija po broju stanovnika, a u odnosu na prethodni popis došlo je i do porasta stanovništva. Od jedinica lokalne samouprave najveći broj stanovnika ima Grad Velika Gorica (63517), a zatim slijede gradovi Samobor i Zaprešić. Od općina najveći broj stanovnika ima Brdovec, zatim općine Rugvica i Križ, dok najmanje stanovnika ima općina Žumberak (URL 3).

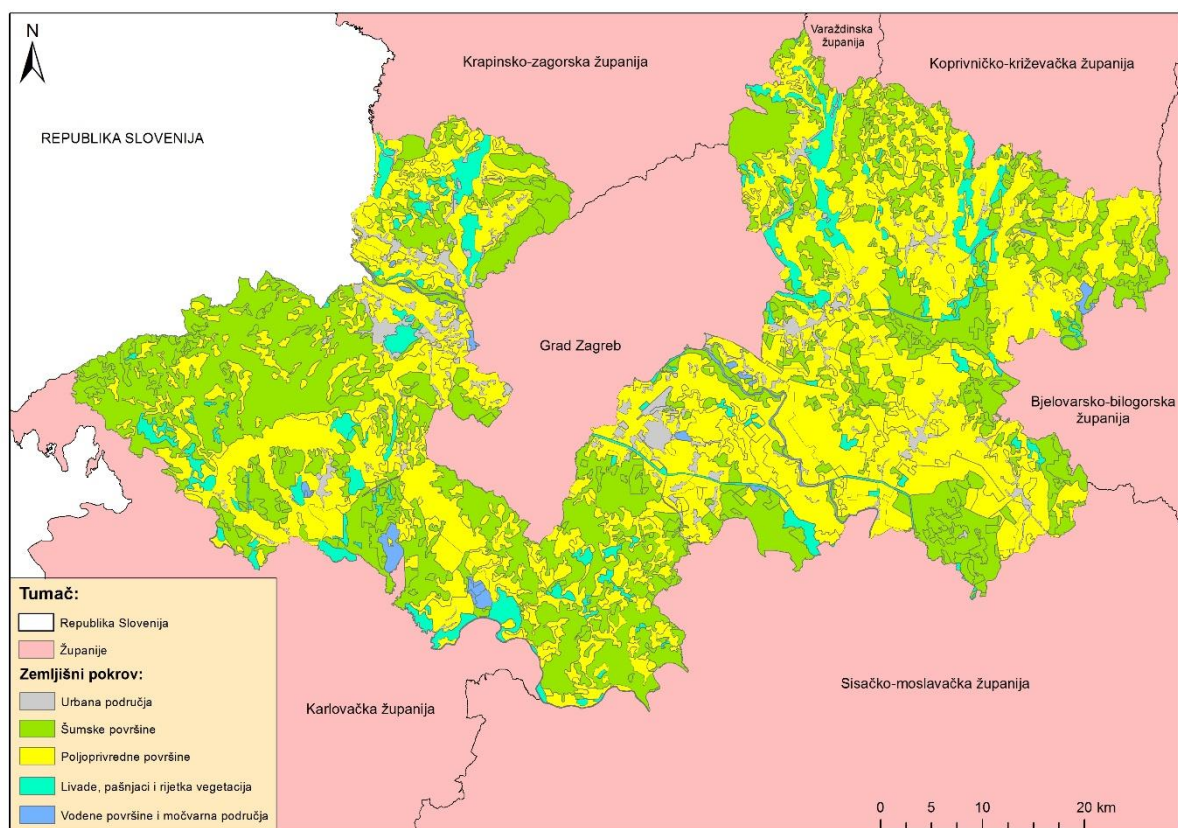
Gustoća naseljenosti iznosi 103,74 stan/km<sup>2</sup> te je među vodećim županijama, ali i znatno iznad prosjeka za Republiku Hrvatsku (75,7 stan/km<sup>2</sup>). Međutim, područje županije izrazito je nejednako naseljeno (Slika 5.). Najvećim djelom su to područja odnosno općine koje su na rubnom djelu županije i najudaljenija od Grada Zagreba. Najrjeđe naseljena općina je Žumberak sa svega 8 st./km<sup>2</sup>, zatim su tu općine Pokupsko, Farkaševac i Pisarovina sa nešto više od 20 st./km<sup>2</sup>. S druge strane, gradovi koji čine aglomeracijsko područje Grada Zagreba vrlo su gusto naseljeni, primjerice Grad Zaprešić sa 467 st./km<sup>2</sup> (URL 3).



Slika 5.: Gustoća naseljenosti Zagrebačke županije  
Izvor: Strategija Zagrebačke županije do 2020. Godine

## 2. 5. Zemljišni pokrov

Heterogenost reljefa, bogatstvo vode uz utjecaj čovjeka stvorili su uvjete gdje prostor Zagrebačke županije karakterizira velika krajobrazna raznolikost. Prostor Medvednice bogato je očuvanim kompleksima šume hrasta kitnjaka, smreke, bukve, jele i kestena, dok antropogeni utjecaj nije ostavio značajan trag. Žumberačko i Samoborsko gorje karakteriziraju velike pejzažne razlike koje su rezultat dugotrajnog antropogenog utjecaja. Budući da su se razvila naselja visoko u gorju stvoreni su brdski proplanci u kombinaciji sam šumovitim prostorima. U nižim područjima iskorištavali su se osunčani brežuljci za uzgoj vinove loze te je taj prostor jedan od najprepoznatijih vinogradarskih krajobraza Republike Hrvatske. Prostorom južnog Zagorja dominiraju relativno strmi brežuljci prekriveni šumskim pokrovom te poljoprivredne površine. Prostor Zelinskog prigorja karakterističan je po prepoznatljivim mozaikom šuma, brdskih livada, vinograda. Nizinski prostor Save i Kupe u velikom je dijelu izmijenjen djelovanjem čovjeka, stoga, krajobrazom se izmjenjuju naselja, poljoprivredne i šumske površine te livade (Slika 6.) (Zagrebačka županija, 2003).



Slika 6.: Prevladavajući zemljišni pokrov u Zagrebačkoj županiji

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje; Corine Land Cover, 2012.

Požari imaju vrlo visok utjecaj na krajobraznu raznolikost, posebno na biološka, ekološka te fizionomska obilježja. Najvećim dijelom to se odnosi na područja u kojem je krajobrazna raznolikost u funkciji turizma, jer požari uvelike mogu umanjiti vrijednost takvih prostora. Također, požari imaju i utjecaj na stradavanje šumskih kompleksa umanjujući njihovu biološku i ekološku funkciju. Nadalje, požari mogu imati i utjecaj na vegetaciju, eroziju i sastav tla, kroz promjene u sadržaju organske tvari, sadržaju soli te mineralnog dušika (Rosavec, 2012).

### **3. STANJE SUSTAVA VATROGASTVA ZAGREBAČKE ŽUPANIJE**

Sustav vatrogastva u Republici Hrvatskoj organiziran je na način da jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave imaju obvezu i dužnost skrbiti o zaštiti građana, odnosno brinuti o organiziranosti vatrogasne službe na svojem prostoru, što znači da su osnivači profesionalnih vatrogasnih postrojbi. Državna uprava za zaštitu i spašavanje kao nadležna institucija za poslove vatrogastva, u svom djelokrugu rada prati stanje organiziranosti i operativne spremnosti vatrogastva te poduzima mjere i radnje vezane za poboljšanje ustroja i učinkovitosti vatrogastva (URL 5). Vatrogasne postrojbe kao dio sustava vatrogastva u smislu zaštite građana jesu i dobrovoljna vatrogasna društva koja se osnivaju kao udruge građana sukladno Zakonu o udrugama i Zakonu o vatrogastvu.

#### **3. 1. Povijesni razvoj vatrogastva na području Zagrebačke županije**

Obrana od požara i razvoj vatrogastva na tlu Republike Hrvatske moglo bi se reći da je staro koliko i svijest o opasnostima koje može prouzročiti požar. Kako bi se stanovnici zaštitili od vatrenih stihija koje su u povijesti opustošile i čitave gradove, započela je organizirana zaštita od požara. Tijekom srednjovjekovnog razdoblja brojni europski vladari donijeli su propise o sprječavanju i zaštiti od požara koji su se odnosili na građevine, a nakon toga počele su se formirati profesionalne vatrogasne postrojbe sa stalnim dežurstvom. Samobor već u prvoj polovici 18. st. donosi propis koji je bio u obliku naredbe vezan uz sprečavanje požara i skrbi o vatri te je zatim toga nekoliko puta bio nadopunjen. Jedno od najstarijih vatrogasnih društava s područja današnje županije je Velika Gorica osnovana daleke 1876. godine. Nakon što je osnovana Hrvatsko-slavonska vatrogasna zajednica, a u težnji da se dostigne europska razina vatrogastva, započelo je stručno osposobljavanje vatrogasaca. Upravo u Jastrebarskom održan je jedan od prvih tečaja za vatrogasca, davne 1900. godine. Godine 1919. pokrenuta je inicijativa o udruživanju vatrogasnih društava iz velikogoričke okolice te su se u Velikoj Gorici sastali izaslanici okolnih vatrogasnih društava. Nedugo zatim osnovane su prve vatrogasne župe, među ostalim i Jastrebarsko, Samobor, Sveti Ivan Zelina te Velika Gorica što je početak organiziranog ustroja vatrogastva lokalnih zajednica. Kako je vrijeme odmicalo osnovana su nova vatrogasna društva, mijenjale su se vlasti te time i organizacijski ustroj vatrogastva. Početak Domovinskog rata za brojna društva značio je pitanje opstanka kako članstva tako i opreme i objekata (Novak, 2016).

### 3. 2. Stanje vatrogastva u Zagrebačkoj županiji

Vatrogastvo na području Zagrebačke županije je organizirano kroz profesionalne vatrogasne postrojbe te dobrovoljna vatrogasna društva. Uz njih, na području županije djeluju vatrogasne postrojbe u gospodarstvu, međutim one ne djeluju u svrhu zaštite građana. Krovno udruženje vatrogasaca na razini županije je Vatrogasna zajednica Zagrebačke županije, gdje su unutar nje udružene vatrogasne zajednice gradova/općina te samostalna dobrovoljna vatrogasna društva. Profesionalne vatrogasne postrojbe osnovane su u Zaprešiću, Samoboru, Velikoj Gorici te Ivanić Gradu te uz njih još djeluju dobrovoljna vatrogasna društava (URL 6).

#### 3. 2. 1. Javne vatrogasne postrojbe na području Zagrebačke županije

Javne vatrogasne postrojbe (JVP) djeluju kao javna služba u svrhu zaštite građana od požara i drugih potencijalno opasnih događaja. Njihovi osnivači su jedinice lokalne odnosno područne samouprave te imaju propisano područje odgovornosti, koje je najčešće obuhvaća granice jedinice lokalne samouprave koja ih osniva. Jave vatrogasne postrojbe osnivaju se sukladno Planovima i Procjenama od požara za jedinicu lokalne odnosno područne samouprave, gdje se na temelju toga definira potreban broj profesionalnih vatrogasaca i oprema. U Zagrebačkoj županiji osnovane su četiri Javne vatrogasne postrojbe i to u tri najveća grada Velikoj Gorici, Samoboru i Zaprešiću te u Ivanić Gradu. Temeljem sklopljenih ugovora JVP Zaprešić obavlja vatrogasne intervencije i na području općine Pušća, dok JVP Ivanić-Grad obavlja intervencije na području općina Kloštar Ivanić te Križ.

Tab. 1: Podaci o Javnim vatrogasnim postrojbama

| JVP           | Grad/Općina    | Površina Grada/Općine (km <sup>2</sup> ) | Površina pokrivanja (km <sup>2</sup> ) | Broj stanovnika | Pokrivanje stanovnika | Zaposlenih vatrogasaca | Broj vatrogasaca na 1.000 stanovnika |
|---------------|----------------|--|--|-----------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Zaprešić      | Zaprešić       | 53,94                                    | 49,95                                  | 25155           | 24822                 | 25                     | 0,90                                 |
|               | Pušća          | 17,02                                    | 16,63                                  | 2622            | 2603                  |                        |                                      |
| Samobor       | Samobor        | 251,73                                   | 124,5                                  | 37097           | 35123                 | 22                     | 0,59                                 |
| Velika Gorica | Velika Gorica  | 326,67                                   | 212,36                                 | 63023           | 60453                 | 43                     | 0,68                                 |
| Ivanić-Grad   | Ivanić-Grad    | 173,48                                   | 128,03                                 | 14253           | 14046                 | 30                     | 1,11                                 |
|               | Kloštar Ivanić | 77,49                                    | 43,32                                  | 6039            | 5725                  |                        |                                      |
|               | Križ           | 117,76                                   | 23,26                                  | 6829            | 1453                  |                        |                                      |
| UKUPNO:       |                | 1018,09                                  | 598,05                                 | 155018          | 144225                | 120                    | 0,38*                                |

Izvor: Rezultati analize procjene otpornosti, Javne vatrogasne postrojbe

\*Broj vatrogasaca na 1.000 stanovnika dobiven je na temelju ukupnog broj zaposlenih vatrogasaca i broja stanovnika Zagrebačke županije



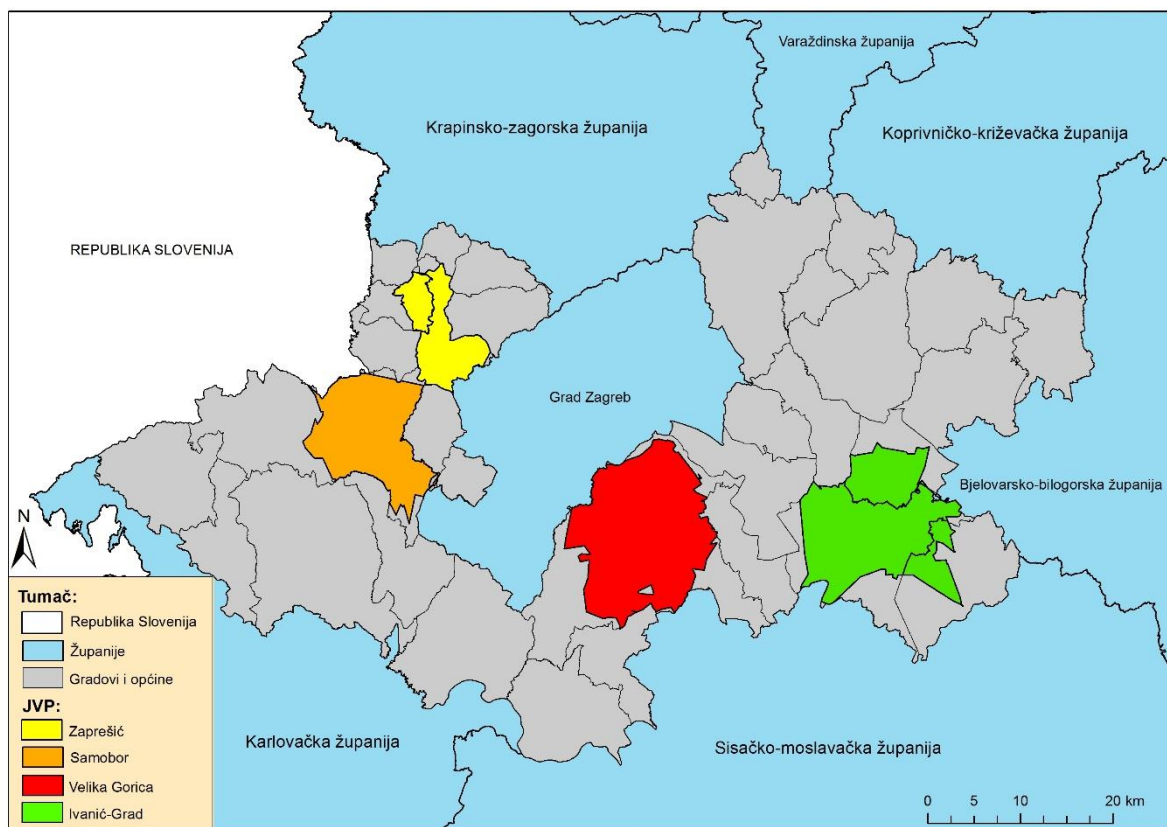
U četiri Javne vatrogasne postrojbe zaposleno je ukupno 120 profesionalnih vatrogasaca, što iznosi 0,38 profesionalnih vatrogasaca na 1000 stanovnika Zagrebačke županije. Pogledamo li broj profesionalnih vatrogasaca po gradovima/općinama u kojima djeluju, najveći broj profesionalnih vatrogasaca na 1000 stanovnika ima JVP Ivanić-Grad (1,11), zatim slijedi JVP Zaprešić (0,90), JVP Velika Gorica (0,68) te JVP Samobor (0,59). Usporedimo li to sa drugim profesionalnim postrojbama, npr. JVP Grada Zagreba gdje je 0,36 profesionalnih vatrogasaca na tisuću stanovnika (URL 7) ili Gasilska brigada Ljubljana sa 0,44 profesionalna vatrogasca na tisuću stanovnika (URL 8), sve četiri profesionalne postrojbe imaju veći broj vatrogasaca na 1000 stanovnika u odnosu na glavne gradove Republike Hrvatske i Republike Slovenije.

Od ukupnog broja stanovnika Zagrebačke županije unutar standardnog vremena za intervenciju od 15 minuta, javne vatrogasne postrojbe pokrivaju 144225 stanovnika odnosno oko 45%. Ovakav rezultat pokrivanja stanovništva javnim vatrogasnim postrojbama leži u činjenici da djeluju u jedinicama lokalne samouprave gdje je ukupno naseljeno manje od polovice stanovništva županije. Promatramo li pokrivenost stanovništva u jedinicama lokalne samouprave u kojima su osnovane javne vatrogasne postrojbe zajedno sa onim općinama koje pokrivaju izvan područja odgovornosti, broj pokrivenih stanovnika iznosi oko 95%<sup>2</sup>, što zapravo sugerira da su javne vatrogasne postrojbe smještene na dobroj lokaciji, u odnosu na prostorni raspored stanovništva.

Površinu koju pokrivaju javne vatrogasne postrojbe unutar standardnog vremena za intervenciju od 15 minuta iznosi nešto manje od 600 km<sup>2</sup>, što iznosi svega 19,5 % ukupne površine županije (Slika 7.). Pogledamo li pokrivenost površine po jedinicama lokalne samouprave u kojoj su osnovane, JVP Samobor pokriva manje od polovice površine Grada Samobora. Nešto lošije stanje je i na području Velike Gorice gdje javna vatrogasna postrojba pokriva oko 1/3 površine Grada. JVP Zaprešić osim što pokriva gotovo cjelokupnu površinu Grada Zaprešića, također pokriva gotovo cjelokupnu površinu općine Pušća. JVP Ivanić Grad u velikom dijelu pokriva površinu Ivanić-Grada, dok općine Kloštar Ivanić te Križ ne uspijeva pokriti u cijelosti, odnosno pokriva ih u vrlo malom postotku.

---

<sup>2</sup> Ukupan broj stanovnika u gradovima i općinama gdje Javne vatrogasne postrojbe djeluju iznosi 155018 (Tablica 1).

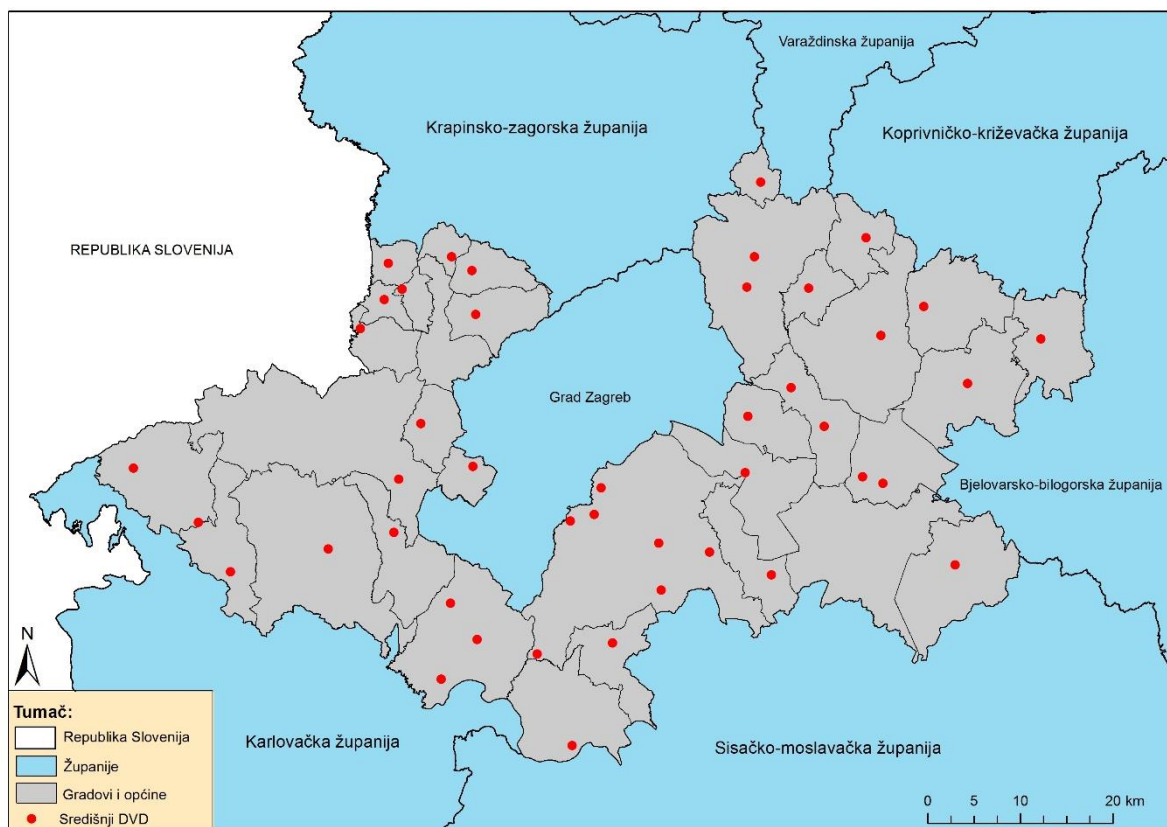


Slika 7.: Površina gradova i općina Zagrebačke županije koja je pokrivena JVP-om unutar 15 minuta

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

### 3. 2. 2. Dobrovoljna vatrogasna društva na području Zagrebačke županije

Temeljem Plana zaštite od požara općine, grada i županije utvrđuju se zadaće i područje djelovanja dobrovoljnih vatrogasnih društava te se uz to posebno definiraju zadaće i područje odgovornosti onih dobrovoljnih vatrogasnih društava koji su određeni kao središnje postrojbe, odnosno središnje dobrovoljno vatrogasno društvo. Središnje dobrovoljno vatrogasno društvo je ono društvo koje ima svoje područje odgovornosti koje se nalazi na dijelu teritorija jedinice lokalne samouprave gdje je osnovano te je Planom zaštite od požara utvrđen rok i način dolaska na mjesto intervencije (URL 9). Razmještaj središnjih dobrovoljnih društava bi trebao biti takav da pokriju ona područja koja javne vatrogasne postrojbe ne mogu doseći unutar standardnog vremena za intervenciju od 15 minuta (URL 10). Ostala dobrovoljna vatrogasna društva su uglavnom podrška javnim vatrogasnim postrojbama i središnjim dobrovoljnim društvima u akcijama gašenja požara, međutim, sukladno svojoj opremljenosti i osposobljenosti mogu samostalno djelovati na intervencijama.



Slika 8.: Središnja dobrovoljna vatrogasna društva Zagrebačke županije

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Na području Zagrebačke županije ukupno djeluje 283 dobrovoljna vatrogasna društva raspoređena po svim gradovima i općinama. Od tog broja, 44<sup>3</sup> dobrovoljna vatrogasna društva utvrđena su kao središnje postrojbe temeljem Planova zaštite od požara gradova i općina (Slika 8.). Za općinu Orle nejasno je koje je dobrovoljno vatrogasno društvo središnja postrojba, dok Ivanić-Grad i Zaprešić nemaju utvrđene središnje dobrovoljno vatrogasno društvo temeljem Plana zaštite od požara.

<sup>3</sup> Na dan 31. kolovoz 2017. godine utvrđena su 44 Središnja DVD-a prema nadležnom inspektoratu za vatrogastvo.

Tab. 2: Podaci o broju vozila dobrovoljnih vatrogasnih društva

| DVD           | VOZILA      | Tehničko | Navalno | AC    | ALJ  | Kombi | Specijalno | Ostalo | Ukupno vozila |
|---------------|-------------|----------|---------|-------|------|-------|------------|--------|---------------|
| Središnji DVD | Broj vozila | 2        | 45      | 26    | 1    | 26    | 1          | 7      | 108           |
|               | %           | 1,85     | 41,67   | 24,07 | 0,93 | 24,07 | 0,93       | 6,48   |               |
| Ostali DVD    | Broj vozila | 3        | 65      | 26    | 1    | 94    | 3          | 19     | 211           |
|               | %           | 1,42     | 30,81   | 12,32 | 0,47 | 44,55 | 1,42       | 9,00   |               |
| UKUPNO:       | Broj vozila | 5        | 110     | 52    | 2    | 120   | 4          | 26     | 319           |
|               | %           | 1,57     | 34,48   | 16,30 | 0,63 | 37,62 | 1,25       | 8,15   |               |

Izvor: Plan zaštite od požara Zagrebačke županije

Opremljenost vatrogasnom opremom, a prvenstveno vatrogasnim vozilima dobrovoljnih vatrogasnih društava na području Zagrebačke županije na vrlo je lošoj razini (prema terenskim spoznajama autora). Vatrogasna vozila su u vrlo lošem stanju, upitne ispravnosti uz prosječnu starost od nekoliko desetaka godina. Pomaci su vidljivi, u smislu nabave novih vatrogasnih vozila, ali se događaju vrlo sporo, uglavnom radi nedostatka financijskih sredstava.

Ukupni broj vozila s kojima raspolažu dobrovoljna vatrogasna društva iznosi 319, što je u prosjeku više od jednog vozila po DVD-u. Od tog broja, Središnja dobrovoljna vatrogasna društva koriste 108 vozila, što je 1/3 svih vozila s kojima raspolažu vatrogasna društva. Najveći dio od 108 vozila odnosi se na navalna vozila, njih 45, dok je jednak broj vozila tipa autocisterna i kombi, za svaki tip po 26 vozila. Ostala dobrovoljna vatrogasna društva koriste 211 vozila, a najvećim dijelom su to kombi vozila za prijevoz vatrogasaca, njih ukupno 94 (Tablica 2). Razlog ovako velikom broju kombi vozila može se promatrati kroz činjenicu da ostala dobrovoljna vatrogasna društva rijetko sudjeluju u akcijama gašenja požara te su često puno više orijentirana na druge aktivnosti poput rada s mladeži, natjecanja i ostalo. Također, upitno je u kakvom su stanju vozila za gašenje požara koja koriste ostala dobrovoljna vatrogasna društva jer se uglavnom radi o starim vozilima po nekoliko desetaka godina.

## 4. VIŠEKRITERIJSKA ANALIZA

Procjenjivanje ugroženosti je postupak kojim se utvrđuje priroda i stupanj ugroženosti analizirajući potencijalne opasnosti i postojeće stanje osjetljivosti koji zajedno mogu potencijalno ugroziti izloženo stanovništvo, materijalna dobra, službe i izvore prihoda, kao i okoliš od kojeg stanovništvo ovisi (United Nations, 2009.).

Postupak izrade Procjene ugroženosti izrađena kroz tri procesa, a prvi od njih je bio „Prepoznavanje“, zatim „Raščlamba“ te naposljetku „Vrednovanje“ (Slika 9.).



Slika 9.: Postupak izrade procjene ugroženosti od požara i eksplozija

Izvor: Autor

U prvom procesu prepoznavali su se ključni problemi u prostoru, postavljena je metodologija izrade procjene ugroženosti od požara i eksplozija, prikupljali su se potrebni podaci za analize te se je provjeravala njihova točnost. Zatim je uslijedila analiza podataka o kritičnoj infrastrukturi i stanovništvu korištenjem statističkih tehnika za analizu podataka. U završnom procesu, određene su granice razreda kako bi mogli dobiti indekse odnosno stupanj opasnosti, izloženosti i otpornosti. Naposljetku, prema postavljenoj formuli izračunata je ukupna procjena ugroženosti.

Kako bi odredili stupanj opasnosti, izloženosti i otpornosti te u konačnici stupanj ugroženosti korištena je težina i indeks razvrstanih u pet razreda. Težina je predstavlja brojčanu vrijednost koja je služi za izračun, dok je indeks tekstualna vrijednost koja označava stupanj opasnosti, izloženosti i otpornosti.

| Težina | Indeks |             |
|--------|--------|-------------|
| 1      | VN     | Vrlo nisko  |
| 2      | N      | Nisko       |
| 3      | S      | Srednje     |
| 4      | V      | Visoko      |
| 5      | VV     | Vrlo visoko |

Slika 10.: Težina i indeks kod procjene opasnosti i izloženosti

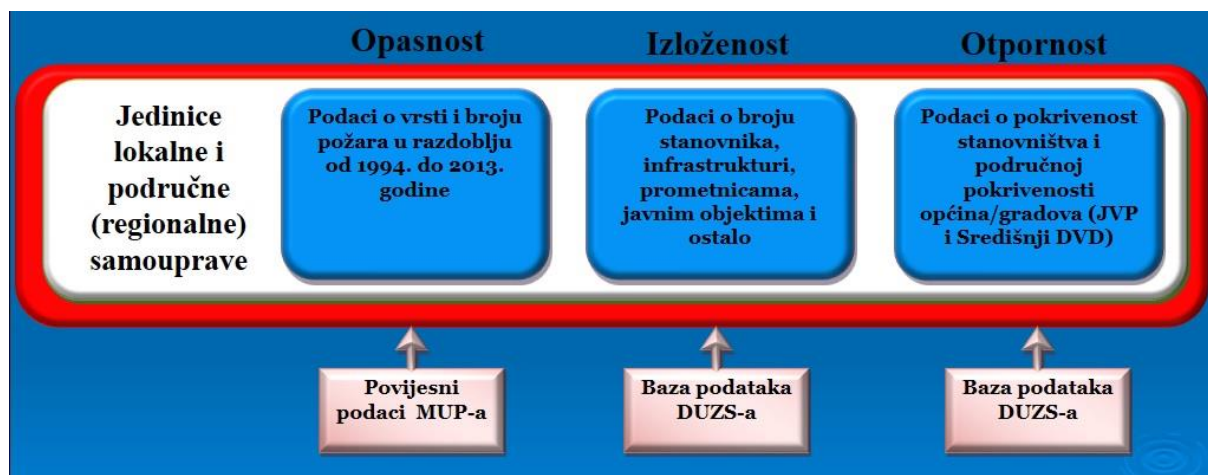
Izvor: Autor

| Težina | Indeks |             |
|--------|--------|-------------|
| 1      | VN     | Vrlo nisko  |
| 2      | N      | Nisko       |
| 3      | S      | Srednje     |
| 4      | V      | Visoko      |
| 5      | VV     | Vrlo visoko |

Slika 11.: Težina i indeks kod procjene otpornosti

Izvor: Autor

Kod procjene opasnosti i izloženosti indeks „Vrlo nisko“ označava najmanji utjecaj odnosno vrlo nisku opasnost ili izloženost u prostoru, dok indeks „Vrlo visoko“ označava najviši utjecaj odnosno vrlo visoku opasnost ili izloženost u prostoru (Slika 10.). S druge strane, kod procjene otpornosti, težina i indeksi su isti međutim predstavljaju obrnute vrijednosti u odnosu na opasnost i izloženost. Tako indeks „Vrlo nisko“ ima negativni utjecaj odnosno predstavlja vrlo nisku otpornost u prostoru, dok indeks „Vrlo visoko“ ima pozitivan utjecaj te predstavlja vrlo visoku otpornost u prostoru (Slika 11.).

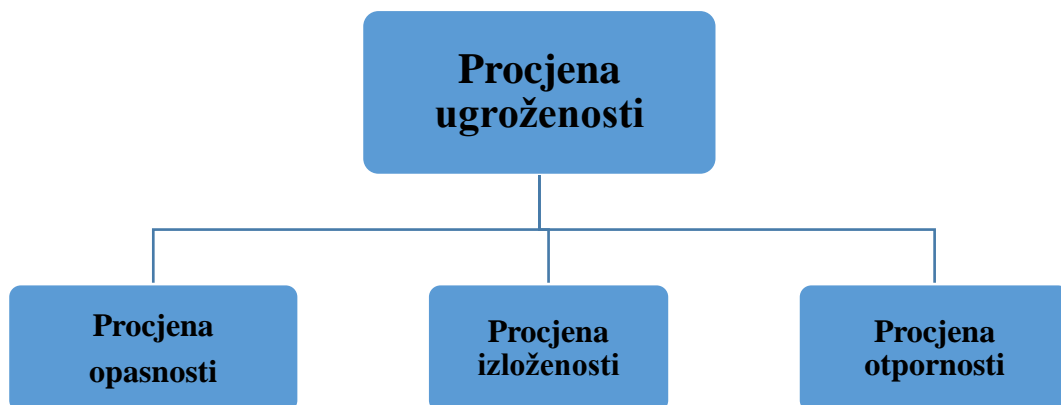


Slika 12.: Podaci korišteni u analizama opasnosti, izloženosti i otpornosti

Izvor: Autor

S obzirom na razinu izrade procjene ugroženosti od državne do lokalnih, tako su potrebni i detaljniji podaci koji se analiziraju. Kako se razina spušta sve niže, tako su potrebni detaljniji podaci. Kod izrade procjene ugroženosti za jedinice lokalne i područne (regionalne) samouprave za analizu opasnosti korišteni su podaci o vrsti i broju požara u razdoblju od 1994. godine do 2013. godine. Podaci su korišteni iz baze podataka Ministarstva unutarnjih poslova, a ovaj period je izabran jer je dnevnik nastalih događaja vođen na istovjetan način. Za analizu izloženosti korišteni su podaci o broju stanovnika, posebno osjetljivoj infrastrukturi, željezničkim i cestovnim prometnicama, industrijskoj i energetskej infrastrukturi, značajnim objektima javnih djelatnosti te zemljišnom pokrovu. Analiza otpornosti obuhvatila je podatke o pokrivenosti stanovništva i površine javnim vatrogasnim postrojbama i središnjim dobrovoljnim društvima, a svi podaci su korišteni iz baze podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje (Slika 12.).

Analiza procjene ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija izrađena je u tri segmenta. Da bi dobili ukupni stupanj ugroženosti izrađene su analize procjene opasnosti, procjene izloženosti te procjene otpornosti (Slika 13.). Unutar svakog segmenta korišteni su različiti kriteriji koji su se analizirali. Naposljetku, prema zadanoj formuli izračunata je ukupna procjena ugroženosti te je određen stupanj ugroženosti.



Slika 13.: Shematski prikaz analize procjene ugroženosti  
*Izvor: Autor*

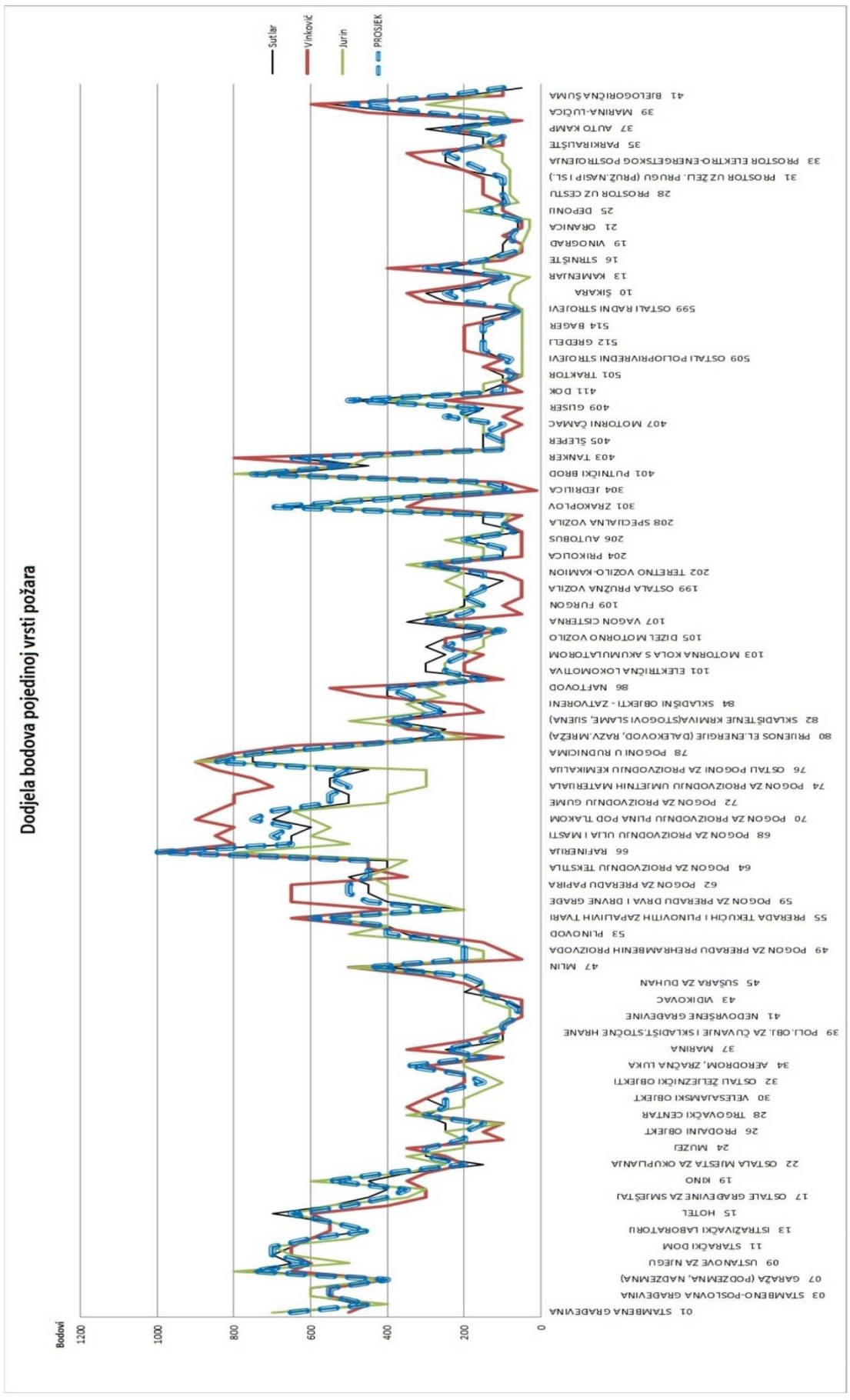
## 4. 1. Analiza procjene opasnosti

Opasnost se može definirati kao opasna pojava, supstancija, ljudska aktivnost ili stanje koje može dovesti do gubitka života, ozljede ili drugih negativnih utjecaja na zdravlje, materijalne štete, gubitka izvora prihoda i usluga, socijalni i ekonomskih nemira ili zagađenja životne sredine (United Nations, 2009).

Za potrebe ove analize korišteni su podaci o broju i vrsti požara, odnosno podaci o požarima građevina, požarima na transportnim sredstvima te požarima otvorenog prostora, u razdoblju od 1994. godine do 2013. godine. S obzirom da ne postoji jedinstveni obrazac izvješća s intervencije vatrogasnih postrojbi, kako za Republiku Hrvatsku tako i za Zagrebačku županiju, korišteni su podaci MUP-a zbog jedinstvenog načina vođenja izvješća o intervenciji. Nadalje, odabrani vremenski niz u spomenutom razdoblju, odnosno do 2013. godine uzet je iz tog razloga što je MUP do konca 2013. godine vodio izvješće sa intervencija na jedinstven način.

Za određivanje stupnja opasnosti korišten je jedinstven šifarnik Ministarstva unutarnjih poslova u kojemu su detaljnije klasificirani požari prema vrsti građevina i transportnih sredstva te prema mjestu nastanka požara otvorenog prostora. Na temelju takve klasifikacije, za analizu procjene opasnosti, svakoj vrsti požara, odnosno mjestu nastanka požara otvorenog prostora, dodijeljeni su bodovi koji predstavljaju težinu određenog požara. Dodjelu bodova svakom požaru prema klasifikaciji požara izradili su Mladen Jurin dipl.ing.kem.teh., Željko Sutlar dipl.ing.str. i Mladen Vinković dipl.ing.str (Slika 14.). Bodovi su dodijeljeni na temelju znanja i iskustva navedenih profesionalnih vatrogasnih djeltanika. Najmanja vrijednost bodova iznosila je deset, dok je najveća vrijednost iznosila 1000 bodova. Dodjela bodova svakom požaru bila je potrebna radi daljnje izrade procjene opasnosti koja je opisana u nastavku rada.





Slika 14.: Dodjela bodova pojedinoj vrsti požara

Izvor: Državna uprava za zaštitu i spašavanje

Prvi korak započeo je uređivanjem izvornih podatka o zabilježenim događajima (požarima) za svih 20 godinu, koji su bili pohranjeni u txt. formatu, kako bi se mogli transferirati u Microsoft Access (Slika 15.). Zbog velike količine zapisa po pojedinoj godini, Microsoft Access je bio najpogodniji za analizu procjene opasnosti. Za daljnju analizu kreiran je jedan Microsoft Access dokument gdje su se transferirali svi txt. dokumenti o zabilježenim požarima te su stvorene tri tablice s bodovima za svaku skupinu požara prema šiframiku Ministarstva unutarnjih poslova.

The screenshot shows a Notepad window titled 'Poz\_2013 - Notepad'. The content is a large table of fire incident records. The table is organized by year, with each year's data starting with a header row. The columns include: REPUBLIKA HRVATSKA, PODACI O POŽARIMA PREMA POLICIJSKIM UPRAVAMA I POSTAJAMA, POZLO25, 01.01.2013 - 31.12.2013, STRANA: 01. The main table has columns: VR. BR., BR. PO POLICIJSKA UPRAVA, SIFRA POL., OPCINA, SIFRA NASELJENO MJE, ULICA I BROJ, OZ. SE., DATUM V. IZVRSENJA 1., DATUM POJAVE, DATUM OBAVIJESTI, and DATUM DOLASKA. The data rows are dense and contain alphanumeric codes and dates.

Slika 15.: Primjer txt. dokumenta s izvornim podacima o zabilježenim požarima  
Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Nakon obavljenog transfera podataka za svaku godinu dodana je nova kolona u koju su se upisivali bodovi putem izrađenog upita u Microsoft Accessu (Slika 16.). Upit je izrađen tako da ažurira (dodjeljuje) bodove svakom događaju (požaru) prema šifri kojom su klasificirani požari u šiframiku Ministarstva unutarnjih poslova (Slika 17.). Upiti su bili odvojeni za svaku vrstu požara (požare građevina, otvorenog prostora i transportnih sredstava).

| ID | Bodovi_ukupno_2013 | Polje1 | Polje70 | Polje2 | Polje71             | Polje3 | Polje4        | Polje5  | Polje6        | Polje7               |
|----|--------------------|--------|---------|--------|---------------------|--------|---------------|---------|---------------|----------------------|
| 2  |                    | VR.    | BR.     | PO     | POLICIJSKA UPRAVA   | ŠIFRA  | OPĆINA        | ŠIFRA   | NASELENO      | ULICA I BROJ         |
| 3  | 570                | P      | 0001    | BR.    | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | KAPELA        | 3546004 | G. ZDELICE    | GORNJE ZDELICE, KBR. |
| 4  | 170                | P      | 0002    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | BIELOGORSKA BB       |
| 5  | 600                | P      | 0003    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | VUKOVARSKA BR.10     |
| 6  | 600                | P      | 0004    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | KRIŽEVAČKA CESTA 95  |
| 7  | 130                | P      | 0005    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | NOVA RAČA     | 3631013 | STARA RAČA    | STARA RAČA 123       |
| 8  | 600                | P      | 0006    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304114 | ŽDRALOVCI     | KNEZA VIŠESLAVA 1    |
| 9  | 170                | P      | 0007    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | ROVIŠĆE       | 3692008 | PREDAVAC      | SJEVERNA OBLAZNICA   |
| 10 | 600                | P      | 0008    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | ROVIŠĆE       | 3692008 | PREDAVAC      | MATJUE GUPCA BR. 4   |
| 11 | 600                | P      | 0009    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | ROVIŠĆE       | 3692008 | PREDAVAC      | TRG HRV. GRANIČARA B |
| 12 | 600                | P      | 0010    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | V. TROJSTVO   | 3773012 | V. TROJSTVO   | VINOGRADSKA II/1     |
| 13 | 600                | P      | 0011    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | SEVERIN       | 3853002 | SEVERIN       | SEVERIN 129          |
| 14 | 80                 | P      | 0012    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | SJEVERNA OBLAZNICA   |
| 15 | 130                | P      | 0013    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | ANDRIJE MOHOROVIČIĆA |
| 16 | 70                 | P      | 0014    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | KAPELA        | 3546023 | ST. DIKLENICA | STARA DIKLENICA BB   |
| 17 | 600                | P      | 0015    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | KRSTE FRANKOPANA 2   |
| 18 | 600                | P      | 0016    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | GRGURA NINSKO 5      |
| 19 | 130                | P      | 0017    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | MALE SREDICE, BB     |
| 20 | 600                | P      | 0018    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | KRSTE FRANKOPANA BR. |
| 21 | 570                | P      | 0019    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | VEL. PISANICA | 3770010 | POLUM         | POLUM 8              |
| 22 | 600                | P      | 0020    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304114 | ŽDRALOVCI     | MJUE BOBETKA BR. 5   |
| 23 | 600                | P      | 0021    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | VUKOVARSKA 43        |
| 24 | 70                 | P      | 0022    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304095 | ST. PLAVNICE  | STAROPLAVNIČKA KBR.1 |
| 25 | 600                | P      | 0023    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | V. TROJSTVO   | 3772001 | ČURLOVAC      | ČURLOVAC KBR.1       |
| 26 | 130                | P      | 0024    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | VELIKE SREDICE 2     |
| 27 | 130                | P      | 0025    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | SJEVERNA OBLAZNICA   |
| 28 | 130                | P      | 0026    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | ALOJZIJA ŠTEPČINA 20 |
| 29 | 70                 | P      | 0027    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | V. TROJSTVO   | 3773014 | VRBICA        | VRBICA 25            |
| 30 | 130                | P      | 0028    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304054 | TROJ.MARKOVAC | PUT ŽRTVAMA U LUGU B |
| 31 | 600                | P      | 0029    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | VIDIKOVAC KBR. 94    |
| 32 | 130                | P      | 0030    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | ZR. TOPOLOVA  | 3869003 | ZR. TOPOLOVAC | ZRINSKI TOPOLOVAC BB |
| 33 | 120                | P      | 0031    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304054 | TROJ.MARKOVAC | ĐURĐEVAČKA CESTA BR. |
| 34 | 70                 | P      | 0032    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | PRVOC SVIBIJA BB     |
| 35 | 320                | P      | 0033    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304095 | ST. PLAVNICE  | STAROPLAVNIČKI PRILA |
| 36 | 600                | P      | 0034    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | TRG KRALJA TOMISLAVA |
| 37 | 570                | P      | 0035    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | CRKVENA 3            |
| 38 | 320                | P      | 0036    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | ROVIŠĆE       | 3692004 | KOVAČEVAC     | KOVAČEVAC 114        |
| 39 | 600                | P      | 0037    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | KAPELA        | 3546004 | G. ZDELICE    | GORNJE ZDELICE BB    |
| 40 | 600                | P      | 0038    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | V. TROJSTVO   | 3773001 | ČURLOVAC      | ČURLOVAC 37          |
| 41 | 600                | P      | 0039    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | KRIŽEVAČKA CESTA 53  |
| 42 | 330                | P      | 0040    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | A. HEBRANGA BB       |
| 43 | 80                 | P      | 0041    |        | PU BIELOVARSKO-BIL. | 330401 | BIELOVAR      | 3304006 | BIELOVAR      | RAD.NASELJE PRILAZ I |

Slika 16.: Microsoft Access tablica u kojoj je kolona sa bodovima

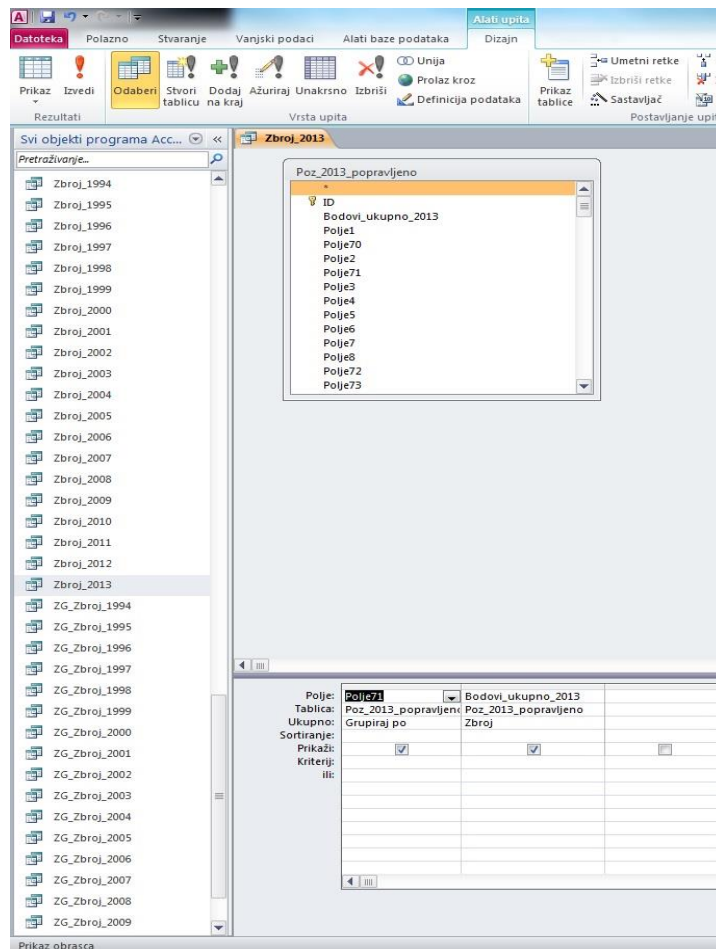
Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

| Polje       | Bodovi_ukupno_2013   | Šifra                  |
|-------------|----------------------|------------------------|
| Tablica:    | Poz_2013_popravljeno | Gradevine              |
| Ažuriraj u: | [Gradevine].[Polje4] | [Poz_2013_popravljeno] |
| Kriterij:   |                      |                        |

Slika 17.: Upit u Microsoft Accessu putem kojeg je ažurirana kolona sa bodovima

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Sljedeći korak je bio zbrojiti sve bodove za svaku godinu po gradovima i općinama. U izvornim podacima nalazila se je kolona s gradom/općinom gdje je nastao događaj (požar) te su na temelju te kolone zbrojeni bodovi po gradovima i općinama. Bodovi su zbrojeni kroz novi izrađeni upit u Microsoft Accessu te je kroz tako izrađen upit stvorena nova tablica sa ukupnim bodovima za svaku godinu po gradovima i općinama (Slika 18.).



Slika 18.: Upit putem kojeg su zbrojeni svi bodovi  
Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Nakon toga, stvorene tablice s ukupnim bodovima po godinama unesene su u kreiranu *Microsoft Excel* tablicu u kojoj je napravljena završna analiza procjene opasnosti (Slika 19.). Unosom dobivenih ukupnih bodova po gradovima i općinama u *Microsoft Excel* tablicu utvrđeno je da za općinu Stupnik nedostaje najveći niz podataka o zabilježenim događajima (požarima), i to za razdoblje od 2013.-2009. godine, 2002., 2000. i 1999. godinu te za razdoblje od 1997.-1994. godine. Također, nedostaje određeni niz podataka za općinu Bedenica (2013.,

2010., 2008., 2007., 2005., 1999.-1997., 1995., 1994. godina). Stoga, dobiven stupanj opasnosti za navedene općine ne reprezentira stvarno stanje.

Stupanj opasnosti određen je na temelju težine. Težina predstavlja bodove od 1 do 5, gdje je 1 najmanja težina, odnosno vrlo nizak stupanj opasnosti, dok je 5 najveća težina, odnosno vrlo visok stupanj opasnosti. Postupak određivanja težine napravljen je tako da su bodovi koji su dobiveni po pojedinim godinama zbrojeni u ukupne bodove svih godina za grad/općinu. Zatim su određene granice kako bi dobili pet razreda kojima je dodijeljena težina. Statistička metoda koja je korištena za određivanje granica jesu kvintili. Kvintili dijele skup podataka na pet jednakih dijelova te s obzirom da je opasnosti određena u pet stupnjeva (Vrlo nisko, Nisko, Srednje, Visoko i Vrlo visoko), ova metoda je najprikladnija.

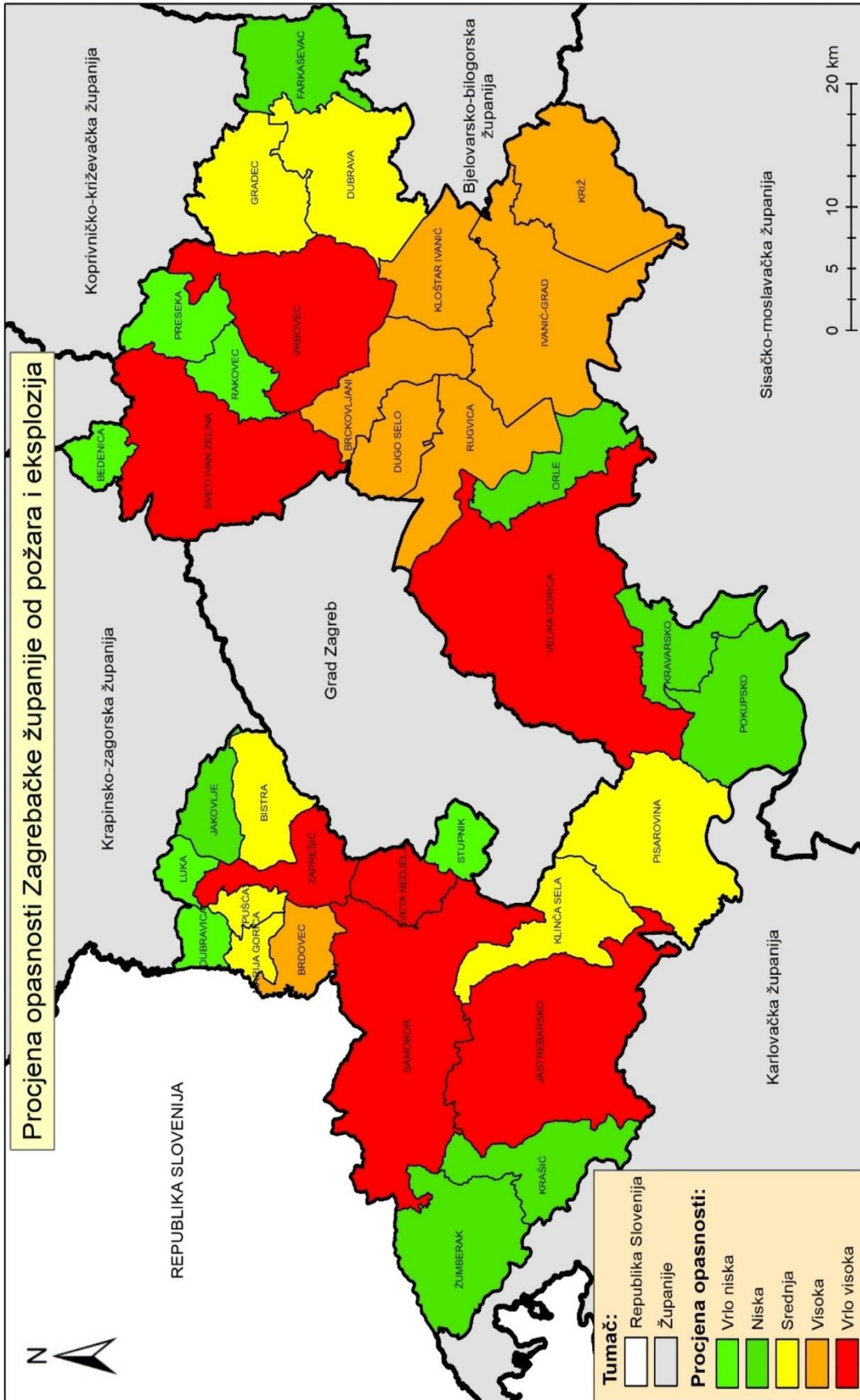
| Zagrebačka županija | 2013  | Ukupni broj bodova po godinama |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | UKUPNO | Težina | Indeks |       |       |        |      |      |
|---------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|------|------|
|                     |       | 2012                           | 2011  | 2010  | 2009  | 2008  | 2007  | 2006  | 2005  | 2004  | 2003  | 2002  | 2001  | 2000  | 1999  |        |        |        | 1998  | 1997  | 1996   | 1995 | 1994 |
| Bedenca             | 70    | 580                            |       | 600   |       | 1930  | 1970  | 1170  | 1170  | 1050  | 220   | 600   | 600   |       |       |        | 130    |        | 6190  | 1     | VN     |      |      |
| Bistra              | 2600  | 5800                           | 2040  | 1100  | 2150  | 1930  | 1970  | 2370  | 3510  | 2370  | 2110  | 2760  | 1120  | 1150  | 1850  | 1990   | 1170   | 2040   | 1360  | 41390 | 3      | S    |      |
| Breckovljani        | 3260  | 5650                           | 6060  | 860   | 680   | 4090  | 3940  | 2520  | 2990  | 2520  | 1970  | 1530  | 1890  | 4100  | 1930  | 1430   | 2540   | 1660   | 1620  | 1170  | 52410  | 4    | V    |
| Brdovec             | 1660  | 4340                           | 4070  | 2800  | 2580  | 4010  | 3440  | 3800  | 4920  | 3800  | 5090  | 3860  | 2780  | 4270  | 3640  | 2850   | 2030   | 2080   | 2220  | 69480 | 4      | V    |      |
| Dabrava             | 450   | 3730                           | 1260  | 600   | 2070  | 2410  | 2440  | 2670  | 660   | 2670  | 900   | 920   | 1460  | 1520  | 600   | 810    | 1200   | 1850   | 3870  | 1890  | 33980  | 3    | S    |
| Dabravica           | 600   | 270                            | 130   | 220   | 1590  |       |       | 1020  |       |       |       | 1200  |       |       |       | 2030   |        | 1400   | 600   |       | 11450  | 1    | VN   |
| Dugo Selo           | 2200  | 12740                          | 8450  | 5030  | 4540  | 6610  | 6520  | 6300  | 3350  | 6300  | 4180  | 3400  | 3890  | 4990  | 4800  | 3360   | 4970   | 3850   | 5120  | 3430  | 104030 | 4    | V    |
| Farkačevac          | 120   | 940                            | 860   | 970   | 2530  | 130   | 60    | 820   |       | 820   | 450   | 390   | 320   | 1880  | 730   | 130    | 1300   | 570    | 200   | 680   | 13900  | 2    | N    |
| Gradec              | 1270  | 3160                           | 3290  | 630   | 900   | 250   | 540   | 1500  | 1290  | 1500  | 1510  | 680   | 1070  | 1890  | 260   | 2110   | 2540   |        | 830   |       | 25220  | 3    | S    |
| Ivanč-Grad          | 4990  | 4370                           | 5640  | 2530  | 1170  | 1820  | 4330  | 4880  | 4020  | 4880  | 9060  | 3220  | 5320  | 7820  | 4010  | 5570   | 6540   | 6950   | 6120  | 6940  | 100180 | 4    | V    |
| Jakovlje            | 680   | 910                            | 2590  | 2130  | 1320  | 650   | 260   | 910   | 1430  | 910   | 1160  |       | 730   | 2730  |       | 1020   | 570    | 1370   | 940   | 230   | 20540  | 2    | N    |
| Jastrebarsko        | 9430  | 12320                          | 12210 | 6260  | 12910 | 6340  | 7340  | 5850  | 13320 | 5850  | 10680 | 5270  | 2740  | 8180  | 2870  | 9940   | 4770   | 4520   | 5190  | 4730  | 150720 | 5    | VV   |
| Klina Sela          | 1980  | 2920                           | 3320  | 1020  | 640   | 1470  | 1970  | 1270  | 240   | 1270  | 1230  | 1350  | 1750  | 800   | 650   | 1000   | 2350   | 900    | 1530  | 890   | 28550  | 3    | S    |
| Kloštar Ivanč       | 4360  | 3590                           | 3030  | 1900  | 2320  | 1960  | 1870  | 200   |       | 200   | 1780  | 580   | 2470  | 2730  | 4760  | 4700   | 560    | 4210   | 2040  | 950   | 44210  | 4    | V    |
| Krašić              | 130   | 3400                           | 1330  | 430   | 210   | 260   | 890   | 850   | 490   | 850   | 1530  | 1460  | 1100  | 640   | 130   | 1420   | 1050   | 600    | 1400  | 550   | 18720  | 2    | N    |
| Kravariko           | 600   | 210                            | 1200  | 1330  | 1830  | 580   | 2030  | 220   | 1010  | 220   | 1900  | 1040  |       |       | 1310  | 200    | 1420   | 210    | 1100  | 1620  | 18030  | 2    | N    |
| Križ                | 550   | 2210                           | 3180  | 550   | 2500  | 1550  | 2180  | 1200  | 1460  | 1200  | 1940  | 5830  | 2190  | 4190  | 1760  | 4320   | 5990   | 3330   | 2900  | 3070  | 52100  | 4    | V    |
| Luka                | 130   | 930                            | 200   |       | 450   | 390   | 220   |       | 320   |       | 860   | 130   | 130   | 800   |       | 1380   | 350    | 130    | 1200  |       | 7620   | 1    | VN   |
| Marija Gorica       | 1490  | 2580                           | 1400  | 3420  | 1460  | 1330  | 780   | 750   | 720   | 750   | 2660  | 530   | 1350  | 1060  | 570   | 2630   | 820    | 390    | 640   |       | 25330  | 3    | S    |
| Orle                | 830   | 990                            | 330   | 670   |       | 860   | 290   | 1450  |       | 1450  | 1930  | 1630  | 570   | 1100  | 600   | 370    | 1180   |        |       |       | 14250  | 2    | N    |
| Pisarovina          | 2920  | 7010                           | 2870  | 570   | 1230  | 950   | 1380  | 1340  | 940   | 1340  | 4160  | 1120  | 1640  | 580   | 1050  | 2200   | 670    | 1790   | 990   |       | 34750  | 3    | S    |
| Pokupsko            | 600   | 1400                           | 570   | 1420  | 2030  | 1220  | 850   | 1200  | 980   | 1200  | 720   | 340   | 830   | 1310  | 1490  | 1610   | 1200   |        | 2100  |       | 21070  | 2    | N    |
| Preseka             | 860   | 1210                           | 400   | 420   | 80    | 2000  | 920   |       |       |       | 1340  |       |       |       | 1040  |        | 130    | 1200   | 1480  | 70    | 11150  | 1    | VN   |
| Pučica              | 760   | 1910                           | 930   | 2260  | 1960  | 1650  | 2310  | 1200  | 2630  | 1200  | 340   | 2150  | 210   | 1210  | 450   | 2830   | 450    | 130    | 1260  |       | 26470  | 3    | S    |
| Rakovec             | 130   | 860                            | 1610  | 730   | 190   | 600   | 1590  | 600   | 130   | 600   |       | 320   |       |       | 210   | 1300   |        | 810    | 570   |       | 10250  | 1    | VN   |
| Rugvica             | 2850  | 5940                           | 3060  | 1430  | 3980  | 3330  | 2510  | 2970  | 1560  | 2970  | 4890  | 2060  | 2060  | 2140  | 2630  | 3570   | 2570   | 1900   | 570   |       | 52990  | 4    | V    |
| Samobor             | 14460 | 20720                          | 19130 | 13550 | 18100 | 14730 | 14120 | 19800 | 19090 | 19800 | 19080 | 18960 | 20930 | 27070 | 17230 | 32590  | 17560  | 18900  | 21570 | 13190 | 380580 | 5    | VV   |
| Stupnik             |       |                                |       |       | 260   | 260   | 540   | 350   | 540   | 700   |       | 570   |       |       |       | 130    |        |        |       |       | 3350   | 1    | VN   |
| Sveta Nedelja       | 6160  | 5680                           | 5840  | 4500  | 2930  | 4430  | 7540  | 4750  | 5530  | 4750  | 9080  | 5870  | 5870  | 7000  | 9810  | 10840  | 6000   | 8560   | 9260  | 4960  | 129360 | 5    | VV   |
| Sveti Ivan Zelina   | 7300  | 12370                          | 14390 | 5620  | 9410  | 5530  | 9520  | 7360  | 7000  | 7360  | 10530 | 3640  | 6460  | 8770  | 3140  | 7960   | 7220   | 6350   | 7910  | 6560  | 154400 | 5    | VV   |
| Velika Gorica       | 19210 | 31280                          | 33080 | 24710 | 21620 | 23790 | 30670 | 27730 | 28440 | 27730 | 32160 | 28990 | 28280 | 34310 | 26460 | 25150  | 28670  | 25900  | 33870 | 29040 | 561090 | 5    | VV   |
| Vrbovec             | 5290  | 8330                           | 12490 | 3390  | 7080  | 3520  | 6740  | 4340  | 3720  | 4340  | 3990  | 5250  | 4930  | 8960  | 5670  | 5390   | 6810   | 3400   | 6050  | 4530  | 114220 | 5    | VV   |
| Zaprešić            | 6650  | 12440                          | 7540  | 8350  | 7960  | 8060  | 10550 | 10240 | 6010  | 10240 | 14040 | 7150  | 6080  | 14110 | 5920  | 11480  | 9000   | 8360   | 9340  | 19600 | 193120 | 5    | VV   |
| Zumberak            |       | 600                            | 700   | 210   | 420   | 1400  | 860   | 860   | 730   | 860   | 1230  | 910   | 1150  | 1720  |       | 460    | 920    | 2150   | 970   |       | 16150  | 2    | N    |

| Klasifikacija   | Razred | Težina | Indeks      |
|-----------------|--------|--------|-------------|
| >=3350 <= 13410 | 1      | VN     | Vrlo nisko  |
| >13410 <=23560  | 2      | N      | Nisko       |
| >23560 <=42518  | 3      | S      | Srednje     |
| >42518 <=106068 | 4      | V      | Visko       |
| >106068         | 5      | VV     | Vrlo visoko |

Slika 19.: Microsoft Excel tablica gdje je izračunat stupanj opasnosti

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Dobiveni rezultati kartografski su prikazani uz pomoć GIS alata. Najveći stupanj opasnosti imaju gradovi Zaprešić, Sveta Nedjelja, Samobor, Jastrebarsko, Velika Gorica, Sveti Ivan Zelina i Vrbovec, dok se ostali gradovi i općine nalaze u nižim stupnjevima opasnosti (Slika 20.).



Slika 20.: Procjena opasnosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija

Izvor: Državna uprava za zaštitu i spašavanje

## 4. 2. Analiza procjene izloženosti

Izloženost podrazumijeva stanovnike, imovinu, sustave ili druge elemente prisutne u zonama opasnosti koji su stoga izloženi potencijalnim gubicima. Mjera izloženosti može obuhvatiti određeni broj stanovnika ili vrste materijalnih dobara u nekom prostoru. Oni se mogu kombinirati s posebnom osjetljivošću izloženih elemenata određenoj opasnosti kako bi se procijenile kvantitativne ugroze vezani uz tu opasnost na određenom području (United Nations, 2009).

U analizi procjene izloženosti korišteno je šest glavnih skupina podataka, a u svakoj od njih određene su dodatne grupe podataka koje su analizirane (Slika 21.). Analiza je provedena u *Microsoft Excelu* gdje su izrađene tablice za svaku skupinu podataka, koje su služile za kvantitativnu analizu prostornih podataka. Granice razreda u analizi svih skupina podataka određene su korištenjem kvintila čime je dobiveno pet jednakih razreda. Na temelju postavljenih razreda, podaci su bodovani od jedan do pet što će jasnije biti opisano u nastavku rada.

|  |  |
|--|--|
| Stanovništvo                             | <ul style="list-style-type: none"><li>•Gustoća stanovništva</li><li>•Broj stanovnika u sjedištu grada/općine</li></ul>   |
| Posebno osjetljiva infrastruktura        | <ul style="list-style-type: none"><li>•Riječne luke/terminali/pristaništa</li><li>•Naftni terminali i rafinerije</li><li>•Zračne luke, uzletišta i heliodromi</li><li>•Benzinske postaje</li></ul> |
| Željezničke i cestovne prometnice        | <ul style="list-style-type: none"><li>•Željezničke pruge</li><li>•Ceste</li></ul>  |
| Industrijska i energetska infrastruktura | <ul style="list-style-type: none"><li>•Industrijska postrojenja</li><li>•Naftovodi i plinovodi</li><li>•Električna mreža</li></ul>   |
| Javne djelatnosti                        | <ul style="list-style-type: none"><li>•Zdravstvene ustanove</li><li>•Obrazovne ustanove</li><li>•Vrtići</li></ul>  |
| Zemljišni pokrov                         | <ul style="list-style-type: none"><li>•Corine Land Cover</li></ul>   |

Slika 21.: Skupine podataka korištenih u analizi procjene izloženosti

Izvor: Autor

## 4. 2. 1. Stanovništvo

Prva skupina podataka analizirana je ona o prostornom rasporedu stanovništva, odnosno gustoći stanovništva po gradovima i općinama te broj stanovnika u naselju koje je sjedište grada ili općine.

Opće je poznato da je čovjek jedan od glavnih uzročnika izbijanja požara, prema tome tamo gdje velika koncentracija stanovništva veće su mogućnosti za izbijanjem požara. Uz to, u gradovima i općinama gdje postoji velik broj stanovništva potrebno ih je zaštititi kroz organizaciju javne vatrogasne službe.

| Stanovništvo      |                  |                             |                        |        |                       |                             |        |                              |
|-------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|--------|-----------------------|-----------------------------|--------|------------------------------|
| Grad/općina       | Broj st. (2011.) | Površina (km <sup>2</sup> ) | Gustoća (Br. st./Pov.) | Bodovi | Sjedište općine/grada | Broj st. u sjedištu (2011.) | Bodovi | Ukupni bodovi "Stanovništvo" |
| Bederica          | 1432             | 21,48                       | 66,67                  | 2      | Bederica              | 555                         | 2      | 4                            |
| Bistra            | 6632             | 52,88                       | 125,42                 | 4      | Poljanica Bistranska  | 1261                        | 3      | 7                            |
| Brckovljani       | 6837             | 69,83                       | 97,91                  | 4      | Brckovljani           | 1542                        | 3      | 7                            |
| Brdovec           | 11134            | 37,14                       | 299,78                 | 5      | Brdovec               | 2801                        | 4      | 9                            |
| Dabrava           | 5245             | 115,65                      | 45,35                  | 2      | Dabrava               | 1298                        | 3      | 5                            |
| Dubravica         | 1437             | 20,56                       | 69,89                  | 3      | Dubravica             | 123                         | 1      | 4                            |
| Dugo Selo         | 17466            | 54,29                       | 321,72                 | 5      | Dugo Selo             | 10453                       | 5      | 10                           |
| Farkaševac        | 1937             | 73,77                       | 26,26                  | 1      | Farkaševac            | 303                         | 2      | 3                            |
| Gradec            | 3681             | 88,98                       | 41,37                  | 2      | Gradec                | 461                         | 2      | 4                            |
| Ivanić-Grad       | 14546            | 173,48                      | 83,85                  | 3      | Ivanić-Grad           | 9379                        | 5      | 8                            |
| Jakovlje          | 3930             | 35,58                       | 110,46                 | 4      | Jakovlje              | 2572                        | 4      | 8                            |
| Jastrebarsko      | 15866            | 226,44                      | 70,07                  | 3      | Jastrebarsko          | 5493                        | 5      | 8                            |
| Klinča Sela       | 5231             | 77,02                       | 67,92                  | 3      | Klinča Sela           | 1726                        | 4      | 7                            |
| Kloštar Ivanić    | 6091             | 77,49                       | 78,60                  | 3      | Kloštar Ivanić        | 3583                        | 4      | 7                            |
| Krašić            | 2640             | 71,50                       | 36,92                  | 2      | Krašić                | 616                         | 3      | 5                            |
| Krvarsko          | 1987             | 58,42                       | 34,01                  | 2      | Krvarsko              | 557                         | 2      | 4                            |
| Križ              | 6963             | 117,56                      | 59,23                  | 2      | Križ                  | 1821                        | 4      | 6                            |
| Luka              | 1351             | 17,36                       | 77,82                  | 3      | Luka                  | 416                         | 2      | 5                            |
| Manje Gonca       | 2253             | 17,13                       | 130,20                 | 4      | Manja Gonca           | 215                         | 1      | 5                            |
| Orle              | 1975             | 58,57                       | 33,72                  | 1      | Orle                  | 107                         | 1      | 2                            |
| Pisarovina        | 3689             | 145,37                      | 25,38                  | 1      | Pisarovina            | 440                         | 2      | 3                            |
| Pokupsko          | 2224             | 105,73                      | 21,03                  | 1      | Pokupsko              | 235                         | 1      | 2                            |
| Preseka           | 1448             | 46,12                       | 31,40                  | 1      | Preseka               | 104                         | 1      | 2                            |
| Pušća             | 2700             | 17,02                       | 158,64                 | 5      | Derja Pušća           | 794                         | 3      | 8                            |
| Rakovac           | 1252             | 34,85                       | 35,93                  | 2      | Rakovac               | 236                         | 2      | 4                            |
| Rugvica           | 7871             | 93,67                       | 84,03                  | 3      | Rugvica               | 722                         | 3      | 6                            |
| Samobor           | 37633            | 251,52                      | 149,62                 | 4      | Samobor               | 15956                       | 5      | 9                            |
| Stupnik           | 3735             | 24,85                       | 150,30                 | 5      | Gornji Stupnik        | 2003                        | 4      | 9                            |
| Sveta Nedelja     | 13059            | 39,74                       | 454,43                 | 5      | Sveta Nedelja         | 1338                        | 3      | 8                            |
| Sveti Ivan Zelina | 15959            | 185,93                      | 85,83                  | 4      | Sveti Ivan Zelina     | 2764                        | 4      | 8                            |
| Velika Gorica     | 63517            | 326,68                      | 194,43                 | 5      | Velika Gorica         | 31553                       | 5      | 10                           |
| Vrbovec           | 14797            | 160,80                      | 92,02                  | 4      | Vrbovec               | 4947                        | 5      | 9                            |
| Zaprešić          | 25223            | 53,94                       | 467,61                 | 5      | Zaprešić              | 19644                       | 5      | 10                           |
| Žumberak          | 383              | 110,09                      | 8,02                   | 1      | Kostanjevac           | 121                         | 1      | 2                            |

| Naziv                | Razred          | Bodovi | Naziv                      | Razred           | Bodovi |
|----------------------|-----------------|--------|----------------------------|------------------|--------|
| Gustoća stanovništva | >=8,02 <=33,95  | 1      | Broj stanovnika u sjedištu | >=104 <=335,8    | 1      |
|                      | >33,95 <=67,42  | 2      |                            | >235,8 <=592,4   | 2      |
|                      | >67,42 <=84,75  | 3      |                            | >592,4 <=1615,5  | 3      |
|                      | >84,75 <=149,76 | 4      |                            | >1615,6 <=3855,8 | 4      |
|                      | >149,76         | 5      |                            | >3855,8          | 5      |

Slika 22.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o stanovništvu

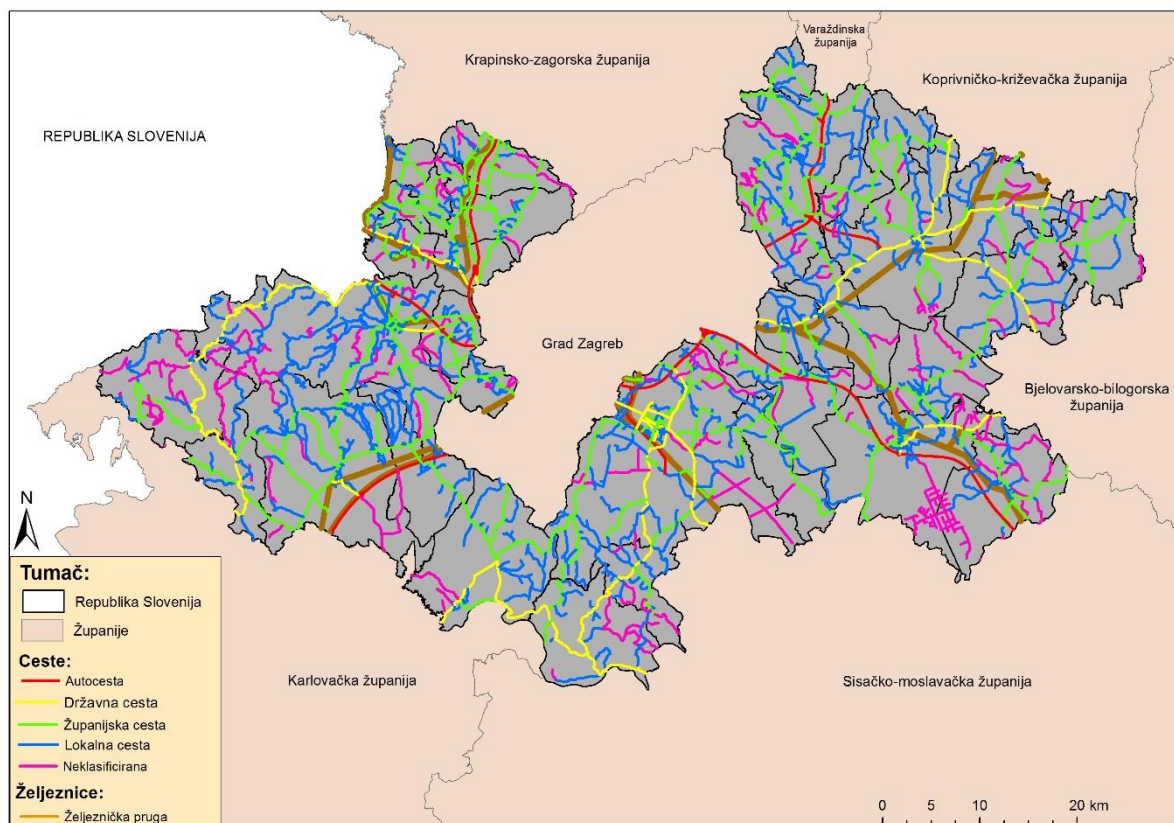
Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje



U skupini podataka „Stanovništvo“ bodovane su dvije navedene grupe podataka koje su analizirane. Ukupni bodovi za skupinu podataka „Stanovništvo“ dobiveni su tako da su bodovi iz navedene dvije grupe podataka zbrojeni. Analizom navedena dva parametra dobiven je rezultat gdje gradovi Dugo Selo, Velika Gorica i Zaprešić ima najveći broj bodova (10) s obzirom da imaju veliku gustoću stanovništva te najviše stanovnika u naselju koje je sjedište grada. Očekivano, općine s manjom gustoćom naseljenosti i manjim brojem stanovnika u naseljima koja su sjedišta, imaju i najmanje bodova (Slika 22.).

#### 4. 2. 2. Željezničke i cestovne prometnice

Sljedeća skupina podataka u analizi procjene izloženosti je prostorni raspored prometnica (Slika 23.), koja uključuje željezničke pruge i cestovnu mrežu. Gustoća prometne mreže važan je faktor pri izbijanju požara, posebno onih otvorenog prostora, s obzirom da pri dnevnim migracijama ljudi odbačenim gorućim predmetima često uzrokuju požare.



Slika 23.: Prostorni raspored željezničkih i cestovnih prometnica u Zagrebačkoj županiji

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Na temelju gustoće prometnica po gradovima/općinama dobiveni su bodovi za ovu skupinu podataka. Duljina željezničkih pruga te duljina cestovne mreže zbrojena je u ukupnu duljinu prometnica po gradu/općini. Zatim je izračunata gustoća prometnica na temelju površine i duljine prometnica pojedinog grada/općine.

| Željezničke i cestovne prometnice |                          |               |                |                       |                      |         |        |                |                                   |                    |   |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------|----------------|-----------------------|----------------------|---------|--------|----------------|-----------------------------------|--------------------|---|
| Grad/Općina                       | Željezničke pruge (u km) |               |                | Ceste (u km)          |                      |         |        |                | Ukupna duljina željeznica i cesta | Gustoća prometnica | Ukupni bodovi "Željezničke i cestovne prometnice" |
|                                   | Jednokolosječne          | Dvokolosječne | Ukupno duljina | Autoceste/b rza cesta | Državne i županijske | Lokalne | Ostale | Ukupna duljina |                                   |                    |   |
| Bedenica                          | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 8,12                 | 13,32   | 0,00   | 21,44          | 21,44                             | 1,00               | 3   |
| Bistra                            | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 10,13                 | 23,77                | 8,67    | 3,49   | 46,06          | 46,06                             | 0,87               | 2   |
| Brckovljani                       | 9,18                     | 0,00          | 9,18           | 0,00                  | 20,71                | 20,54   | 10,18  | 51,43          | 60,61                             | 0,87               | 2   |
| Brdovec                           | 2,44                     | 7,46          | 17,36          | 0,00                  | 21,51                | 13,00   | 7,23   | 41,74          | 59,10                             | 1,59               | 5   |
| Dubrava                           | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 31,67                | 42,44   | 15,03  | 89,14          | 89,14                             | 0,77               | 1   |
| Dubravica                         | 4,75                     | 0,00          | 4,75           | 0,00                  | 7,82                 | 5,72    | 2,88   | 16,42          | 21,17                             | 1,03               | 3   |
| Dugo Selo                         | 10,91                    | 3,28          | 17,47          | 0,00                  | 14,54                | 30,36   | 0,00   | 44,90          | 62,37                             | 1,15               | 4   |
| Farkaševac                        | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 18,90                | 25,68   | 9,60   | 54,18          | 54,18                             | 0,73               | 1   |
| Gradec                            | 11,95                    | 0,00          | 11,95          | 27,00                 | 29,24                | 29,43   | 11,25  | 96,92          | 108,87                            | 1,22               | 4   |
| Ivanić-Grad                       | 13,15                    | 0,00          | 13,15          | 33,65                 | 41,11                | 48,03   | 39,74  | 162,53         | 175,68                            | 1,01               | 3   |
| Jakovlje                          | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 12,41                 | 27,53                | 2,29    | 7,98   | 50,21          | 50,21                             | 1,41               | 5   |
| Jastrebarsko                      | 11,41                    | 0,00          | 11,41          | 20,16                 | 63,47                | 88,52   | 24,89  | 197,04         | 208,45                            | 0,92               | 2   |
| Klinča Sela                       | 3,34                     | 0,00          | 3,34           | 11,06                 | 12,13                | 42,37   | 4,95   | 70,51          | 73,85                             | 0,96               | 2   |
| Kloštar Ivanić                    | 2,77                     | 0,00          | 2,77           | 0,00                  | 19,96                | 28,97   | 21,11  | 70,04          | 72,81                             | 0,94               | 2   |
| Krašić                            | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 25,54                | 24,48   | 11,45  | 61,47          | 61,47                             | 0,86               | 2   |
| Kravarско                         | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 1,06                  | 17,31                | 31,75   | 13,01  | 63,13          | 63,13                             | 1,08               | 3   |
| Križ                              | 8,33                     | 0,00          | 8,33           | 17,50                 | 22,91                | 30,45   | 49,14  | 120,00         | 128,33                            | 1,09               | 3   |
| Luka                              | 4,80                     | 0,00          | 4,80           | 0,00                  | 6,28                 | 9,21    | 4,15   | 19,64          | 24,44                             | 1,41               | 4   |
| Marija Gorica                     | 2,24                     | 0,00          | 2,24           | 0,00                  | 17,14                | 6,19    | 4,14   | 27,47          | 29,71                             | 1,73               | 5   |
| Orle                              | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 20,56                | 15,10   | 3,04   | 38,70          | 38,70                             | 0,66               | 1   |
| Pisarovina                        | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 46,25                | 47,50   | 10,00  | 103,75         | 103,75                            | 0,71               | 1   |
| Pokupsko                          | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 34,51                | 31,15   | 17,57  | 83,23          | 83,23                             | 0,79               | 1   |
| Preseka                           | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 18,40                | 17,54   | 1,63   | 37,57          | 37,57                             | 0,81               | 1   |
| Pušća                             | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 15,79                | 5,91    | 5,81   | 27,51          | 27,51                             | 1,62               | 5   |
| Rakovec                           | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 1,45                  | 12,27                | 14,27   | 7,93   | 35,92          | 35,92                             | 1,03               | 3   |
| Rugvica                           | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 54,13                 | 33,73                | 32,60   | 15,63  | 136,09         | 136,09                            | 1,45               | 5   |
| Samobor                           | 1,50                     | 0,00          | 1,30           | 17,58                 | 79,17                | 151,12  | 52,72  | 300,59         | 301,89                            | 1,20               | 4   |
| Stupnik                           | 3,37                     | 0,00          | 3,37           | 0,00                  | 9,49                 | 12,35   | 5,31   | 27,15          | 30,52                             | 1,23               | 4   |
| Sveta Nedelja                     | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 19,45                 | 24,09                | 20,96   | 8,73   | 73,23          | 73,23                             | 1,84               | 5   |
| Sveti Ivan Zelina                 | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 46,00                 | 72,74                | 87,22   | 28,76  | 234,72         | 234,72                            | 1,26               | 4   |
| Velika Gorica                     | 23,02                    | 0,00          | 23,02          | 63,52                 | 134,32               | 136,57  | 57,07  | 391,48         | 414,50                            | 1,27               | 4   |
| Vrbovec                           | 13,10                    | 0,00          | 13,10          | 33,70                 | 54,32                | 58,54   | 12,64  | 159,20         | 172,30                            | 1,07               | 3   |
| Zaprešić                          | 12,17                    | 5,01          | 22,19          | 16,59                 | 28,31                | 18,25   | 6,13   | 69,28          | 91,47                             | 1,70               | 5   |
| Žumberak                          | 0,00                     | 0,00          | 0,00           | 0,00                  | 32,97                | 21,69   | 45,98  | 100,64         | 100,64                            | 0,91               | 2   |

| Naziv                              | Razred        | Bodovi |
|------------------------------------|---------------|--------|
| Gustoća prometnica po gradu/općini | >=0,66 <=0,85 | 1      |
|                                    | >0,85 <=0,98  | 2      |
|                                    | >0,98 <=1,11  | 3      |
|                                    | >1,11 <=1,41  | 4      |
|                                    | >1,41         | 5      |

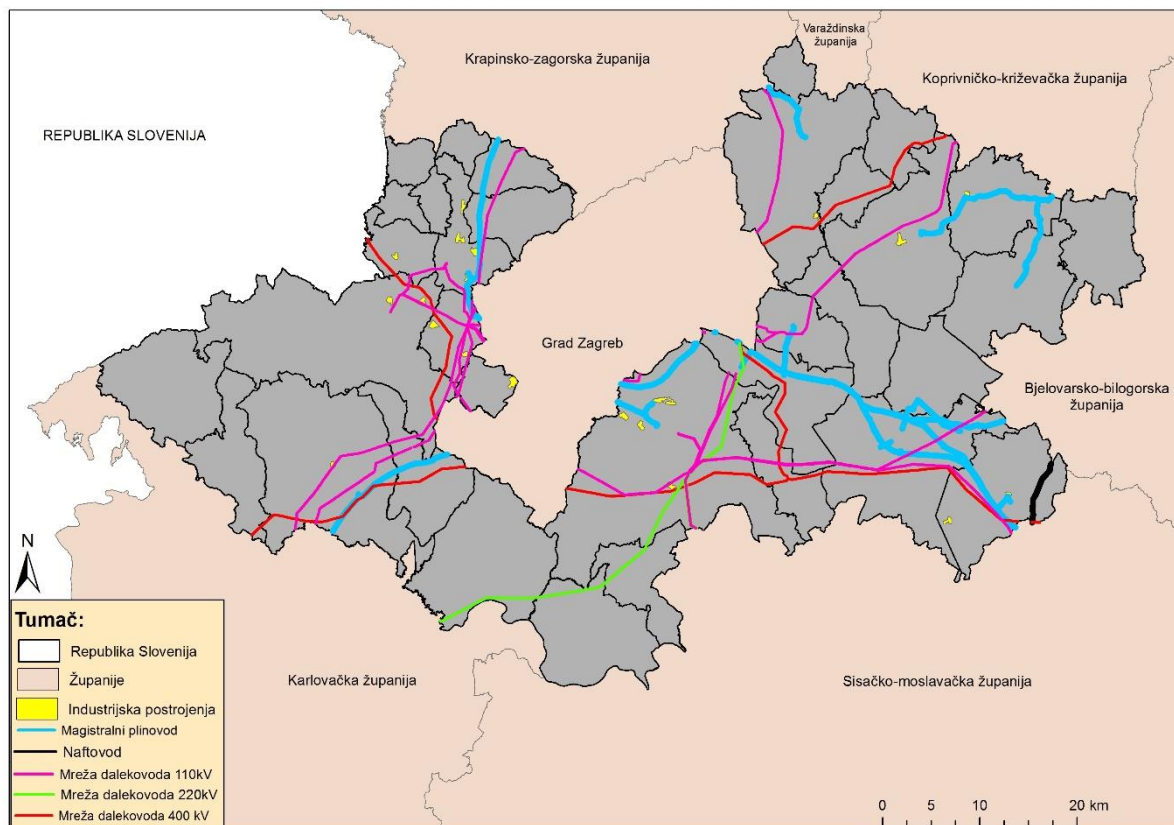
Slika 24.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o željezničkim i cestovnim prometnicama

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Bodovanjem podataka o željezničkim i cestovnim prometnicama dobiven je rezultat gdje na temelju gustoće prometnica najveću izloženost imaju općine Brdovec, Jakovlje, Marija Gorica, Pušća i Rugvica te gradovi Sveta Nedelja i Zaprešić (Slika 24.).

### 4. 2. 3. Industrijska i energetska infrastruktura

Sljedeća skupina podataka u analizi procjene izloženosti jesu podaci o prostornom rasporedu industrijske i energetske infrastrukture (Slika 25.). U toj grupi podataka uključena je površina industrijskih postrojenja (izraženo u hektarima), podaci o duljini naftovoda i magistralnih plinovoda (izraženo u kilometrima) te podaci o duljini dalekovoda koji uključuju vodove napona 400 kV, 220 kV i 110 kV (izražene u kilometrima).



Slika 25.: Prostorni raspored industrijske i energetske infrastrukture u Zagrebačkoj županiji  
Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Budući da se u ovoj skupini nalaze tri različite grupe podataka, svaka je grupa posebno bodovana. Nakon toga, bodovi sve tri grupe zbrojeni su u ukupne bodove za skupinu podataka „Industrijska i energetska infrastruktura“. Najveću izloženost ima grad Velika Gorica (15 bodova) te općina Križ (12 bodova). Općine koje nemaju značajnih industrijskih postrojenja te kroz koje ne prolaze trase naftovoda, magistralnih plinovoda i dalekovoda visokog napona nisu izložene po ovim elementima te im je dodijeljeno 0 bodova. (Slika 26.).

| Industrijska i energetska infrastruktura |                                 |        |                |                             |                                      |        |                             |                             |                             |                                 |        |  |
|--|---------------------------------|--------|----------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------|--|
| Grad/Općina                              | Industrijska postrojenja (u ha) | Bodovi | Naftovodi (km) | Plinovod-magistralni (u km) | Ukupna duljina naftovoda i plinovoda | Bodovi | Električna mreža 400kV (km) | Električna mreža 220kV (km) | Električna mreža 110kV (km) | Ukupna duljina električne mreže | Bodovi | Ukupni bodovi "Industrijska i energetska infrastruktura" |
| Bedenica                                 | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 0  |
| Bistra                                   | 0,00                            | 0      | 0,00           | 4,76                        | 4,76                                 | 2      | 0,00                        | 0,00                        | 4,65                        | 4,65                            | 1      | 3  |
| Brckovljani                              | 0,00                            | 0      | 0,00           | 2,62                        | 2,62                                 | 1      | 0,00                        | 0,00                        | 4,23                        | 4,23                            | 1      | 2  |
| Brdovec                                  | 29,48                           | 2      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 5,04                        | 0,00                        | 2,61                        | 7,65                            | 2      | 4  |
| Dubrava                                  | 0,00                            | 0      | 0,00           | 6,32                        | 6,32                                 | 3      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 3  |
| Dubravica                                | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 0  |
| Dugo Selo                                | 0,00                            | 0      | 0,00           | 2,89                        | 2,89                                 | 1      | 0,00                        | 0,00                        | 10,59                       | 10,59                           | 3      | 4  |
| Farkaševac                               | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 0  |
| Gradec                                   | 25,34                           | 1      | 0,00           | 16,18                       | 16,18                                | 4      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 5  |
| Ivanić-Grad                              | 0,00                            | 0      | 0,00           | 64,55                       | 64,55                                | 5      | 13,49                       | 0,00                        | 29,87                       | 43,36                           | 5      | 10   |
| Jakovlje                                 | 0,00                            | 0      | 0,00           | 5,91                        | 5,91                                 | 3      | 0,00                        | 0,00                        | 5,82                        | 5,82                            | 2      | 5  |
| Jastrebarsko                             | 27,03                           | 2      | 0,00           | 9,63                        | 9,63                                 | 4      | 15,84                       | 0,00                        | 25,17                       | 41,01                           | 5      | 11   |
| Klinča Sela                              | 0,00                            | 0      | 0,00           | 5,53                        | 5,53                                 | 3      | 7,61                        | 0,00                        | 6,23                        | 13,84                           | 3      | 6  |
| Kloštar Ivanić                           | 0,00                            | 0      | 0,00           | 5,25                        | 5,25                                 | 2      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 2  |
| Krašić                                   | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 1,21                        | 0,00                        | 0,00                        | 1,21                            | 1      | 1  |
| Kravarско                                | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 5,69                        | 0,00                        | 5,69                            | 2      | 2  |
| Križ                                     | 63,77                           | 3      | 6,62           | 26,17                       | 32,79                                | 5      | 9,58                        | 0,00                        | 8,97                        | 18,55                           | 4      | 12   |
| Luka                                     | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 0  |
| Marjta Gorica                            | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 0  |
| Orle                                     | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 9,85                        | 0,00                        | 8,45                        | 18,30                           | 4      | 4  |
| Pisarovina                               | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 10,71                       | 0,00                        | 10,71                           | 3      | 3  |
| Pokupsko                                 | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 6,72                        | 0,00                        | 6,72                            | 2      | 2  |
| Preseka                                  | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 6,60                        | 0,00                        | 0,00                        | 6,60                            | 2      | 2  |
| Pušća                                    | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 0  |
| Rakovec                                  | 0,53                            | 1      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 8,97                        | 0,00                        | 0,00                        | 8,97                            | 3      | 4  |
| Rugvica                                  | 0,00                            | 0      | 0,00           | 37,37                       | 37,37                                | 5      | 13,63                       | 4,13                        | 10,44                       | 28,20                           | 4      | 9  |
| Samobor                                  | 95,00                           | 5      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 10,60                       | 0,00                        | 23,33                       | 33,93                           | 5      | 10   |
| Stupnik                                  | 73,03                           | 4      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 0,00                        | 5,01                        | 5,01                            | 1      | 5  |
| Sveta Nedelja                            | 78,54                           | 4      | 0,00           | 2,94                        | 2,94                                 | 1      | 7,23                        | 0,00                        | 38,27                       | 45,50                           | 5      | 10   |
| Sveti Ivan Zelina                        | 30,65                           | 3      | 0,00           | 7,56                        | 7,56                                 | 4      | 6,70                        | 0,00                        | 15,65                       | 22,35                           | 4      | 11   |
| Velika Gorica                            | 248,18                          | 5      | 0,00           | 26,56                       | 26,56                                | 5      | 21,16                       | 31,84                       | 67,69                       | 120,69                          | 5      | 15   |
| Vrbovec                                  | 64,03                           | 3      | 0,00           | 4,12                        | 4,12                                 | 2      | 1,41                        | 0,00                        | 24,84                       | 26,25                           | 4      | 9  |
| Zaprešić                                 | 171,66                          | 5      | 0,00           | 7,26                        | 7,26                                 | 3      | 0,00                        | 0,00                        | 10,29                       | 10,29                           | 3      | 11   |
| Žumberak                                 | 0,00                            | 0      | 0,00           | 0,00                        | 0,00                                 | 0      | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                            | 0      | 0  |

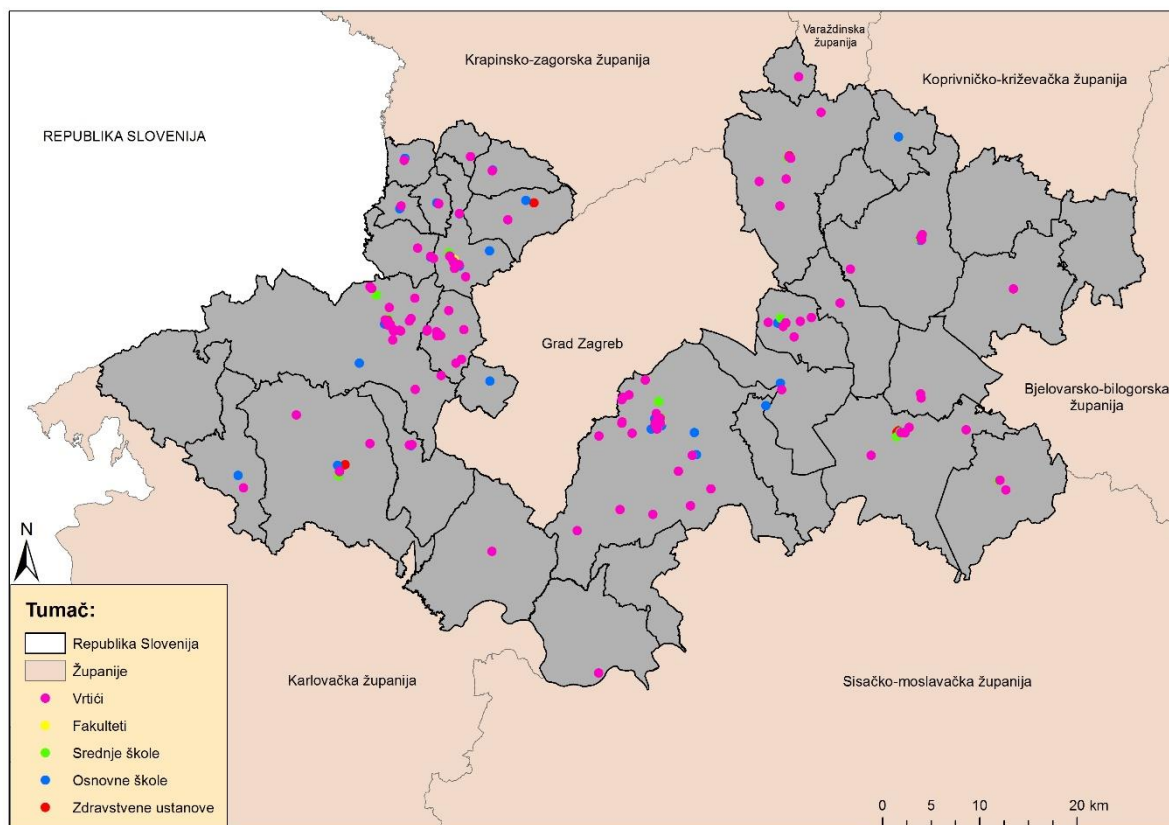
| Naziv                              | Razred         | Bodovi | Naziv                         | Razred        | Bodovi | Naziv                    | Razred         | Bodovi |
|------------------------------------|----------------|--------|-------------------------------|---------------|--------|--------------------------|----------------|--------|
|                                    | 0              | 0      |                               | 0             | 0      |                          | 0              | 0      |
| Površina industrijskih postrojenja | >=0,53 <=26,02 | 1      | Duljina naftovoda i plinovoda | >=2,62 <=3,41 | 1      | Duljina električne mreže | >=1,21 <=5,55  | 1      |
|                                    | >26,02 <=30,42 | 2      |                               | >3,41 <=5,47  | 2      |                          | >5,55 <=8,44   | 2      |
|                                    | >30,42 <=65,83 | 3      |                               | >5,47 <=7,32  | 3      |                          | >8,44 <=15,62  | 3      |
|                                    | >65,83 <=88,42 | 4      |                               | >7,32 <=22,41 | 4      |                          | >15,62 <=29,35 | 4      |
|                                    | >88,42         | 5      |                               | >22,41        | 5      |                          | >29,35         | 5      |

Slika 26.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o industrijskoj i energetsnoj infrastrukturi

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

#### 4. 2. 4. Javne djelatnosti

Sljedeća skupina podataka jesu podaci o javnim djelatnostima na području grada ili općine. Kao najznačajnije javne djelatnosti u analizi na razini županije uzeti su podaci o broju zdravstveni ustanova (bolnica), broj osnovnih škola i srednjih škola, broj visoko obrazovnih ustanova i broj vrtića (Slika 27.). Prostori u kojima boravi veći broj ljudi predstavlja veliku izloženost mogućim neželjenim događajima, a navedeni prostori su jedni o takvih. Uz to, u navedenim prostorima borave ranjive skupine ljudi poput pacijenata u bolnicama, djece u vrtićima i školama što predstavlja otežane uvjete prilikom spašavanja u eventualnim neželjenim događajima.



Slika 27.: Prostorni raspored objekata javnih djelatnosti u Zagrebačkoj županiji

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

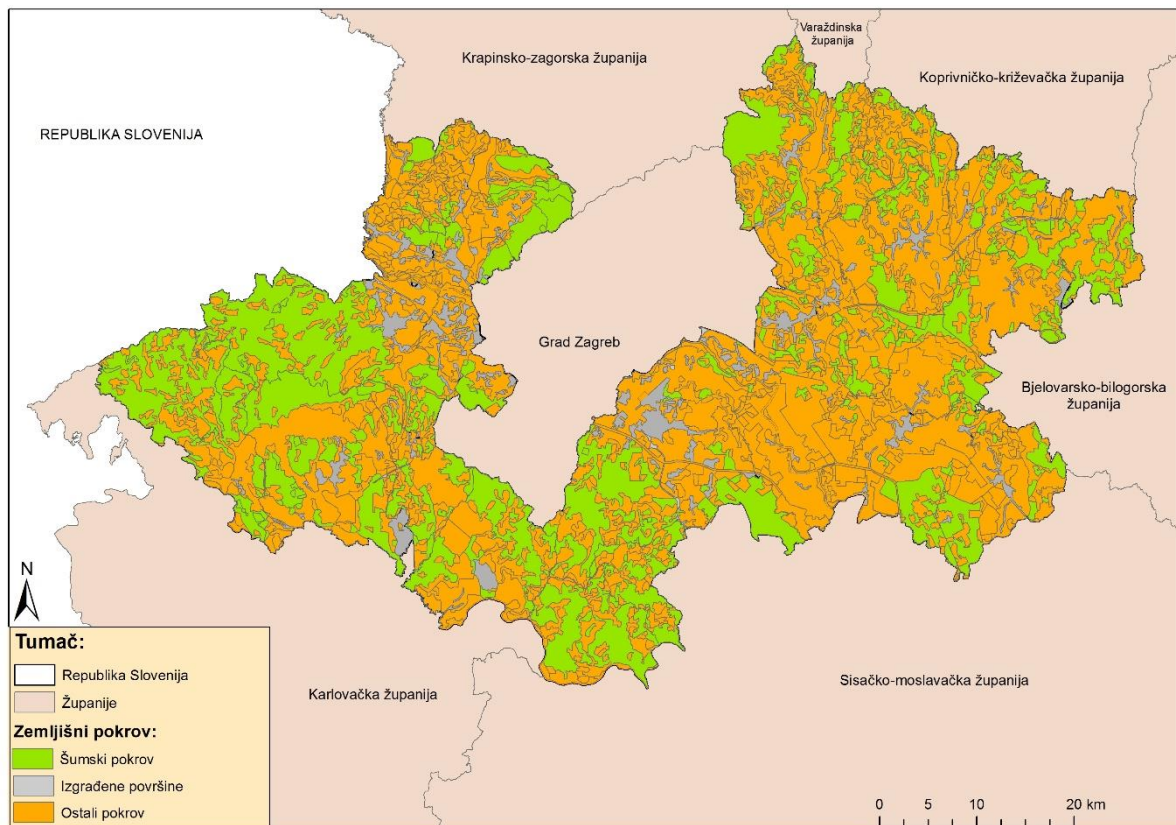
Bodovanje ove skupine podataka napravljeno je tako da je broj zdravstvenih ustanova, obrazovnih ustanova, visoko obrazovnih ustanova te vrtića po gradovima/općinama zbrojen u ukupan broj svih navedenih ustanova po gradu/općini. Bodovanjem podataka o javnim djelatnostima najizloženiji je grad Velika Gorica (5 bodova), koji ima 40 ustanova, a posebno treba istaknuti da je od tog broja 24 vrtića. Općine koje imaju jedan od analiziranih objekta javne djelatnosti najmanje su izložene, dok općinama koje nemaju analizirane objekte javnih djelatnosti nisu izložene te im je dodijeljeno 0 bodova (Slika 28.).

| Javne djelatnosti |                      |               |               |                          |                      |                      |                                   |
|-------------------|----------------------|---------------|---------------|--------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|
|                   | Zdravstvo            | Školstvo      |               | Visoko obrazovanje       | Predškoolstvo        |                      |                                   |
| Grad/Općina       | Zdravstvene ustanove | Osnovne škole | Srednje škole | Visokoobrazovne ustanove | Vrtići               | Ukupan broj ustanova | Ukupni bodovi "Javne djelatnosti" |
| Bedenica          | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 1                    | 1                    | 1                                 |
| Bistra            | 1                    | 1             | 0             | 0                        | 1                    | 3                    | 1                                 |
| Brckovljani       | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 1                    | 1                    | 1                                 |
| Brdovec           | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 3                    | 4                    | 1                                 |
| Dubrava           | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 1                    | 1                    | 1                                 |
| Dubravica         | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 1                    | 2                    | 1                                 |
| Dugo Selo         | 1                    | 1             | 1             | 0                        | 6                    | 9                    | 2                                 |
| Farkaševac        | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 0                    | 0                    | 0                                 |
| Gradec            | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 0                    | 0                    | 0                                 |
| Ivanić-Grad       | 2                    | 1             | 2             | 0                        | 5                    | 10                   | 2                                 |
| Jakovlje          | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 1                    | 2                    | 1                                 |
| Jastrebarsko      | 1                    | 1             | 1             | 0                        | 5                    | 8                    | 1                                 |
| Klinča Sela       | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 2                    | 3                    | 1                                 |
| Kloštar Ivanić    | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 2                    | 2                    | 1                                 |
| Krašić            | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 1                    | 2                    | 1                                 |
| Krvarsko          | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 0                    | 0                    | 0                                 |
| Križ              | 0                    | 0             | 1             | 0                        | 2                    | 3                    | 1                                 |
| Luka              | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 1                    | 1                    | 1                                 |
| Marija Gorica     | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 1                    | 2                    | 1                                 |
| Orle              | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 0                    | 1                    | 1                                 |
| Pisarovina        | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 1                    | 1                    | 1                                 |
| Pokupsko          | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 1                    | 1                    | 1                                 |
| Preseka           | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 0                    | 1                    | 1                                 |
| Pušća             | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 2                    | 3                    | 1                                 |
| Rakovec           | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 0                    | 0                    | 0                                 |
| Rugvica           | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 1                    | 2                    | 1                                 |
| Samobor           | 1                    | 4             | 5             | 0                        | 18                   | 28                   | 4                                 |
| Stupnik           | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 0                    | 1                    | 1                                 |
| Sveta Nedelja     | 0                    | 1             | 0             | 0                        | 9                    | 10                   | 2                                 |
| Sveti Ivan Zelina | 1                    | 0             | 1             | 0                        | 6                    | 8                    | 1                                 |
| Velika Gorica     | 2                    | 8             | 5             | 1                        | 24                   | 40                   | 5                                 |
| Vrbovec           | 1                    | 1             | 1             | 0                        | 6                    | 9                    | 2                                 |
| Zaprešić          | 1                    | 4             | 1             | 1                        | 9                    | 16                   | 2                                 |
| Žumberak          | 0                    | 0             | 0             | 0                        | 0                    | 0                    | 0                                 |
|                   |                      |               |               |                          |                      |                      |                                   |
|                   |                      |               |               |                          | Naziv                | Razred               | Bodovi                            |
|                   |                      |               |               |                          | Ukupan broj ustanova | 0                    | 0                                 |
|                   |                      |               |               |                          |                      | >=1 <=8              | 1                                 |
|                   |                      |               |               |                          |                      | >8 <=16              | 2                                 |
|                   |                      |               |               |                          |                      | >16 <=24             | 3                                 |
|                   |                      |               |               |                          |                      | >24 <=32             | 4                                 |
|                   |                      |               |               |                          |                      | >32                  | 5                                 |

Slika 28.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o objektima javnih djelatnosti  
Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

#### 4. 2. 5. Zemljišni pokrov

Sljedeća skupina podataka analizirana u procjeni izloženosti je ona o zemljišnom pokrovu. Analiza je obuhvatila šumski pokrov (bjelogorične, crnogorične i mješovite šume) koji se nalazi na području županije, a bodovan je njihov prostorni obuhvat izražen u hektarima po gradovima i općinama (Slika 29.).



Slika 29.: Prostorni raspored šumskog pokrova u Zagrebačkoj županiji

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje; Corine Land Cover, 2012.

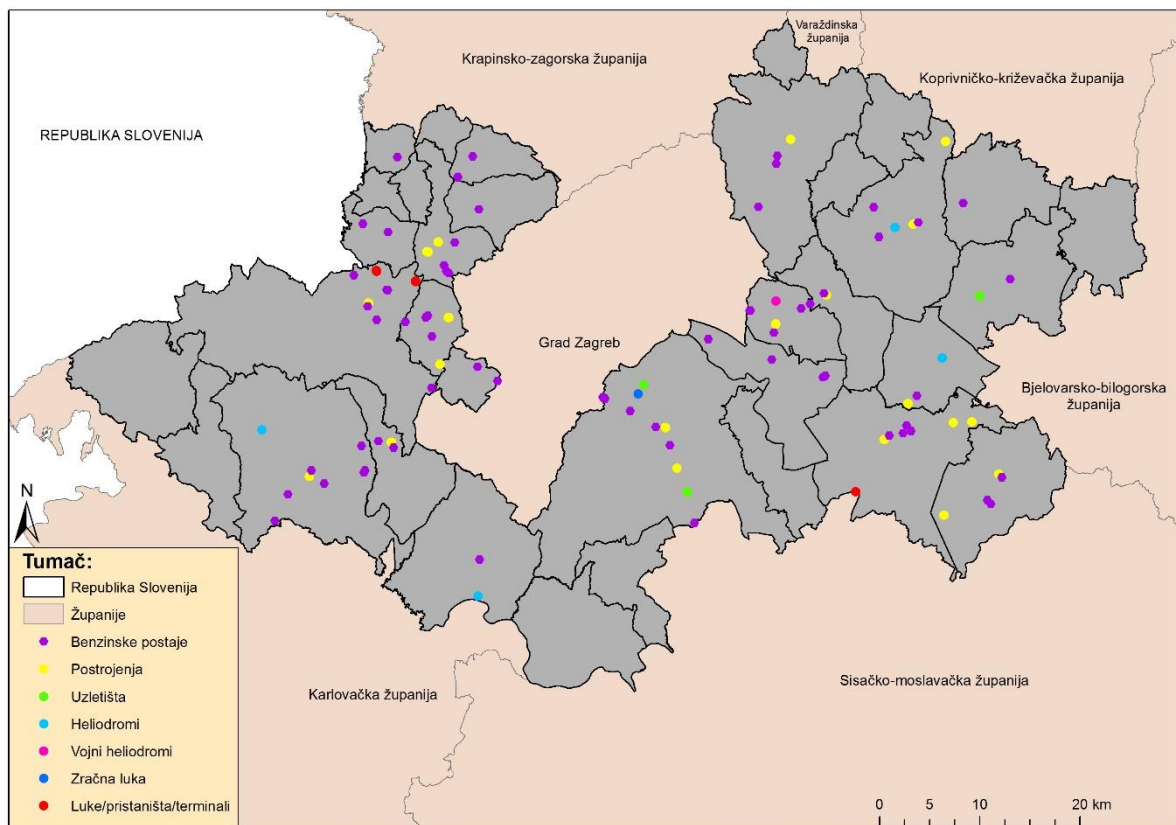
Bodovanje ove skupine podataka napravljeno je tako da je površina bjelogorične, crnogorične i mješovite šume koja se prostire na području grada ili općine zbrojena u ukupnu površinu šuma po gradu/općini. Zatim je izračunata gustoća šume po gradu/općini te su bodovi dodijeljeni na temelju gustoće šuma. Bodovanjem gustoće šuma, najizloženiji je grad Zaprešić te općine Bistra, Klinča Sela, Krašić, Pokupsko, Kravarsko te Žumberak (Slika 30.).





#### 4. 2. 6. Posebno osjetljiva infrastruktura

Posljednja skupina podataka u analizi procjene izloženosti je o prostornom rasporedu objekata posebno osjetljive infrastrukture (Slika 31.), gdje su korišteni podaci o broju riječnih luka, pristaništa i terminala, zatim podaci o broju postrojenja (rafinerije, plinska postrojenja, električna postrojenja), broj zračnih luka, uzletišta i heliodroma te broju benzinskih crpki. Za analizu za razini županije korišteni su podaci o infrastrukturi koji su najznačajniji te koji predstavljaju najveću opasnost u poremećaju funkcija županije i gdje se očekuje angažiranje najvećeg broja operativnih snaga u slučaju izbijanja požara.



Slika 31.: Prostorni raspored objekata posebno osjetljive infrastrukture u Zagrebačkoj županiji  
Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Bodovanje ove skupine podataka napravljeno je tako da je broj riječnih luka, pristaništa i terminala, postrojenja, zračnih luka, uzletišta i heliodroma te benzinskih crpki zbrojen u ukupan broj svih navedenih objekata po gradu/općini. Bodovanjem podataka o posebno osjetljivoj infrastrukturi najizloženiji su gradovi Ivanić-Grad, Samobor i Velika Gorica. Općine

u kojima nisu zabilježeni podaci o analiziranoj posebno osjetljivoj infrastrukturi nisu izložene po ovim elementima te im je dodijeljeno 0 bodova (Slika 32.).

| Posebno osjetljiva infrastruktura |                                  |                  |   |  |  |   |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------|---|--|--|---|
| Grad/Općina                       | Broj luka/pristaništa /terminala | Broj postrojenja | Broj zračnih luka/uzletišta /heliograma | Broj benzinskih postaja                  | Ukupan broj objekata posebno osjetljive infrastrukture | Ukupni bodovi "Posebno osjetljiva infrastruktura" |
| Bedenica                          | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Bistra                            | 0                                | 0                | 0                                       | 1  | 1  | 1   |
| Brckovljani                       | 0                                | 2                | 0                                       | 1  | 3  | 2   |
| Brdovec                           | 0                                | 0                | 0                                       | 2  | 2  | 1   |
| Dubrava                           | 0                                | 0                | 1                                       | 1  | 2  | 1   |
| Dubravica                         | 0                                | 0                | 0                                       | 1  | 1  | 1   |
| Dugo Selo                         | 0                                | 3                | 1                                       | 5  | 9  | 4   |
| Farkaševac                        | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Gradec                            | 0                                | 0                | 0                                       | 1  | 1  | 1   |
| Ivanić-Grad                       | 1                                | 7                | 0                                       | 4  | 12   | 5   |
| Jakovlje                          | 0                                | 0                | 0                                       | 3  | 3  | 2   |
| Jastrebarsko                      | 0                                | 3                | 1                                       | 7  | 11   | 4   |
| Klinča Sela                       | 0                                | 3                | 0                                       | 2  | 5  | 2   |
| Kloštar Ivanić                    | 0                                | 3                | 1                                       | 1  | 5  | 2   |
| Krašić                            | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Kravarско                         | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Križ                              | 0                                | 6                | 0                                       | 3  | 9  | 4   |
| Luka                              | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Marija Gorica                     | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Orle                              | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Pisarovina                        | 0                                | 0                | 1                                       | 1  | 2  | 1   |
| Pokupsko                          | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Preseka                           | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Pušća                             | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Rakovec                           | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
| Rugvica                           | 1                                | 0                | 0                                       | 4  | 5  | 2   |
| Samobor                           | 4                                | 3                | 0                                       | 6  | 13   | 5   |
| Stupnik                           | 0                                | 0                | 0                                       | 2  | 2  | 1   |
| Sveta Nedelja                     | 0                                | 5                | 0                                       | 4  | 9  | 4   |
| Sveti Ivan Zelina                 | 0                                | 2                | 0                                       | 3  | 5  | 2   |
| Velika Gorica                     | 0                                | 4                | 4                                       | 6  | 14   | 5   |
| Vrbovec                           | 0                                | 4                | 1                                       | 3  | 8  | 3   |
| Zaprešić                          | 0                                | 5                | 0                                       | 4  | 9  | 4   |
| Žumberak                          | 0                                | 0                | 0                                       | 0  | 0  | 0   |
|                                   |                                  |                  |   |  |  |   |
|                                   |                                  |                  |   | <i>Naziv</i>                             | <i>Razred</i>  | <i>Bodovi</i>                                     |
|                                   |                                  |                  |   | <i>Posebno osjetljiva infrastruktura</i> | $\geq 1 \leq 2,8$                                      | 1   |
|                                   |                                  |                  |   |  | $> 2,8 \leq 5,6$                                       | 2   |
|                                   |                                  |                  |   |  | $> 5,6 \leq 8,4$                                       | 3   |
|                                   |                                  |                  |   |  | $> 8,4 \leq 11,2$                                      | 4   |
|                                   |                                  |                  |   |  | $> 11,2$   | 5   |

Slika 32.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o posebno osjetljivoj infrastrukturi

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

#### 4. 2. 7. Procjena izloženosti

Stupanj izloženosti gradova i općina izrađen je u završnoj *Microsoft Excel* tablici. Bodovi svih šest skupina podataka uneseni su u novu kolonu (Sveukupno bodova „Izloženost“) završne tablice (Slika 33.). Stupanj izloženosti određen je na temelju težine. Težina predstavlja bodove od 1 do 5, gdje je 1 najmanja težina, odnosno vrlo nizak stupanj izloženosti, dok je 5 najveća težina, odnosno vrlo visok stupanj izloženosti. Iznimno, razredi su određeni na temelju srednje vrijednosti i standardne devijacije iz sveukupnih bodova izloženosti. Bodovi su dodijeljeni korištenjem ove dvije statističke metode iz razloga što je više gradova/općina imalo jednak broj bodova te određivanje razreda na temelju kvintila nije adekvatno.

| Izloženost        |                              |                            |  |                                   |                                  |   |                               |            |        |
|-------------------|------------------------------|----------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|------------|--------|
| Grad/Općina       | Ukupna težina "Stanovništvo" | Ukupna težina "Prometnice" | Ukupna težina "Industrijska i energetska infrastruktura" | Ukupna težina "Javne djelatnosti" | Ukupna težina "Zemljišni pokrov" | Ukupna težina "Posebno osjetljiva infrastruktura" | Sveukupno bodova "Izloženost" | Izloženost | Indeks |
| Bedenica          | 4                            | 3                          | 0  | 1                                 | 3                                | 0   | 11                            | 2          | N      |
| Bistra            | 7                            | 2                          | 3  | 1                                 | 5                                | 1   | 19                            | 3          | S      |
| Brckovljani       | 7                            | 2                          | 2  | 1                                 | 2                                | 2   | 16                            | 3          | S      |
| Brdovec           | 9                            | 5                          | 4  | 1                                 | 1                                | 1   | 21                            | 3          | S      |
| Dubrava           | 5                            | 1                          | 3  | 1                                 | 3                                | 1   | 14                            | 2          | N      |
| Dubravica         | 4                            | 3                          | 0  | 1                                 | 2                                | 1   | 11                            | 2          | N      |
| Dugo Selo         | 10                           | 4                          | 4  | 2                                 | 1                                | 4   | 25                            | 4          | V      |
| Farkaševac        | 3                            | 1                          | 0  | 0                                 | 3                                | 0   | 7                             | 2          | N      |
| Gradec            | 4                            | 4                          | 5  | 0                                 | 2                                | 1   | 16                            | 3          | S      |
| Ivanić-Grad       | 8                            | 3                          | 10   | 2                                 | 1                                | 5   | 29                            | 4          | V      |
| Jakovlje          | 8                            | 5                          | 5  | 1                                 | 4                                | 2   | 25                            | 4          | V      |
| Jastrebarsko      | 8                            | 2                          | 11   | 1                                 | 4                                | 4   | 30                            | 4          | V      |
| Klinča Sela       | 7                            | 2                          | 6  | 1                                 | 5                                | 2   | 23                            | 3          | S      |
| Kloštar Ivanić    | 7                            | 2                          | 2  | 1                                 | 2                                | 2   | 16                            | 3          | S      |
| Krašić            | 5                            | 2                          | 1  | 1                                 | 5                                | 0   | 14                            | 2          | N      |
| Kravarско         | 4                            | 3                          | 2  | 0                                 | 5                                | 0   | 14                            | 2          | N      |
| Križ              | 6                            | 3                          | 12   | 1                                 | 1                                | 4   | 27                            | 4          | V      |
| Luka              | 5                            | 4                          | 0  | 1                                 | 2                                | 0   | 12                            | 2          | N      |
| Marija Gorica     | 5                            | 5                          | 0  | 1                                 | 3                                | 0   | 14                            | 2          | N      |
| Orle              | 2                            | 1                          | 4  | 1                                 | 4                                | 0   | 12                            | 2          | N      |
| Pisarovina        | 3                            | 1                          | 3  | 1                                 | 4                                | 1   | 13                            | 2          | N      |
| Pokupsko          | 2                            | 1                          | 2  | 1                                 | 5                                | 0   | 11                            | 2          | N      |
| Preseka           | 2                            | 1                          | 2  | 1                                 | 3                                | 0   | 9                             | 2          | N      |
| Pučća             | 8                            | 5                          | 0  | 1                                 | 2                                | 0   | 16                            | 3          | S      |
| Rakovec           | 4                            | 3                          | 4  | 0                                 | 2                                | 0   | 13                            | 2          | N      |
| Rugvica           | 6                            | 5                          | 9  | 1                                 | 1                                | 2   | 24                            | 3          | S      |
| Samobor           | 9                            | 4                          | 10   | 4                                 | 4                                | 5   | 36                            | 5          | VV     |
| Stupnik           | 9                            | 4                          | 5  | 1                                 | 4                                | 1   | 24                            | 3          | S      |
| Sveta Nedelja     | 8                            | 5                          | 10   | 2                                 | 3                                | 4   | 32                            | 4          | V      |
| Sveti Ivan Zelina | 8                            | 4                          | 11   | 1                                 | 4                                | 2   | 30                            | 4          | V      |
| Velika Gorica     | 10                           | 4                          | 15   | 5                                 | 4                                | 5   | 43                            | 5          | VV     |
| Vrbovec           | 9                            | 3                          | 9  | 2                                 | 1                                | 3   | 27                            | 4          | V      |
| Zaprešić          | 10                           | 5                          | 11   | 2                                 | 5                                | 4   | 37                            | 5          | VV     |
| Žumberak          | 2                            | 2                          | 0  | 0                                 | 5                                | 0   | 9                             | 2          | N      |

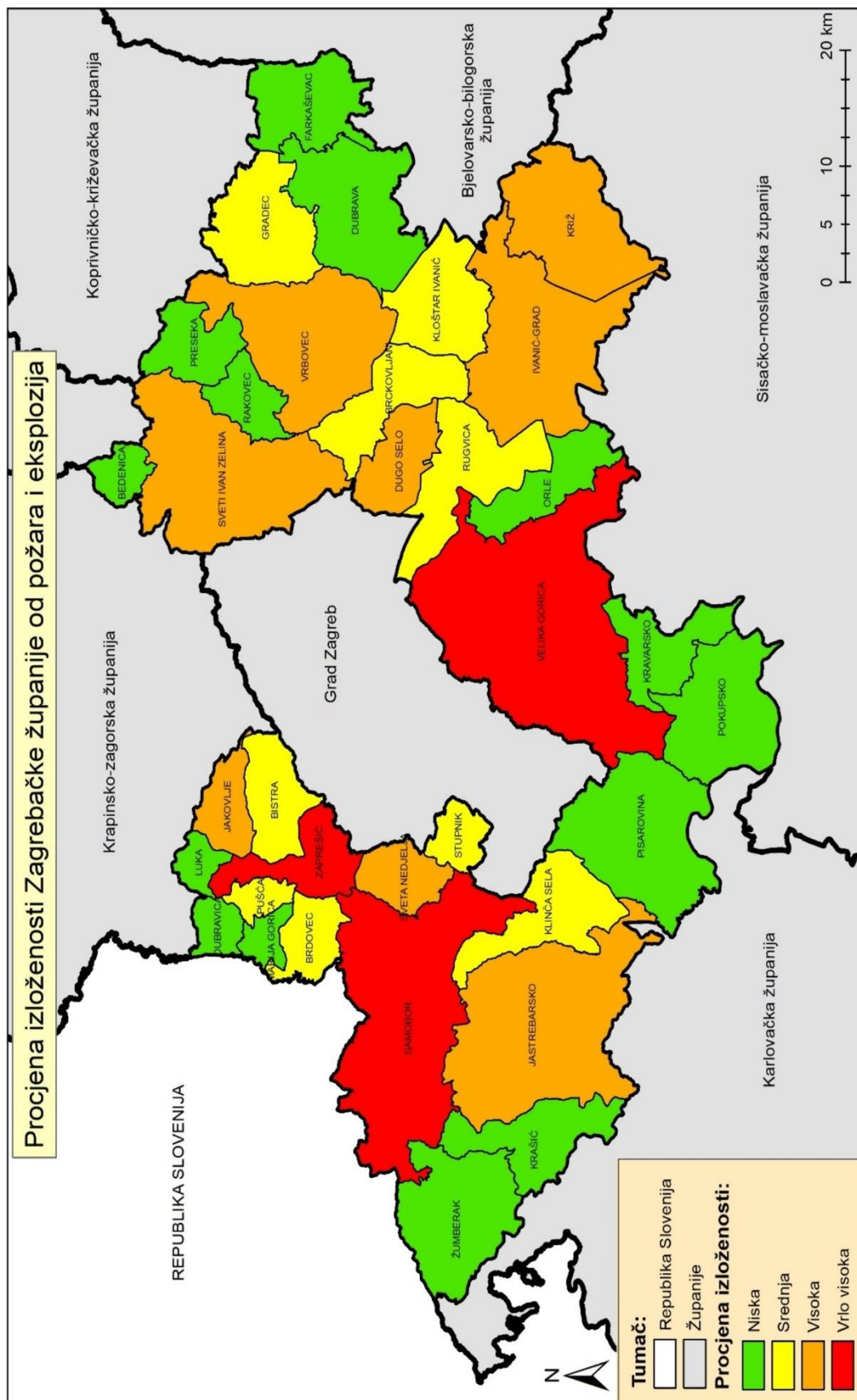
  

| Zabilješke:               |       | Klasifikacija                               | Razred         | Težina | Indeks |
|---------------------------|-------|---|----------------|--------|--------|
| IZLOŽENOST                |       | Vrijednost<br>ukupne težine<br>"Izloženost" | <=6,44         | 1      | VN     |
| Prosjek "Izloženost"      | 20,00 |   | >6,44 <=15,48  | 2      | N      |
| Standardna devijacija     | 9,04  |   | >15,48 <=24,52 | 3      | S      |
| 1/2 standardne devijacije | 4,52  |   | >24,52 <=33,56 | 4      | V      |
|                           |       |   | >33,56         | 5      | VV     |

Slika 33.: Microsoft Excel tablica gdje je izračunat stupanj izloženosti

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Analiza procjene izloženosti pokazala je da su najizloženiji svi gradovi na području Zagrebačke županije, dok općine imaju nizak ili srednji stupanj izloženosti. Najizloženiji su sa vrlo visokim stupnjem izloženosti, gradovi Velika Gorica, Samobor i Zaprešić. Visok stupanj izloženosti imaju gradovi Ivanić-Grad, Sveti Ivan Zelina, Vrbovec, Dugo Selo, Sveta Nedelja te Jastrebarsko. Prema ukupnim bodovima najnižu izloženost imaju općine Farkaševac (7 bodova), Preseka (9 bodova) i Žumberak (9 bodova) (Slika 34.).



Slika 34.: Procjena izloženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija

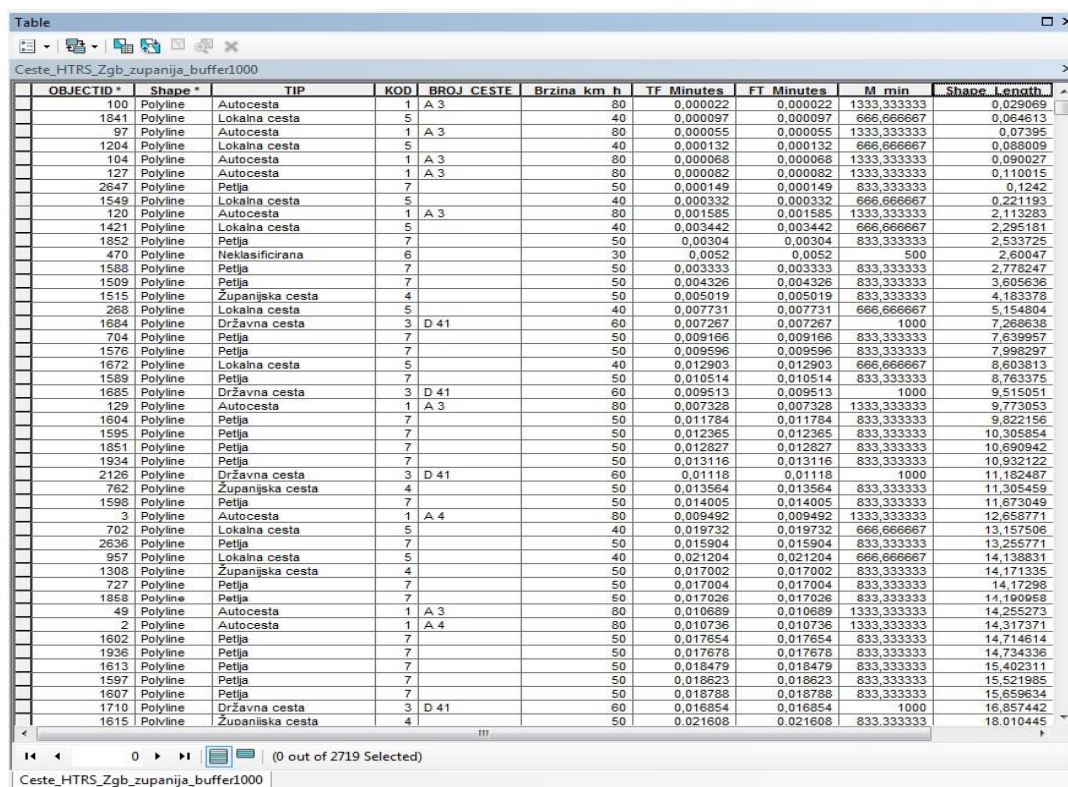
Izvor: Državna uprava za zaštitu i spašavanje

## 4. 3. Analiza procjene otpornosti

Otpornost se može definirati kao sposobnost sustava, zajednice ili društva izloženog opasnostima da se odupre, apsorbira, prilagodi učincima opasnosti i oporavi od njih na učinkovit i pravovremeni način, što podrazumijeva očuvanje i sanaciju nužnih i osnovnih struktura i funkcija (United Nations 2009).

### 4. 3. 1. Analiza dohvata unutar standardnog vremena za intervenciju

Korištenje programskih rješenja za izradu prostornih analiza omogućuje donošenje puno kvalitetnijih odluka u procesu razvoja zaštite stanovništva i materijalnih dobara od požara. Jedan od važnih segmenata u tome je prostorni i vremenski dohvat vatrogasnih postrojbi unutar standardnog vremena za intervenciju od petnaest minuta. Pomoću GIS alata možemo izraditi takve prostorne analize te iste vizualizirati kroz kartografske prikaze. Za izradu takve analize potrebno je imati model (simulaciju) prave cestovne mreže (URL 11) te lokacije vatrogasnih postrojbi.



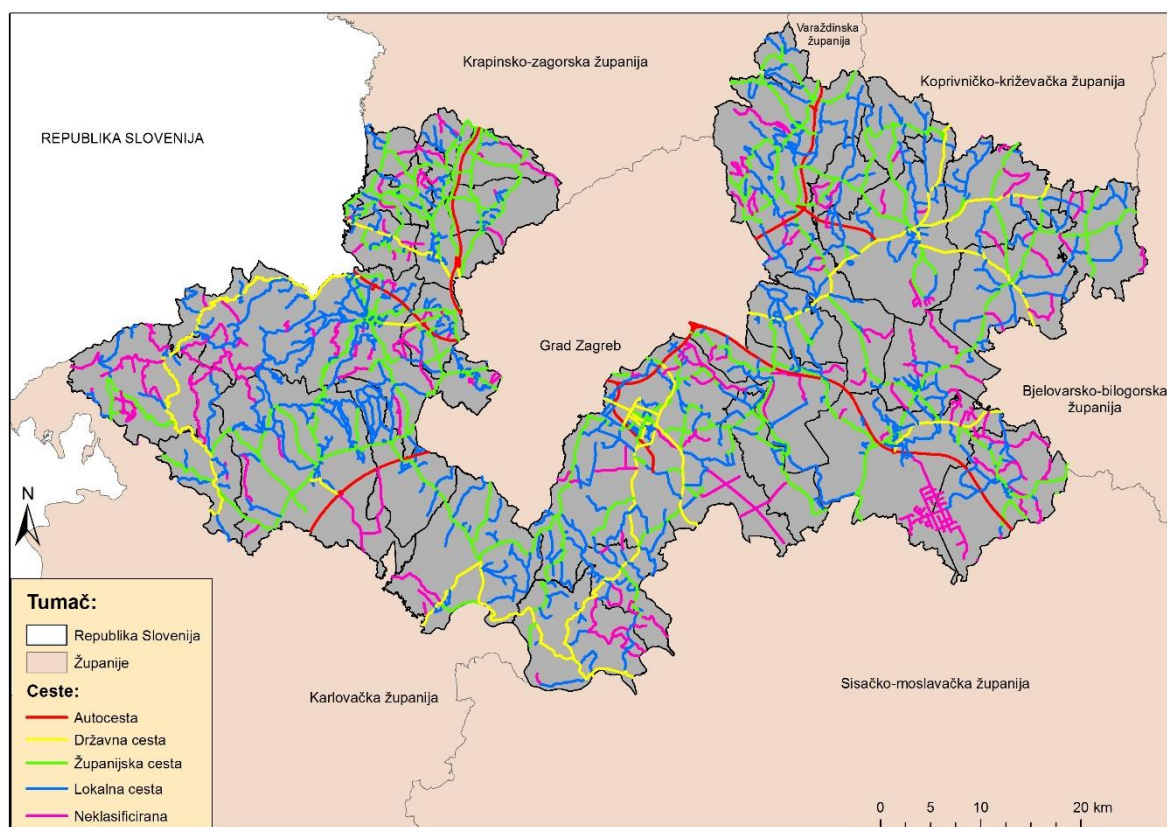
| OBJECTID | Shape    | TIP              | KOD | BROJ CESTE | Brzina km/h | TF Minutes | FT Minutes | M min       | Shape Length |
|----------|----------|------------------|-----|------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|
| 100      | Polyline | Autocesta        | 1   | A 3        | 80          | 0,00022    | 0,00022    | 1333,333333 | 0,029059     |
| 1841     | Polyline | Lokalna cesta    | 5   |            | 40          | 0,00097    | 0,00097    | 666,666667  | 0,064613     |
| 97       | Polyline | Autocesta        | 1   | A 3        | 80          | 0,000055   | 0,000055   | 1333,333333 | 0,07395      |
| 1204     | Polyline | Lokalna cesta    | 5   |            | 40          | 0,000132   | 0,000132   | 666,666667  | 0,088009     |
| 104      | Polyline | Autocesta        | 1   | A 3        | 80          | 0,000068   | 0,000068   | 1333,333333 | 0,090027     |
| 127      | Polyline | Autocesta        | 1   | A 3        | 80          | 0,000052   | 0,000052   | 1333,333333 | 0,110015     |
| 2647     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,000149   | 0,000149   | 833,333333  | 0,1242       |
| 1549     | Polyline | Lokalna cesta    | 5   |            | 40          | 0,000332   | 0,000332   | 666,666667  | 0,221193     |
| 120      | Polyline | Autocesta        | 1   | A 3        | 80          | 0,001585   | 0,001585   | 1333,333333 | 2,113283     |
| 1421     | Polyline | Lokalna cesta    | 5   |            | 40          | 0,003442   | 0,003442   | 666,666667  | 2,295181     |
| 1852     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,00304    | 0,00304    | 833,333333  | 2,533725     |
| 470      | Polyline | Neklasificirana  | 6   |            | 30          | 0,0052     | 0,0052     | 500         | 2,60047      |
| 1568     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,003333   | 0,003333   | 833,333333  | 2,775247     |
| 1509     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,004326   | 0,004326   | 833,333333  | 3,605636     |
| 1515     | Polyline | Županijska cesta | 4   |            | 50          | 0,005019   | 0,005019   | 833,333333  | 4,183378     |
| 268      | Polyline | Lokalna cesta    | 5   |            | 40          | 0,007731   | 0,007731   | 666,666667  | 5,154804     |
| 1684     | Polyline | Državna cesta    | 3   | D 41       | 60          | 0,007267   | 0,007267   | 1000        | 7,268638     |
| 704      | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,009166   | 0,009166   | 833,333333  | 7,639957     |
| 1576     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,009596   | 0,009596   | 833,333333  | 7,998297     |
| 1672     | Polyline | Lokalna cesta    | 5   |            | 40          | 0,012903   | 0,012903   | 666,666667  | 8,603813     |
| 1599     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,010514   | 0,010514   | 833,333333  | 8,763375     |
| 1685     | Polyline | Državna cesta    | 3   | D 41       | 60          | 0,009513   | 0,009513   | 1000        | 9,515051     |
| 129      | Polyline | Autocesta        | 1   | A 3        | 80          | 0,007328   | 0,007328   | 1333,333333 | 9,773053     |
| 1604     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,011784   | 0,011784   | 833,333333  | 9,822156     |
| 1595     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,012365   | 0,012365   | 833,333333  | 10,305854    |
| 1851     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,012827   | 0,012827   | 833,333333  | 10,690942    |
| 1934     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,013116   | 0,013116   | 833,333333  | 10,932122    |
| 2126     | Polyline | Državna cesta    | 3   | D 41       | 60          | 0,01118    | 0,01118    | 1000        | 11,182487    |
| 762      | Polyline | Županijska cesta | 4   |            | 50          | 0,013564   | 0,013564   | 833,333333  | 11,305459    |
| 1598     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,014005   | 0,014005   | 833,333333  | 11,673049    |
| 3        | Polyline | Autocesta        | 1   | A 4        | 80          | 0,009492   | 0,009492   | 1333,333333 | 12,658771    |
| 702      | Polyline | Lokalna cesta    | 5   |            | 40          | 0,019732   | 0,019732   | 666,666667  | 13,157506    |
| 2636     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,015904   | 0,015904   | 833,333333  | 13,255771    |
| 957      | Polyline | Lokalna cesta    | 5   |            | 40          | 0,021204   | 0,021204   | 666,666667  | 14,138831    |
| 1308     | Polyline | Županijska cesta | 4   |            | 50          | 0,017002   | 0,017002   | 833,333333  | 14,171335    |
| 727      | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,017004   | 0,017004   | 833,333333  | 14,17298     |
| 1858     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,017026   | 0,017026   | 833,333333  | 14,190958    |
| 49       | Polyline | Autocesta        | 1   | A 3        | 80          | 0,010689   | 0,010689   | 1333,333333 | 14,255273    |
| 2        | Polyline | Autocesta        | 1   | A 4        | 80          | 0,010736   | 0,010736   | 1333,333333 | 14,317371    |
| 1602     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,017654   | 0,017654   | 833,333333  | 14,714614    |
| 1936     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,017678   | 0,017678   | 833,333333  | 14,734336    |
| 1613     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,018479   | 0,018479   | 833,333333  | 15,402311    |
| 1597     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,018623   | 0,018623   | 833,333333  | 15,521985    |
| 1607     | Polyline | Petlja           | 7   |            | 50          | 0,018788   | 0,018788   | 833,333333  | 15,659634    |
| 1710     | Polyline | Državna cesta    | 3   | D 41       | 60          | 0,016854   | 0,016854   | 1000        | 16,857442    |
| 1615     | Polyline | Županijska cesta | 4   |            | 50          | 0,021608   | 0,021608   | 833,333333  | 18,010445    |

Slika 35.: Atributivna tablica

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Da bi mogli stvoriti model cestovne mreže potrebno je prije toga učiniti dva koraka. U prvom koraku uređujemo podatke koji se nalaze u atributivnoj tablici linijskog sloja cesta, preuzetog iz baze podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje. Atributivna tablica mora sadržavati podatke potrebne za stvaranje modela cestovne mreže, a to su dopuštena brzina kretanja vozila izražena u km/h te duljina ceste izražena u kilometrima (Slika 35)

Cestovna mreža podijeljena je u pet kategorija te su u Zagrebačkoj županiji zastupljene sve kategorije, i to: autoceste, državne ceste, županijske ceste, lokalne ceste i ostale ceste (neklasificirane ceste i petlje) (Slika 36.). U sloju cesta, unutar atributivne tablice, brzina kretanja vozila uređena je tako da na autocesti pridružena brzina kretanja 80 km/h, na državnoj cesti 60 km/h, na županijskoj cesti 50 km/h, na lokalnoj cesti 40 km/h, dok na ostalim cestama brzina iznosi 30 km/h.



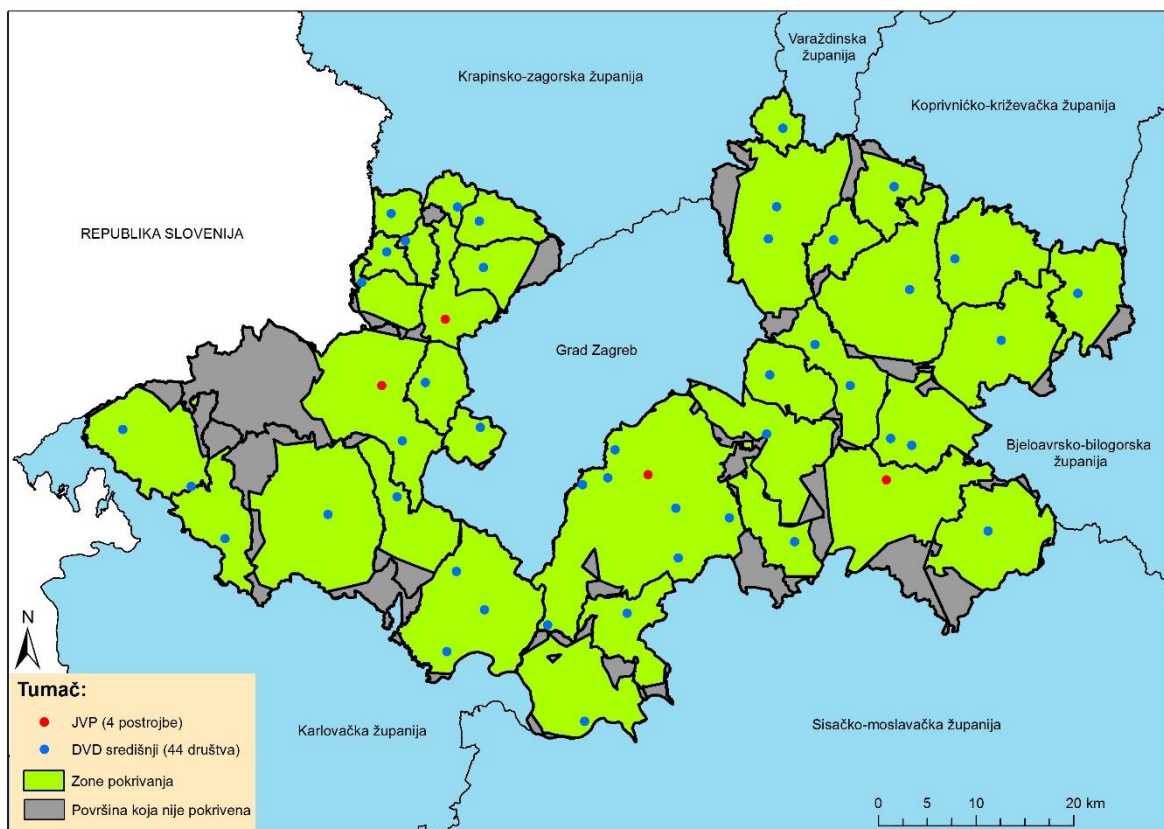
Slika 36.: Prostorni raspored cestovnih prometnica u Zagrebačkoj županiji

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Za izradu modela (simulacije) cestovne mreže korišten je alat *New Network Dataset* te je tako dobiven model poslužio kao osnova za daljnju analizu. Ovakav mrežni model sadrži bitne informacije o prometu poput pozicija nadvožnjaka/podvožnjaka, informacije o zabrani polukružnog okretanja ili informacije o jednosmjernim ulicama. Također, važno je istaknuti da je stvoreni *Network Dataset* samo reprezentacija cestovne mreže.

*New Service Area* je alat s kojim je dobiven prikaz standardnog vremena za intervenciju vatrogasnih postrojbi. Unutar alata potrebno je podesiti određene postavke, odabrati lokacije vatrogasnih postrojbi te podesiti parametre izrade poligona. Rezultat korištenja ovog alata je izlazni poligon koji obuhvaća područja na cestovnoj mreži, odnosno linije (ceste) do kojih je moguće doći u zadanom vremenskom intervalu, u ovom slučaju od petnaest minuta (Slika 37.). Kao lokacije korištene su javne vatrogasne postrojbe te središnja dobrovoljna vatrogasna društva (U analizi je izuzeto Dobrovoljno vatrogasno društvo Velika Gorica jer se nalazi na istoj lokaciji kao Javna vatrogasna postrojba Velika Gorica). Također, kod generiranja poligona odabrana je opcija *Merge by break value* koja omogućuje da se poligoni ne sijeku (granice poligona su jednako udaljene od dvije točke). Ovaj alat je vrlo koristan jer se na temelju izlaznih poligona može koristiti za izračun broja stanovnika ili kolika je obuhvaćena površina pokrivanja u zadanom vremenskom intervalu.

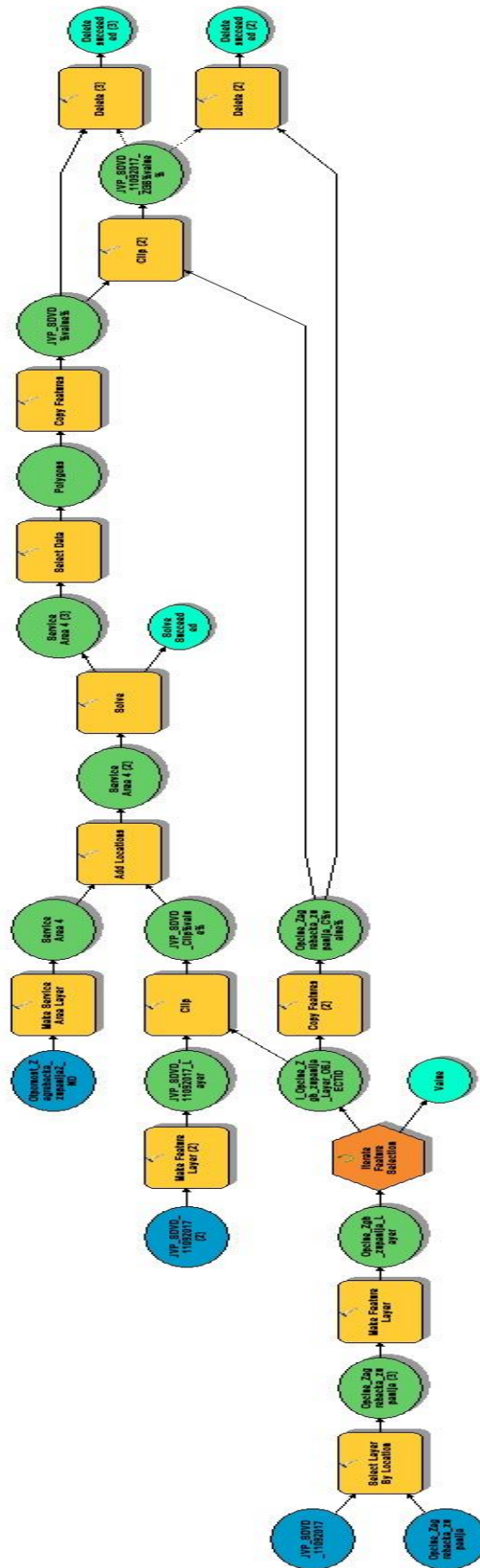




Slika 37.: Servisne zone vatrogasnih postrojbi (JVP i Središnji DVD)

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Za izradu servisnih zona javnih vatrogasnih postrojbi i središnjih vatrogasnih društava na području Zagrebačke županije unutar standardnog vremena za intervenciju korišten je *Model Builder* (Slika 38.). *Model Builder* je vizualni programski jezik razvijen od tvrtke ESRI koji nam omogućuje da kroz objektno programiranje izradimo tijekom obrade podataka. Sastoji se od ulaznih podataka, alata koji izvršavaju zadani proces te izlaznih rezultata.

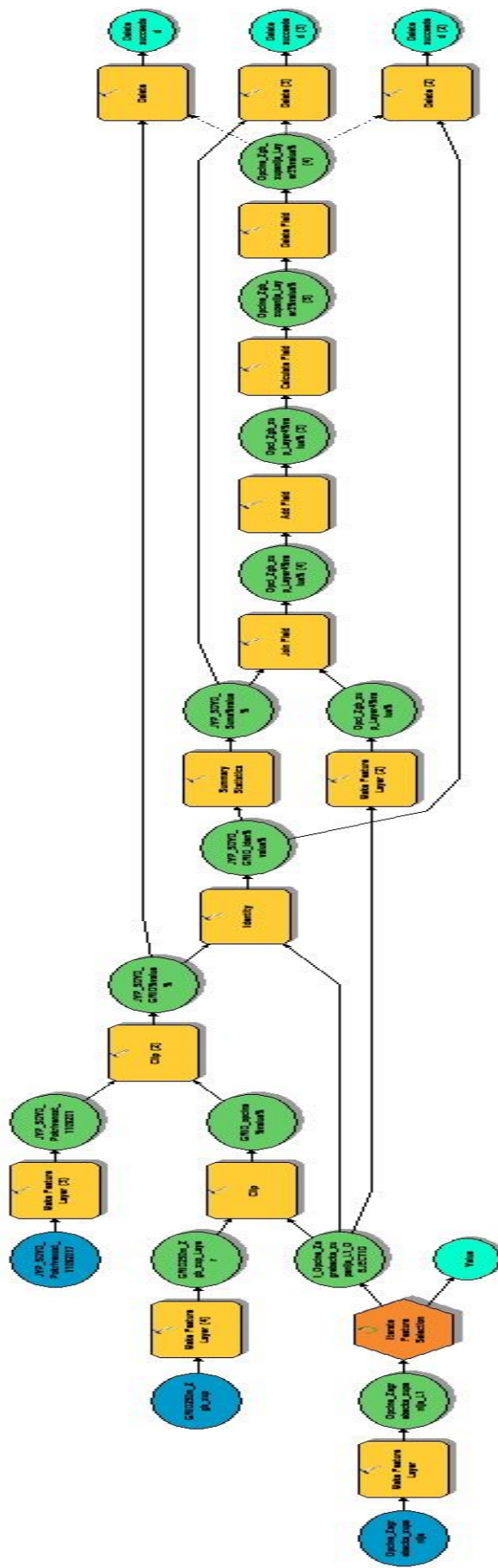


Slika 39.: Model za izradu servisnih zona  
 Izvor: Autor

Da bi se ubrzao proces izrade servisnih zona, osim alata *New Service Area*, u modelu su korišteni alati *Select Layer By Location*, *Clip* i *Delete*. Alat *Select Layer By Location* korišten je za odabir podataka, *Clip* za izrezivanje poligona po granicama gradova i općina, a *Delete* kako bi na kraju procesa izbrisali suvišne poligone.

Nakon što su izrađene servisne zone unutar standardnog vremena za intervenciju, sljedeći korak je odrediti broj stanovnika koji su pokriveni unutar petnaest minuta. Za to smo koristili također *Model Builder* kako bi se proces ubrzao, odnosno kako ne bi morali postepeno raditi za svaku jedinicu lokalne samouprave (Slika 39.).

Alati koji su korišteni u modelu jesu *Make Feature Layer*, *Clip*, *Summary Statistic*, *Add Field*, *Calculate Field* i *Delete*. Alat *Make Feature Layer* je korišten za privremeno stvaranje sloja, *Clip* je korišten za izrezivanje sloja po granicama gradova i općina, *Summary Statistic* za odabir načina računanja polja, *Add Field* za dodavanje novog polja, *Calculate Field* za računanje vrijednosti polja i *Delete* za brisanje suvišnih slojeva.



Slika 40.: Model za izračun broja pokrivenih stanovnika u servisnim zonama  
Izvor: Autor

#### 4. 3. 2. Rezultati analize dohvata unutar standardnog vremena za intervenciju

Prema analizi standardnog vremena vatrogasnih postrojbi za intervenciju, unutar promatranog intervala od petnaest minuta pokriveno je ukupno 307957 stanovnika županije, odnosno 96,96 % ukupnog stanovništva županije. Promatramo li dobivene rezultate po gradovima i općinama, broj pokrivenih stanovnika u gradovima, u kojima i živi najveći dio stanovništva, vrlo je velik te iznosi 97,14 %. Također, u općinama je broj pokrivenih stanovnika isto vrlo velik te iznosi 96,54 %. U nekim općinama vatrogasne postrojbe pokrivaju cjelokupno stanovništvo, no s obzirom da su površinom male takav ishod je bio za pretpostaviti. Ukupno gledajući, pokrivenost stanovništva vatrogasnim postrojbama unutar petnaest minuta zadovoljavajućeg je stanja, iako nešto manje od 10000 stanovnika županije nije pokriveno vatrogasnim postrojbama (Tablica 3).

Tab. 3: Pokrivenost stanovništva Zagrebačke županije unutar petnaest minuta

|                            | Broj stanovnika | Broj pokrivenog stanovništva | Postotak pokrivenog stanovništva | Broj nepokrivenog stanovništva |
|----------------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Gradovi                    | 223066          | 216694                       | 97,14                            | 6372                           |
| Općine                     | 94538           | 91263                        | 96,54                            | 3275                           |
| <b>Zagrebačka županija</b> | <b>317604</b>   | <b>307957</b>                | <b>96,96</b>                     | <b>9647</b>                    |

Izvor: Autor

Analizom standardnog vremena vatrogasnih postrojbi za intervenciju, unutar petnaest minuta pokrivena je površina od ukupno 2.604,69 km<sup>2</sup>, odnosno 85,08 % površine županije. Vatrogasne postrojbe u gradovima pokrivaju 78,79 % ukupne površine svih gradova, dok pokrivenost općina iznosi 90,91 %. S obzirom da su gradovi površinom puno veći od općina, ovakav rezultat je očekivan. Površinu koju pokrivaju vatrogasne postrojbe u Zagrebačkoj županiji obuhvaća gotovo cjelokupno stanovništvo, stoga je dobiven rezultat zadovoljavajućeg stanja, iako oko 450 km<sup>2</sup> površine županije nije pokriveno (Tablica 4).

Tab. 4: Pokrivenost površine Zagrebačke županije unutar petnaest minuta

|                            | Ukupna površina (km <sup>2</sup> ) | Ukupna pokrivena površina (km <sup>2</sup> ) | Postotak pokrivenosti površine (km <sup>2</sup> ) | Ukupna nepokrivena površina (km <sup>2</sup> ) |
|----------------------------|------------------------------------|--|---|--|
| Gradovi                    | 1473                               | 1160,42                                      | 78,79   | 312  |
| Općine                     | 1589                               | 1444,27                                      | 90,91   | 144  |
| <b>Zagrebačka županija</b> | <b>3061</b>                        | <b>2604,69</b>                               | <b>85,08</b>                                      | <b>457</b>                                     |

Izvor: Autor

### 4. 3. 3. Procjena otpornosti

Stupanj otpornosti gradova i općina izrađen je u završnoj *Microsoft Excel* tablici, u koju su uneseni rezultati analize procjene otpornosti, odnosno površina pokrivanja, postotak pokrivanja, pokrivenost stanovništva te postotak pokrivenosti stanovništva (Slika 40.). Za svaku grupu podataka određeni su bodovi koji su zatim zbrojeni u ukupne bodove otpornosti. Bodovanje površine pokrivanja i pokrivenosti stanovništva napravljeno je korištenjem kvintila gdje je dobiveno pet jednakih razreda. S obzirom da je za postotak pokrivenosti i stanovništva dobiven rezultat gdje više gradova i općina ima rezultat 100% pokrivenosti, određivanje razreda pomoću kvintila nije adekvatno. Iz tog razloga, razredi su određeni tako da je od najveće vrijednosti oduzeta najmanja te je dobiven raspon podataka. Nakon toga, raspon podataka je podijeljen s brojem razreda te je određena širina razreda. Stupanj otpornosti određen je na temelju težine. Težina predstavlja bodove od 1 do 5, gdje je 1 najmanja težina, odnosno vrlo nizak stupanj otpornosti, dok je 5 najveća težina, odnosno vrlo visok stupanj otpornosti. S obzirom da otpornost „poništava“ vrijednosti opasnosti i izloženosti, vrlo nizak stupanj otpornosti predstavlja negativan utjecaj, dok vrlo visok stupanj otpornosti predstavlja pozitivan utjecaj, što je bilo kod procjene opasnosti i izloženosti obrnuto.

| Otpornost         |                           |        |                                  |        |                              |        |                                      |        |                  |           |        |
|-------------------|---------------------------|--------|----------------------------------|--------|------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|------------------|-----------|--------|
| Grad/Općina       | Površina pokrivanja (km2) | Bodovi | Postotak pokrivanja površine (%) | Bodovi | Broj pokrivenog stanovništva | Bodovi | Postotak pokrivenog stanovništva (%) | Bodovi | Ukupna otpornost | Otpornost | Indeks |
| Bedenica          | 21,41                     | 1      | 99,67                            | 5      | 1371                         | 1      | 100                                  | 5      | 12               | 2         | N      |
| Bistra            | 40,45                     | 2      | 76,48                            | 3      | 6593                         | 4      | 100                                  | 5      | 14               | 3         | S      |
| Brckovljani       | 68,8                      | 3      | 98,52                            | 5      | 6757                         | 4      | 100                                  | 5      | 17               | 4         | V      |
| Brdovec           | 32,22                     | 2      | 86,54                            | 4      | 10955                        | 4      | 99,95                                | 5      | 15               | 3         | S      |
| Dubrava           | 111,72                    | 4      | 96,60                            | 5      | 5082                         | 3      | 100                                  | 5      | 17               | 4         | V      |
| Dubravica         | 20,52                     | 1      | 99,81                            | 5      | 1343                         | 1      | 100                                  | 5      | 12               | 2         | N      |
| Dugo Selo         | 52,94                     | 3      | 97,51                            | 5      | 17397                        | 5      | 100                                  | 5      | 18               | 4         | V      |
| Farkaševac        | 63,74                     | 3      | 86,40                            | 4      | 1863                         | 2      | 100                                  | 5      | 14               | 3         | S      |
| Gradec            | 88,91                     | 4      | 99,92                            | 5      | 3591                         | 3      | 100                                  | 5      | 17               | 4         | V      |
| Ivanić-Grad       | 128,03                    | 5      | 73,80                            | 3      | 14046                        | 4      | 98,55                                | 5      | 17               | 4         | V      |
| Jakovlje          | 35,34                     | 2      | 99,33                            | 5      | 3858                         | 3      | 100                                  | 5      | 15               | 3         | S      |
| Jastrebarsko      | 164,9                     | 5      | 72,82                            | 3      | 14842                        | 5      | 96,07                                | 4      | 17               | 4         | V      |
| Klinča Sela       | 62,52                     | 3      | 81,17                            | 3      | 5102                         | 3      | 100                                  | 5      | 14               | 3         | S      |
| Kloštar Ivanić    | 74,39                     | 4      | 96,00                            | 5      | 6039                         | 3      | 100                                  | 5      | 17               | 4         | V      |
| Krašić            | 61,21                     | 3      | 85,61                            | 4      | 2536                         | 2      | 99,8                                 | 5      | 14               | 3         | S      |
| Kravarско         | 54,8                      | 3      | 93,80                            | 5      | 1852                         | 2      | 100                                  | 5      | 15               | 3         | S      |
| Križ              | 96,64                     | 4      | 82,07                            | 4      | 6815                         | 4      | 99,79                                | 5      | 17               | 4         | V      |
| Luka              | 17,36                     | 1      | 100,00                           | 5      | 1277                         | 1      | 100                                  | 5      | 12               | 2         | N      |
| Marija Gorica     | 17,15                     | 1      | 100,00                           | 5      | 2186                         | 2      | 100                                  | 5      | 13               | 2         | N      |
| Orle              | 48,08                     | 2      | 82,09                            | 4      | 1671                         | 2      | 88,37                                | 2      | 10               | 1         | VN     |
| Pisarovina        | 142,91                    | 5      | 98,30                            | 5      | 3412                         | 3      | 100                                  | 5      | 18               | 4         | V      |
| Pokupsko          | 88,93                     | 4      | 84,11                            | 4      | 1733                         | 2      | 84,78                                | 1      | 11               | 1         | VN     |
| Preseka           | 41,75                     | 2      | 90,52                            | 4      | 1296                         | 1      | 100                                  | 5      | 12               | 2         | N      |
| Pušća             | 17,02                     | 1      | 100,00                           | 5      | 2622                         | 2      | 100                                  | 5      | 13               | 2         | N      |
| Rakovec           | 34,85                     | 2      | 100,00                           | 5      | 1225                         | 1      | 100                                  | 5      | 13               | 2         | N      |
| Rugvica           | 86,26                     | 4      | 92,09                            | 5      | 7709                         | 4      | 99,25                                | 5      | 18               | 4         | V      |
| Samobor           | 133,75                    | 5      | 53,13                            | 1      | 36135                        | 5      | 97,41                                | 5      | 16               | 3         | S      |
| Stupnik           | 24,35                     | 1      | 97,99                            | 5      | 3771                         | 3      | 100                                  | 5      | 14               | 3         | S      |
| Sveta Nedelja     | 39,74                     | 2      | 100,00                           | 5      | 17910                        | 5      | 100                                  | 5      | 17               | 4         | V      |
| Sveti Ivan Zelina | 151,77                    | 5      | 81,62                            | 4      | 14738                        | 5      | 95,13                                | 4      | 18               | 4         | V      |
| Velika Gorica     | 291,66                    | 5      | 89,28                            | 4      | 62394                        | 5      | 99                                   | 5      | 19               | 5         | VV     |
| Vrbovec           | 147,43                    | 5      | 91,69                            | 5      | 14410                        | 4      | 98,85                                | 5      | 19               | 5         | VV     |
| Zaprešić          | 50,2                      | 3      | 93,07                            | 5      | 24822                        | 5      | 98,68                                | 5      | 18               | 4         | V      |
| Žumberak          | 92,94                     | 4      | 84,42                            | 4      | 604                          | 1      | 87,66                                | 1      | 10               | 1         | VN     |

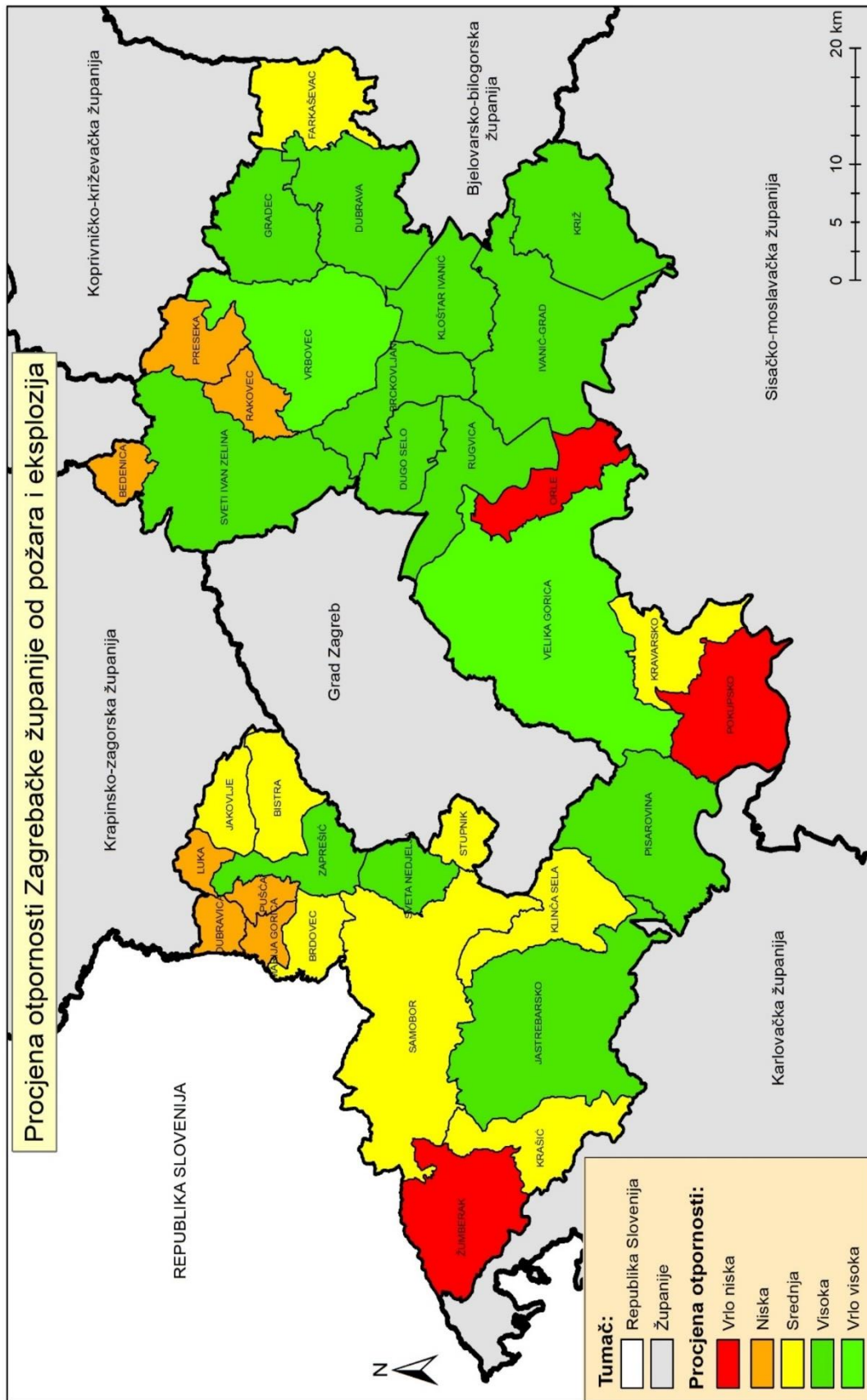
  

| Zabilješke:           |      |               |               |        |             |              |
|-----------------------|------|---------------|---------------|--------|-------------|--------------|
| OTPORNOST             |      | Klasifikacija | Rang          | Težina | Indeks      | Bez podataka |
| Prosjek               | 15   |               | 0             | 0      | BP          |              |
| Srednja vrijednost    | 2,59 |               | <=11,11       | 1      | VN          | Vrlo nisko   |
| Standardna devijacija | 1,30 |               | >11,11 <=13,7 | 2      | N           | Nisko        |
|                       |      | >13,7 <=16,3  | 3             | S      | Srednje     |              |
|                       |      | >16,3 <=18,89 | 4             | V      | Visoko      |              |
|                       |      | >18,89        | 5             | VV     | Vrlo visoko |              |

Slika 40.: Microsoft Excel tablica gdje je izračunat stupanj otpornosti

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Analizom procjene otpornosti dobiven je rezultat gdje gradovi Velika Gorica i Vrbovec imaju najveću otpornost, odnosno vatrogasne postrojbe pokrivaju i velik broj stanovnika kao i značajan dio površine grada. Ukupno gledajući, velik broj gradova i općina nalazi se u visokom i srednjem stupnju otpornosti, dok tri općine, Orle, Pokupsko i Žumberak imaju vrlo nisku otpornost (Slika 41.). Ovakav rezultat vrlo niske otpornosti može se protumačiti kao loše odabrana lokacija Središnjeg dobrovoljnog vatrogasnog društva, koji ne pokrivaju niti cjelokupnu površinu, niti cjelokupno stanovništvo općina.



Slika 41.: Procjena otpornosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija

Izvor: Državna uprava za zaštitu i spašavanje



## 5. PROCJENA UGROŽENOSTI ZAGREBAČKE ŽUPANIJE OD POŽARA I EKSPLOZIJA

Procjena ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija prikazuje potencijalnu opasnost od nastanka požara, izloženost stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara te okoliša ukoliko dođe do značajnih požara koji mogu izazvati potencijalne gubitke te prikazuje otpornost sustava da se obrani od neželjenih učinaka koje može izazvati požar.

### 5. 1. Procjena ugroženosti

Procjena ugroženosti Zagrebačke županije izračunata je na temelju prethodno postavljene formule čiji je oblik:

$$\text{Ugroženost} = \text{Opasnost} \times \text{Izloženost} / \text{Otpornost}$$

Za izračun je korištena *Microsoft Excel* tablica, dok su rezultati kartografski prikazani uz pomoć *GIS* alata.

Stupanj ugroženosti određen je na temelju težine. Težina predstavlja bodove od 1 do 5, gdje je 1 najmanja težina, odnosno vrlo nizak stupanj ugroženosti, dok je 5 najveća težina, odnosno vrlo visok stupanj ugroženosti. Težina je određena na temelju razreda koji su dobiveni pomoću srednje vrijednosti i standardne devijacije. Srednja vrijednost i standardna devijacija izračunate su na temelju bodova iz kolone „Ugroženost“ (Slika 42.). Za izračun ugroženosti korištena je standardna devijacija s obzirom da više gradova i općina ima iste vrijednosti bodova, stoga, primjena kvintila nije adekvatna.

| Grad/Općina       | Opasnost | Izloženost | Otpornost | Ugroženost | Težina | Indeks |
|-------------------|----------|------------|-----------|------------|--------|--------|
| Bedenica          | 1        | 2          | 2         | 1,00       | 2      | N      |
| Bistra            | 3        | 3          | 3         | 3,00       | 3      | S      |
| Brckovljani       | 4        | 3          | 4         | 3,00       | 3      | S      |
| Brdovec           | 4        | 3          | 3         | 4,00       | 3      | S      |
| Dubrava           | 3        | 2          | 4         | 1,50       | 2      | N      |
| Dubravica         | 1        | 2          | 2         | 1,00       | 2      | N      |
| Dugo Selo         | 4        | 4          | 4         | 4,00       | 3      | S      |
| Farkaševac        | 2        | 2          | 3         | 1,33       | 2      | N      |
| Gradec            | 3        | 3          | 4         | 2,25       | 2      | N      |
| Ivanić-Grad       | 4        | 4          | 4         | 4,00       | 3      | S      |
| Jakovlje          | 2        | 4          | 3         | 2,67       | 3      | S      |
| Jastrebarsko      | 5        | 4          | 4         | 5,00       | 4      | V      |
| Klinča Sela       | 3        | 3          | 3         | 3,00       | 3      | S      |
| Kloštar Ivanić    | 4        | 3          | 4         | 3,00       | 3      | S      |
| Krašić            | 2        | 2          | 3         | 1,33       | 2      | N      |
| Kravarsko         | 2        | 2          | 3         | 1,33       | 2      | N      |
| Križ              | 4        | 4          | 4         | 4,00       | 3      | S      |
| Luka              | 1        | 2          | 2         | 1,00       | 2      | N      |
| Marija Gorica     | 3        | 2          | 2         | 3,00       | 3      | S      |
| Orle              | 2        | 2          | 1         | 4,00       | 3      | S      |
| Pisarovina        | 3        | 2          | 4         | 1,50       | 2      | N      |
| Pokupsko          | 2        | 2          | 1         | 4,00       | 3      | S      |
| Preseka           | 1        | 2          | 2         | 1,00       | 2      | N      |
| Pušća             | 3        | 3          | 2         | 4,50       | 4      | V      |
| Rakovec           | 1        | 2          | 2         | 1,00       | 2      | N      |
| Rugvica           | 4        | 3          | 4         | 3,00       | 3      | S      |
| Samobor           | 5        | 5          | 3         | 8,33       | 5      | VV     |
| Stupnik           | 1        | 3          | 3         | 1,00       | 2      | N      |
| Sveta Nedelja     | 5        | 4          | 4         | 5,00       | 4      | V      |
| Sveti Ivan Zelina | 5        | 4          | 4         | 5,00       | 4      | V      |
| Velika Gorica     | 5        | 5          | 5         | 5,00       | 4      | V      |
| Vrbovec           | 5        | 4          | 5         | 4,00       | 3      | S      |
| Zaprešić          | 5        | 5          | 4         | 6,25       | 5      | VV     |
| Žumberak          | 2        | 2          | 1         | 4,00       | 3      | S      |

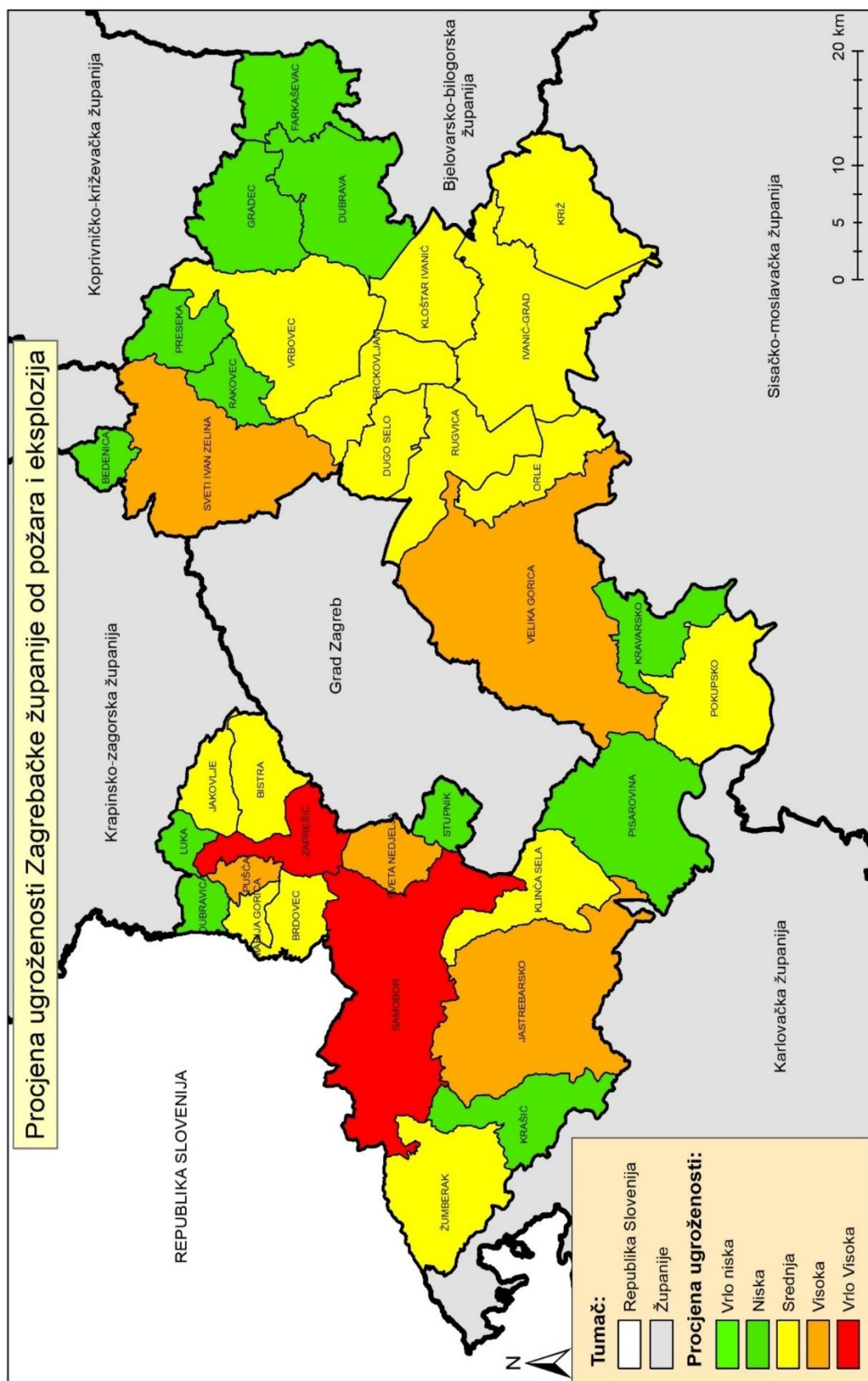
  

| Zabilješke:               |      | Klasifikacija                       | Razred       | Težina | Indeks      |              |
|---------------------------|------|-------------------------------------|--------------|--------|-------------|--------------|
| Srednja vrijednost        | 3,15 | Vrijednost<br>ukupne<br>ugroženosti | 0            | 0      | BP          | Bez podataka |
| Standardna devijacija     | 1,73 |                                     | <=0,55       | 1      | VN          | Vrlo nisko   |
| 1/2 standardne devijacije | 0,87 |                                     | >0,55 <=2,28 | 2      | N           | Nisko        |
|                           |      |                                     | >2,28 <=4,02 | 3      | S           | Srednje      |
|                           |      |                                     | >4,02 <=5,75 | 4      | V           | Visoko       |
|                           |      | >5,75                               | 5            | VV     | Vrlo visoko |              |

Slika 42.: Microsoft Excel tablica gdje je izračunat stupanj ugroženosti

Izvor: Baza podataka Državne uprave za zaštitu i spašavanje

Dobiveni rezultati u procjeni ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija pokazuju da su najugroženiji gradovi Samobor i Zaprešić. Procjena ugroženosti ukazuje na to da, od gradova koji nemaju osnovanu javnu vatrogasnu postrojbu, visoko ugroženi su Sveta Nedelja, Jastrebarsko i Sveti Ivan Zelina. Uz navedene gradove visoku ugroženost ima općina Pušća, s obzirom na značajnu opasnost i izloženost te grad Velika Gorica. Nadalje, ostali gradovi i općine nalaze se u srednjoj ili niskoj ugroženosti, dok niti jedan grad ili općina nije vrlo nisko ugrožena (Slika 43.).



Slika 43.: Procjena ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija

Izvor: Državna uprava za zaštitu i spašavanje

## 6. ZAKLJUČAK

Provedenim istraživanjem u ovom su diplomskom radu ostvareni svi postavljeni ciljevi rada. Napravljen je prijedlog načina obrade prostornih podataka za izradu procjene ugroženosti od požara i eksplozija za jedinice regionalne (područne) samouprave, s primjerom Zagrebačke županije. Provedene su prostorne analize u GIS-u te analiza podataka koristeći Microsoft Office paket. Dobiveni rezultati procjena opasnosti, izloženosti i otpornosti su vrednovani te kartografski prikazani te je naposljetku određen stupanj ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija. Određivanjem stupnja ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija prepoznati su gradovi i općine u kojima je potrebna reakcija županijskih čelnika u cilju zaštite što većeg broja stanovnika i kako bi se povećala površina pokrivanja na onaj prostor županije koji nije zaštićen.

Doprinos geografije u sustavu zaštite i spašavanja, odnosno u području vatrogastva, na visoko obrazovnoj razini, još uvijek je nedostatan te stoga gotovo ne postoje istraživanja ove ili sličnih tematika. S obzirom na to, postoji velik prostor u kojem geografi mogu implementirati stečena znanja za izradu procjena ugroženosti bilo da je riječ o požarima, potresima ili drugim okolišnim nepogodama. U Republici Hrvatskoj nije provedena cjelovita prostorna analiza procjene ugroženosti od požara i eksplozija koja bi omogućavala prepoznavanje prostora koji su ugroženi. Stoga, ovaj diplomski rad daje uvid kako se prostornim analizama mogu odrediti područja na lokalnoj razini u kojima je potrebno osigurati veću zaštitu stanovnika, materijalni i kulturnih dobara te okoliša.

Iako je ovim diplomskim radom ostvaren jedan od glavnih ciljeva, predložiti način obrade prostornih podataka s ciljem izrade procjene ugroženosti, ipak, nakon izrade uvidjelo se je da određeni postupci obrade podataka nisu sasvim odgovarajući. Pronalaženje odgovarajućih rješenja može biti predmet razmišljanja kroz buduća istraživanja ove problematike. Ono što je najvažnije, geografi mogu dati izniman doprinos u području zaštite i spašavanja građana.

## 7. POPIS LITERATRE I IZVORA

### LITERATURA

Cardona, O. D., 2005: *A System of Indicators for Disaster Risk Management in the Americas*, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Manizales

Dilley, M., i sur., 2005: *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*, World Bank, Washington DC

Držaić, D., Kavran, M., Antolović, A., 2014: *Određivanje mjesta sezonskog premještanja vatrogasnih postrojbi u Šibensko-kninskoj županiji na temelju analize mreže cesta*, Kartografija i Geoinformacije 13 (22), Zagreb.

European Commission, 2010: *Commission staff working paper – Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management*, Brussels.

Magaš, D., 2013: Uvjetno homogena (fizionomska) regionalizacija Hrvatske, u: *Geografija Hrvatske*, Meridijani, Zadar, 113–123.

Netolicki, A., Blažević, T., Antolović, A., 2012: *Višekriterijska analiza rizika od požara u Splitsko-dalmatinskoj županiji*, Kartografija i Geoinformacije 11 (17), Zagreb.

Novak, A., Šoštarić, V., Kirinčić, M., Runjić, V., 2016: *140 godina Hrvatske vatrogasne zajednice*, Hrvatska vatrogasna zajednica, Zagreb.

Rosavec, R., Španjol, Ž., Bakšić, N., 2012: *Šumski požari kao ekološki i krajobrazni čimbenik u području Dalmatinske zagore*, Vatrogastvo i upravljanje požarima 2 (1), Zagreb

Šegota, T., Filipčić, A., 1996. *Klimatologija za geografe*, Školska knjiga, Zagreb.

Šiljković, Ž., 1997: *Požari kao oblik destrukcije geografske sredine*, Geoadria, 2 (1), Zadar.

United Nations, 2009: *International Strategy for Disaster Reduction*, Geneva.

Zagrebačka županija, 2003: *Program zaštite okoliša Zagrebačke županije*, Zagreb.

## **IZVORI:**

URL 1: <http://struna.ihjj.hr/naziv/pozar/17891/>, 02.01.2018.

URL 2: <https://www.zagrebacka-zupanija.hr/zupanija/>, 30.10.2017.

URL 3: <https://www.zagrebacka-zupanija.hr/dokumenti/?kategorija=strategije-i-planovi>, 31.10.2017.

URL 4: [http://vrijeme.hr/pozari.php?id=pozar\\_opis](http://vrijeme.hr/pozari.php?id=pozar_opis), 30.01.2018.

URL 5: <http://www.duzs.hr/>, 20.10.2017.

URL 6: <http://vzzz.hr/wp-content/uploads/2016/04/IZVJE%C5%A0%C4%86E-O-RADU-2016..pdf>, 27.11.2017.

URL 7:

[http://www.vatrogasci.zagreb.hr/UserDocsImages/dokumenti/Izvjesce\\_o\\_radu\\_2016/Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20radu%20javne%20vatrogasne%20postrojbe%20Grada%20Zagreb\\_a.pdf](http://www.vatrogasci.zagreb.hr/UserDocsImages/dokumenti/Izvjesce_o_radu_2016/Izvje%C5%A1%C4%87e%20o%20radu%20javne%20vatrogasne%20postrojbe%20Grada%20Zagreb_a.pdf), 04.12. 2017.

URL 8: <http://gasilskabrigadaljubljana.si/predstavitev/organiziranost/>, 04.12.2017.

URL 9: <https://www.zakon.hr/z/305/Zakon-o-vatrogastvu>, 04.12.2017.

URL 10: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1994\\_08\\_61\\_1101.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1994_08_61_1101.html), 04.12.2017.

URL 11: <https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/gis-for-fire.pdf>, 13.12.2017.

# POPIS PRILOGA

## POPIS TABLICA

Tablica 1: Podaci o Javnim vatrogasnim postrojbama

Tablica 2: Podaci o broju vozila dobrovoljnih vatrogasnih društva

Tablica 3: Pokrivenost stanovništva Zagrebačke županije unutar petnaest minuta

Tablica 4: Pokrivenost površine Zagrebačke županije unutar petnaest minuta

## POPIS SLIKA

Slika 1.: Administrativno-teritorijalni ustroj Zagrebačke županije

Slika 2.: Visinska obilježja Zagrebačke županije

Slika 3.: Prevladavajuća slivna područja u pojedinim upravno-teritorijalnim jedinicama Zagrebačke županije

Slika 4.: Srednje mjesečne vrijednosti temperature i padalina u razdoblju od 1949.-2016. za postaju Zagreb-Maksimir

Slika 5.: Gustoća naseljenosti Zagrebačke županije

Slika 6.: Prevladavajući zemljišni pokrov u Zagrebačkoj županiji

Slika 7.: Površina gradova i općina Zagrebačke županije koja je pokrivena JVP-om

Slika 8.: Središnja dobrovoljna vatrogasna društva Zagrebačke županije

Slika 9.: Postupak izrade procjene ugroženosti od požara i eksplozija

Slika 10.: Težina i indeks kod procjene opasnosti i izloženosti

Slika 11.: Težina i indeks kod procjene otpornosti

Slika 12.: Podaci korišteni u analizama opasnosti, izloženosti i otpornosti

Slika 13.: Shematski prikaz analize procjene ugroženosti

Slika 14.: Dodjela bodova pojedinoj vrsti požara

Slika 15.: Primjer txt. dokumenta s izvornim podacima o zabilježenim požarima

Slika 16.: Microsoft Access tablica u kojoj je kolona sa bodovima

Slika 17.: Upit u Microsoft Accessu putem kojeg je ažurirana kolona sa bodovima

Slika 18.: Upit putem kojeg su zbrojeni svi bodovi

Slika 19.: Microsoft Excel tablica gdje je izračunat stupanj otpornosti

Slika 20.: Procjena opasnosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija

Slika 21.: Skupine podataka korištenih u analizi procjene izloženosti

Slika 22.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o stanovništvu

Slika 23.: Prostorni raspored željezničkih i cestovnih prometnica u Zagrebačkoj županiji

Slika 24.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o željezničkim i cestovnim prometnicama

Slika 25.: Prostorni raspored industrijske i energetske infrastrukture u Zagrebačkoj županiji

Slika 26.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o industrijskoj i energetskej infrastrukturi

Slika 27.: Prostorni raspored objekata javnih djelatnosti u Zagrebačkoj županiji

Slika 28.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o objektima javnih djelatnosti

- Slika 29.: Prostorni raspored tipova pokrova zemljišta u Zagrebačkoj županiji
- Slika 30.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o zemljišnom pokrovu
- Slika 31.: Prostorni raspored objekata posebno osjetljive infrastrukture u Zagrebačkoj županiji
- Slika 32.: Microsoft Excel tablica u kojoj su bodovani podaci o posebno osjetljivoj infrastrukturi
- Slika 33.: Microsoft Excel tablica gdje je izračunat stupanj izloženosti
- Slika 34.: Procjena izloženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija
- Slika 35.: Atributivna tablica
- Slika 36.: Prostorni raspored cestovnih prometnica u Zagrebačkoj županiji
- Slika 37.: Servisne zone vatrogasnih postrojbi (JVP i Središnji DVD)
- Slika 38.: Model za izradu servisnih zona
- Slika 39.: Model za izračun broja pokrivenih stanovnika u servisnim zonama
- Slika 40.: Microsoft Excel tablica gdje je izračunat stupanj otpornosti
- Slika 41.: Procjena otpornosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija
- Slika 42.: Microsoft Excel tablica gdje je izračunat stupanj ugroženosti
- Slika 43.: Procjena ugroženosti Zagrebačke županije od požara i eksplozija