

# Povijesna analiza izloženosti pluvijalnim poplavama na području Grada Poreč

---

**Bogosavljev, Mateo**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:650558>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-31**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Mateo Bogosavljev**

**Povijesna analiza izloženosti pluvijalnim poplavama na području  
Grada Poreč**

**Diplomski rad**

**Rijeka, 2024.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Diplomski sveučilišni studij  
Urbano inženjerstvo  
Kolegij: Urbani vodni sustavi**

**Mateo Bogosavljev  
JMBAG: 0114033962**

**Povijesna analiza izloženosti pluvijalnim poplavama na području  
Grada Poreč**

**Diplomski rad**

**Rijeka, rujan 2024.**

## IZJAVA

Diplomski rad izradio sam samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

---

Mateo Bogosavljev

U Rijeci, 09.09.2024.

## IZJAVA

Diplomski rad izrađen je u sklopu znanstvenog projekta

**SLOŽENE POPLAVE U PRIOBALNOJ HRVATSKOJ U SADAŠNJOJ I BUDUĆOJ KLIMI**  
**(4SEAFLOOD)**

Voditelj projekta	Izv. prof. dr. sc. Nino Krvavica
Šifra projekta	IP-2022-10-7598
Financijer projekta	<u>Hrvatska zaklada za znanost</u>
Pravna nadležnost	<u>Republika Hrvatska</u>

U Rijeci, 11. rujna 2024.

Mentor:





## SAŽETAK

U ovom diplomskom radu istražen je utjecaj urbanizacije na izloženost poplavama u Gradu Poreču kroz različita vremenska razdoblja. U tu svrhu, generirani su prostorni podaci, kao što su digitalni model terena, karta namjene i korištenja zemljišta, karta infiltracije, karta nepropusnosti i karta hrapavosti. Također su prikupljeni podaci o građevinama i prometnoj infrastrukturi čime se stvorio temelj za analizu promjene izloženosti poplavama. Povijesni podaci iz 1974., 2011. i 2022. godine prikupljeni su i analizirani kako bi se pratio rast urbanizacije i njegov učinak na rizik od poplava. Procjena rizika od poplava provedena je korištenjem hidrauličkog modeliranja, a rezultati su integrirani u prostorne karte za vizualizaciju područja izloženih poplavama. Te karte omogućile su identificiranje koliko je objekata bilo pogođeno poplavama s različitim dubinama u svakom razdoblju. Usporedbom širenja urbaniziranih zona i trendova izloženosti poplavama, ovaj rad pruža uvid u povećanje rizike od poplava koje uzrokuju nepropusne površine i promjene u korištenju zemljišta.

**Ključne riječi:** Poreč, rizik od poplava, izloženost poplavama, urbanizacija, prostorne analize, promjene korištenja zemljišta, hidraulički model, dubina vode

## **ABSTRACT**

This thesis investigates the impact of urbanization on flood exposure in the City of Poreč across different time periods. For this purpose, spatial data were generated, including a digital terrain model, land use map, infiltration map, imperviousness map, and roughness map. Data on buildings and transportation infrastructure were also collected, providing a foundation for analyzing changes in flood exposure. Historical data from 1974, 2011, and 2022 were gathered and analyzed to track urban growth and its effect on flood risk. A flood risk assessment was conducted using hydraulic modeling, and the results were integrated into spatial maps to visualize flood-exposed areas. These maps enabled the identification of how many structures were affected by floods at different depths during each period. By comparing the expansion of urbanized zones and flood exposure trends, this study offers insight into the increased flood risks caused by impervious surfaces and changes in land use.

**Keywords: Poreč, flood risk, flood exposure, urbanization, spatial analysis, land use change, hydraulic modeling, flood depth**



# SADRŽAJ

POPIS SLIKA .....	8
POPIS TABLICA.....	10
1. UVOD .....	11
2. OPIS PODRUČJA .....	13
3. PROSTORNE PODLOGE.....	20
3.1. Digitalni model terena .....	20
4. KLIMATOLOŠKE PODLOGE .....	32
5. PROSTORNO-POVIJESNA ANALIZA URBANIZACIJE SLIVA GRADA POREČA.....	36
6. ANALIZA OPASNOSTI GRADA POREČA OD PLUVIJALNIH POPLAVA .....	40
6.1. Metodologija .....	40
6.2. Rezultati .....	42
7. ANALIZA IZLOŽENOSTI STAMBENIH OBJEKATA PLUVIJALNIM POPLAVAMA .....	48
8. ZAKLJUČAK .....	58
9. LITERATURA .....	59
10. POPIS PRILOGA.....	61

## POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz položaja Poreča ( <a href="https://bs.wikipedia.org/wiki/Strani%C4%87i_kod_Nove_Vasi">https://bs.wikipedia.org/wiki/Strani%C4%87i_kod_Nove_Vasi</a> ) pristupio: 15.06.2024	13
Slika 2. Srednja godišnja temperatura zraka ( <a href="https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski_atlas_hrvatske.pdf">https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski_atlas_hrvatske.pdf</a> ), pristupio:22.06.2024	14
Slika 3. Poplavljena cesta u Poreču ( <a href="https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2010/bilten1010.pdf">https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2010/bilten1010.pdf</a> ), pristupio:22.06.2024	15
Slika 4. Oborinska voda izbija iz šahta ( <a href="https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2010/bilten1010.pdf">https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2010/bilten1010.pdf</a> ) pristupio: 15.07.2024	16
Slika 5. Poplavljeni autobusni kolodvor u Poreču ( <a href="https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2016/bilten0916.pdf">https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2016/bilten0916.pdf</a> ), pristupio: 15.07.2024	16
Slika 6. Poplavljeno parkiralište u Poreču ( <a href="https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2016/bilten0916.pdf">https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2016/bilten0916.pdf</a> ), pristupio: 15.07.2024	17
Slika 7. Izbijanje oborinske vode iz šahta ( <a href="https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2016/bilten0916.pdf">https://radar2.dhz.hr/~stars2/bilten/2016/bilten0916.pdf</a> ), pristupio: 15.07.2024	17
Slika 8. Poplavljena cesta kod Stancije Vodopije ( <a href="https://www.glasistre.hr/istra/velike-kolicine-oborina-natopile-porestinu-sve-sluzbe-na-terenu-na-nekim-prometnicama-privremena-regulacija-prometa-685409">https://www.glasistre.hr/istra/velike-kolicine-oborina-natopile-porestinu-sve-sluzbe-na-terenu-na-nekim-prometnicama-privremena-regulacija-prometa-685409</a> ), pristupio: 15.07.2024	18
Slika 9. Poplavljena cesta pred ulazom u naselje Stancija Vodopija ( <a href="https://www.glasistre.hr/istra/velike-kolicine-oborina-natopile-porestinu-sve-sluzbe-na-terenu-na-nekim-prometnicama-privremena-regulacija-prometa-685409">https://www.glasistre.hr/istra/velike-kolicine-oborina-natopile-porestinu-sve-sluzbe-na-terenu-na-nekim-prometnicama-privremena-regulacija-prometa-685409</a> ), pristupio: 15.07.2024	18
Slika 10. Vatrogasne reakcije zbog poplave na području Poreča ( <a href="https://www.istrain.hr/index.php/istrain-arhiva/38007-kisa-izazvala-probleme-u-porecu-vatrogasci-cijeli-dan-na-terenu-zbog-poplava">https://www.istrain.hr/index.php/istrain-arhiva/38007-kisa-izazvala-probleme-u-porecu-vatrogasci-cijeli-dan-na-terenu-zbog-poplava</a> ), 15.07.2024	19
Slika 11. Prikaz digitalnog modela reljefa ( <a href="https://flyguys.com/understanding-dsm-dtm-dem/">https://flyguys.com/understanding-dsm-dtm-dem/</a> ), pristupio: 15.07.2024	21
Slika 12. Prikaz digitalnog modela površine ( <a href="https://flyguys.com/understanding-dsm-dtm-dem/">https://flyguys.com/understanding-dsm-dtm-dem/</a> ), pristupio 18.07.2024	21
Slika 13. Razlika digitalnog modela reljefa (DTM) I digitalnog modela površine (DSM) ( <a href="https://satpalda.co/digital-surface-model-vs-digital-elevation-model/">https://satpalda.co/digital-surface-model-vs-digital-elevation-model/</a> ), pristupio 18.07.2024	22
Slika 14. Princip rada LiDAR-a ( <a href="https://www.elprocus.com/lidar-light-detection-and-ranging-working-application/">https://www.elprocus.com/lidar-light-detection-and-ranging-working-application/</a> ), pristupio 18.07.2024	24
Slika 15. Karta hidroloških grupa tla (izradio autor 22.07.2024)	27
Slika 16. Karta infiltracije (izradio autor 22.07.2024)	28
Slika 17. Karta nepropustnosti (izradio autor 22.07.2024)	29
Slika 18. Karta hrapavosti (izradio autor 22.07.2024)	30
Slika 19. Građevine i prometna infrastruktura za sliv Poreč (izradio autor 20.06.2024)	31
Slika 20. Srednje mjesečne količine oborina (mm) za područje Porec u razdoblju od 1981.-2010-god (Studija procjene opasnosti i rizika od poplava uslijed jakih oborina i djelovanja mora na pilot područjima u Hrvatskoj (projekt STREAM) KNJIGA 1: ANALIZA OBORINA NA PILOT PODRUČJIMA, Rijeka-Zagreb,2022.)	32
Slika 21. Tablični prikaz HTP krivulja za Poreč (Studija procjene opasnosti i rizika od poplava uslijed jakih oborina i djelovanja mora na pilot područjima u Hrvatskoj (projekt STREAM) KNJIGA 1: ANALIZA OBORINA NA PILOT PODRUČJIMA, Rijeka-Zagreb,2022.)	33
Slika 22. Grafički prikaz HTP krivulja za Poreč (Studija procjene opasnosti i rizika od poplava uslijed jakih oborina i djelovanja mora na pilot područjima u Hrvatskoj (projekt STREAM) KNJIGA 1: ANALIZA OBORINA NA PILOT PODRUČJIMA, Rijeka-Zagreb,2022.)	33

Slika 23. Pluviogram projektnog pljuska za mjernu postaju Poreč .....	34
Slika 24. Hijetogram projektnog pljuska za mjernu postaju Poreč.....	35
Slika 25. Izdvojeno područje: a)centar grada Poreča, b)Stancija Vodopija (izradio autor 18.08.2024) .....	38
Slika 26. Izdvojeno područje: c)industrijska zona Buići, d)Stancija Vergotini (izradio autor 18.08.2024) .....	39
Slika 27. Korekcija DMT-a zbog propusta (izradio autor 15.07.2024) .....	40
Slika 28. Digitalni model terena s generiranom proračunskom mrežom (izradio autor 15.07.2024) .....	41
Slika 29. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 1 sata (izradio autor 25.07.2024) .....	43
Slika 30. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 3 sata (izradio autor 25.07.2024) .....	43
Slika 31. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 6 sata (izradio autor 25.07.2024) .....	44
Slika 32. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 12 sata (izradio autor 25.07.2024).....	44
Slika 33. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 24 sata (izradio autor 25.07.2024).....	45
Slika 34. Rezultat simulacija poplava s anvelopom maksimalnih vrijednosti (izradio autor 25.07.2024) .....	46
Slika 35. Rezultat simulacija za izdvojena područja: a) Stari grad Poreč b) industrijska zona Buići-Poreč c) Stancija Vergotini d) Stancija Vodopija.....	47
Slika 36. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stari grad Poreč (izradio autor 19.08.2024) .....	49
Slika 37. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stari grad Poreč (izradio autor 19.08.2024) .....	49
Slika 38. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stari grad Poreč (izradio autor 19.08.2024) .....	50
Slika 39. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stancija Vodopija (izradio autor 19.08.2024) .....	50
Slika 40. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stancija Vodopija (izradio autor 19.08.2024) .....	51
Slika 41. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stancija Vodopija (izradio autor 19.08.2024) .....	51
Slika 42. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, industrijska zona Buići-Poreč (izradio autor 19.08.2024) .....	52
Slika 43. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, industrijska zona Buići-Poreč (izradio autor 19.08.2024) .....	52
Slika 44. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, industrijska zona Buići-Poreč (izradio autor 19.08.2024) .....	53
Slika 45. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stancija Vergotini (izradio autor 19.08.2024) .....	53
Slika 46. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stancija Vergotini (izradio autor 19.08.2024).....	54
Slika 47. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stancija Vergotini (izradio autor 19.08.2024) .....	54
Slika 48. Dijagram izloženosti građevina poplavama(izradio autor 08.09.2024) .....	55
Slika 49. Dijagram broja građevina izloženih poplavama(izradio autor 08.09.2024) .....	56

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Prikaz broja građevina za razdoblja 1974., 2011. i 2022. godine

Tablica 2. Razredi dubine i pripadne boje

Tablica 3. Izloženost građevina pluvijalnim poplavama po dubinama

Tablica 4. Izloženost građevina poplavama za razdoblje 1974., 2011., 2022. godine

## 1. UVOD

Pluvijalne poplave nastaju kao posljedica intenzivnih oborina koje nadmašuju kapacitet upijanja tla i sustava odvodnje, te u današnje vrijeme postaju sve učestalija prijetnja urbanim područjima. U kontekstu grada Poreča, smještenog na zapadnoj obali Istre, ovaj problem dobiva na značaju zbog sve većeg utjecaja klimatskih promjena i ubrzane urbanizacije.

Stoga tema ovog rada "Povijesna analiza izloženosti pluvijalnim poplavama na području Grada Poreč" ima za cilj analizirati kako urbanizacija povećava rizik od pluvijalnih poplava u Poreču, te koji su to specifični faktori koji doprinose ovoj izloženosti.

Urbanizacija, kao proces izgradnje novih stambenih, komercijalnih i industrijskih objekata, značajno mijenja prirodne karakteristike krajolika. Kako se povećava broj nepropusnih površina, tako da se prirodne površine zamijene asfaltom, betonom i zgradama, smanjuje se mogućnost infiltracije oborinskih voda, što dovodi do povećanja površinskog otjecanja i, posljedično, pluvijalnih poplava. Osim toga urbanizacija često ne prati adekvatno prilagođavanje infrastrukture za odvodnju. Stoga su sustavi odvodnje, koji su možda prije u prošlosti bili primjereni za manje naseljena područja, sada nedovoljni za upravljanje oborinskim vodama u gusto naseljenim urbanim zonama.

U radu će se prikazati kako su stambeni objekti, izgrađeni u različitim vremenskim razdobljima, izloženi riziku od poplava i kako su se te opasnosti povećale s obzirom na urbanizacijske promjene. U okviru ovog rada koristiti će se različiti izvori podataka i metode analize kako bi se što preciznije procijenila izloženost stambenih objekata poplavama. Pomoću QGIS-a i QuickOSM alata, preuzeti će se podaci o građevinama na području Poreča. Također, pomoću WMS servisa, u QGIS će se ubaciti DOF (digitalne ortofoto) snimke, što će omogućiti izradu podloga s izgrađenim objektima za svako od tri promatrana razdoblja.

Za razdoblja 1974., 2011. i 2022. godine izraditi će se prostorne podloge koje će prikazivati razvoj naselja i povećanje broja objekata kroz vrijeme. Osim toga provesti će se i proračun poplava u programu HEC-RAS. Proračun će biti proveden za projektni pljusak s povratnim periodom od 100 godina, za trajanja oborina od 1, 3, 6, 12 i 24 sata. Potom će se pomoću rezultata maksimalnih vrijednosti dubina poplava izraditi karte u QGIS-u. Na temelju dobivenih rezultata će se izraditi karte izloženosti stambenih objekata pluvijalnim poplavama za svako promatrano razdoblje. Pomoću tih karata će se omogućiti kvantifikaciju broja objekata izloženih različitim razredima dubina poplava.

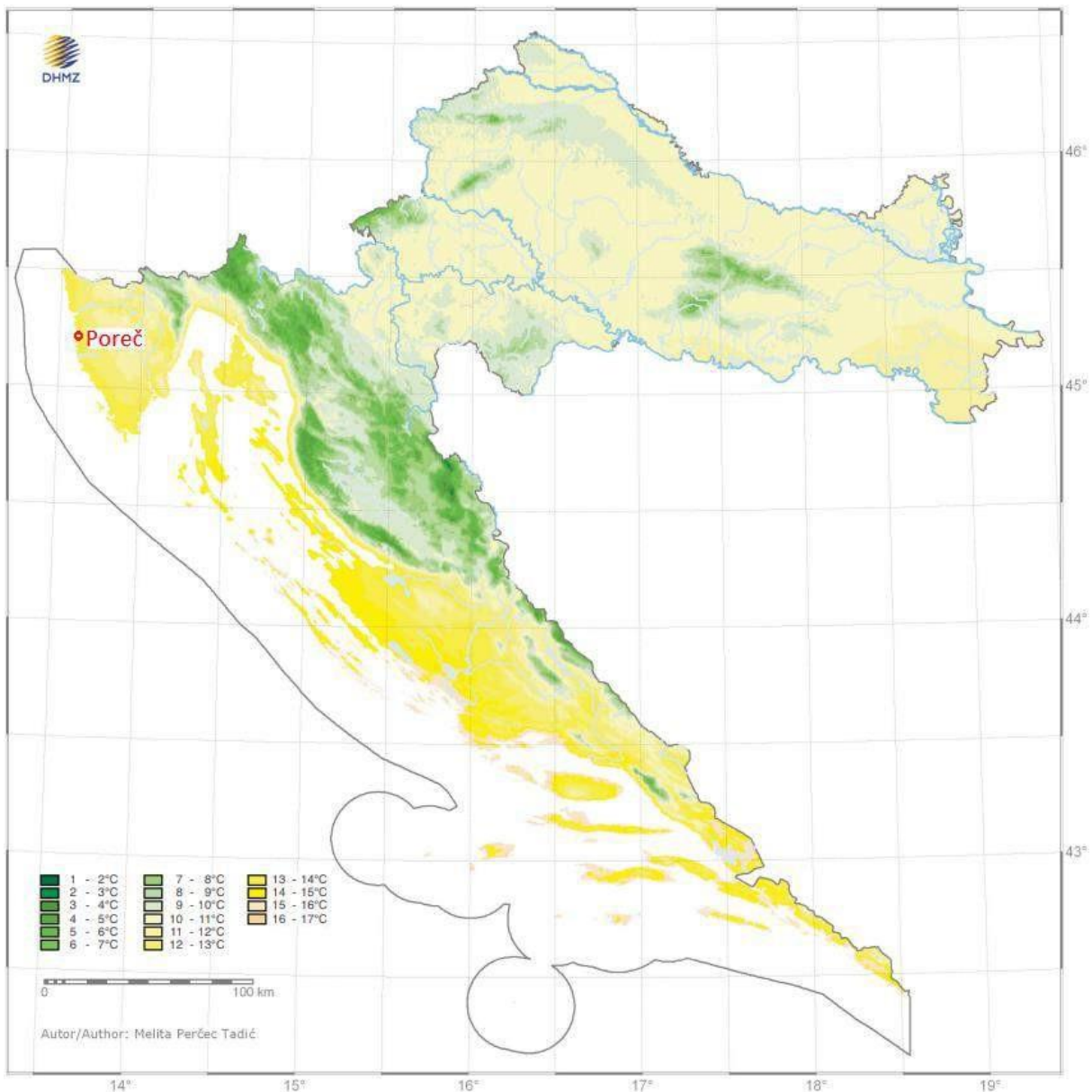
## 2. OPIS PODRUČJA

Poreč je smješten na zapadnoj obali istarskog poluotoka, te predstavlja jedan od najznačajnijih i najpoznatijih gradova na obali Jadranskog mora. Grad je bogat povijesnom i kulturnom baštinom koja se proteže na više od dvije tisuće godina unatrag. Kao jedinica lokalne samouprave, Poreč obuhvaća 53 naselja i prostire se na površini od 139 km<sup>2</sup>, na području od ušća rijeke Mirne na sjeveru do Limskog kanala na jugu, s obalnom linijom dugom 37 km. Prema popisu stanovništva iz 2021. godine, Poreč broji 16.607 stanovnika. Ovaj strateški povoljan geografski položaj čini Poreč lako dostupnim s kopna, mora i zraka, što je značajno pridonijelo njegovom razvoju kao jedne od ključnih turističkih destinacija u Hrvatskoj. Na slici 1 se može vidjeti prikaz položaja Poreča. [1, 2]



Slika 1. Prikaz položaja Poreča [3]

Klima u Poreču ima karakteristike mediteranske klime, s blagim i ugodnim zimama te toplim i suhim ljetima. Prema standardima Svjetske meteorološke organizacije temperatura zraka se mjeri tri puta dnevno (u 7 sati, 14 sati i 21 sat) u termometrijskoj kućici na visini 2 metra iznad tla. Za Poreč srednja godišnja temperatura zraka iznosi 14,3 °C (slika 2.), što je karakteristično za meditaranske klimatske uvjete. Tijekom ljeta, najviša prosječna dnevna temperatura doseže 27,4°C, dok se najniža prosječna zimska temperatura spušta do 3,5°C. Maksimalna zabilježena ljetna temperatura doseže čak 37°C, dok zimi minimalne temperature mogu pasti do -7°C. Prosječna količina sunčevih sati iznosi 2388 sati godišnje, što pruža idealne uvjete za turizam tijekom cijele godine. [4, 5]



Slika 2. Srednja godišnja temperatura zraka

[6]



Turizam je glavna gospodarska grana Poreča, a grad je poznat kao jedan od najvažnijih turističkih centara u Hrvatskoj. Turistička infrastruktura Poreča uključuje brojne hotele, apartmane, kampove, restorane i sportske objekte, koji su raspoređeni duž obale. Osim toga u Poreču se nalaze i mnogi povijesni spomenici od kojih je najprepoznatljiviji Eufrazijeva bazilika. [3]

Klimatske promjene i učestalost ekstremnih vremenskih uvjeta povećale su rizik od poplava, tako tijekom posljednjih desetljeća Poreč se suočava s nerijetkim problemima poplava, osobito tijekom jesenskih i zimskih mjeseci. Neke od zabilježenih ekstremnih padalina su se dogodile 2010., 2016., 2020. i 2022. godine, kada su poplave uzrokovale ozbiljne probleme u prometu, infrastrukturi i svakodnevnom životu građana.

Kao jedna od najkišnijih godina u Poreču je bila 2010. godina [7]. Tada je u rujnu u jednom danu, pala količina oborina od 87,4 mm, što je dovelo do velikih poplava i zastoja u prometu. Ceste su bile preplavljene vodom, a šahte su izbijale zbog nemogućnosti odvodnih sustava da se nose s ogromnim pritiskom.

U studenom 2010. godine, šire područje Poreča suočilo se s ekstremno kišnim razdobljem. Količina jesenskih oborina bila je 203% iznad prosjeka za to doba godine, što je izazvalo nove poplave i otežalo svakodnevni život. Na slikama 3 i 4 se mogu vidjeti poplavljene ceste, izbijanje vode iz šahta i nemogućnost normalnog kretanja kroz grad. [7]



Slika 3. Poplavljena cesta u Poreču  
[7]



Slika 4. Oborinska voda izbija iz šahta [7]

Šest godina kasnije, Poreč je ponovno bio pod vodom. U rujnu 2016. godine grad je doživio novi niz ekstremnih padalina. Toga mjeseca zabilježeno je 178% prosječne količine oborina za rujna, što je uzrokovalo velike probleme u gradu i okolici. Najveća dnevna količina oborina zabilježena je 16. rujna, kada je u samo jednom danu palo čak 125,5 mm kiše.

Ova oluja rezultirala je poplavama na glavnim prometnicama, uključujući autobusni kolodvor (slika 5.) i parkirališta koja su bila pod vodom (slika 6.). Voda je izbijala iz šahtova (slika 7.) te su bile preplavljene prometnice i trgovci. [7]



Slika 5. Poplavljeni autobusni kolodvor u Poreču [7]



Slika 6. Poplavljeno parkiralište u Poreču [7]



Slika 7. Izbijanje oborinske vode iz šahta [7]

Još jedna poplava se dogodila u prosincu 2020. godine kada je u nekoliko sati palo više od 50 litara kiše po četvornom metru, što je uzrokovalo iznenadne i opasne bujične poplave u Poreču i okolnim naseljima. Ceste su bile potpuno poplavljene, a naselja poput Stancije Vodopije bila su odsječena od ostatka grada zbog neprohodnih puteva (slike 8. i 9.). [8]



Slika 8. Poplavljena cesta kod Stancije Vodopije [9]



Slika 9. Poplavljena cesta pred ulazom u naselje Stancija Vodopija [9]

Najnovija veća poplava koja je pogodila Poreč dogodila se u studenom 2022. godine. Te godine, u studenom, meteorološka postaja u Poreču zabilježila je najvišu količinu oborina među svim obalnim postajama, s 199 mm oborina. Ova količina padalina dovela je do ozbiljnih poplava u cijelom području Poreča. Vatrogasne službe bile su mobilizirane kako bi pružile pomoć ugroženom stanovništvu. Na terenu su zabilježene brojne intervencije, uključujući ispumpavanje vode iz poplavljenih objekata i prometnica (slika 10.) [7]



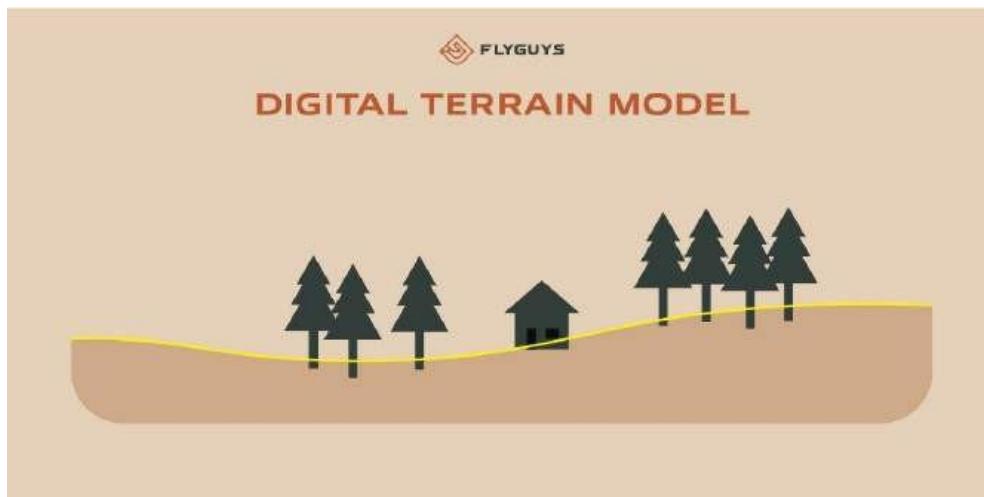
Slika 10. Vatrogasne reakcije zbog poplave na području Poreča [10]

### **3. PROSTORNE PODLOGE**

Prostorne podloge su skup podataka koji omogućuju prikaz različitih informacija o prostoru. Prostorne podloge dolaze u različitim oblicima, ovisno o njihovoj namjeni i vrsti podataka koji se obrađuju. Neke od vrsta prostornih podloga uključuju digitalni model terena, karte infiltracije, karte nepropustnosti i karte hrapavosti. Upotreba prostornih podloga je osnova za planiranje i upravljanje prostorom.

#### **3.1. Digitalni model terena**

Digitalni modeli terena pružaju detaljan prikaz topografije zemljišta, te su stoga ključni u građevinarstvu, geodeziji i geografiji. Digitalni model reljefa (DMR) (eng. Digital Terrain Model – DTM) (slika 11.) i digitalni model površina (DMP) (engl. Digital Surface Model – DSM) (slika 12.) su dva različita koncepta koji se koriste za prikazivanje karakteristika Zemljine površine. DMR je skup položajno i visinski određenih točaka koje uključuju prijelomnice, linije oblika i površine isključenja, što omogućuje detaljan prikaz reljefa terena. Primjenjuje se u geološkim studijama za analizu geoloških karakteristika, u hidrologiji za analize protoka vode, poplavnih područja i drenažnih sustava, te u urbanističkom planiranju za procjenu prirodnih elemenata terena prilikom planiranja razvoja. S druge strane, DMP predstavlja površinu Zemlje, uključujući sve stalne objekte na njoj, kao što su zgrade, vegetacija i vodene površine. Primjenjuje se u građevinarstvu kao pomoć u vizualizaciji urbanih područja, procjeni visine zgrada i planiranju novih građevinskih projekata, osim toga koristi se i u telekomunikaciji za planiranje i optimizaciju mobilne mreže. [11, 12]



Slika 11. Prikaz digitalnog modela reljefa [13]



Slika 12. Prikaz digitalnog modela površine [14]

Razlike između DMR-a i DMP-a su stoga u vrsti podataka koje prikazuju i u njihovoj primjeni. DMR daje površinu koja uključuje samo prirodni teren, isključujući sve objekte na površini kao što su zgrade, vegetacija i druge objekte, dok DMP uključuje sve objekte na površini zemlje, poput zgrada, drveća, mostova i drugih struktura, pružajući sveobuhvatan prikaz površine Zemlje. Na slici 13 se mogu vidjeti razlike između digitalnog modela reljefa i površine. [14]



Slika 13. Razlika digitalnog modela reljefa (DTM) I digitalnog modela površine (DSM) [15]

LIDAR (od engl. Light Detection and Ranging: svjetlosno zamjećivanje i klasifikacija) je napredna tehnologija snimanja koja koristi svjetlosne impulse za mjerenje udaljenosti do objekata. To omogućava stvaranje visoko preciznih trodimenzionalnih modela terena i struktura. Njena preciznost i sposobnost mapiranja velikih površina čine je izuzetno korisnom za prikupljanje podataka o terenu i strukturi objekata. Zbog toga se LiDAR široko koristi u različitim područjima kao što su građevinarstvo, geodezija, kartografija I sl. [16]



Postoje tri glavna tipa LIDAR sustava: zračni LIDAR, terestrički LIDAR i mobilni LiDAR. [17]

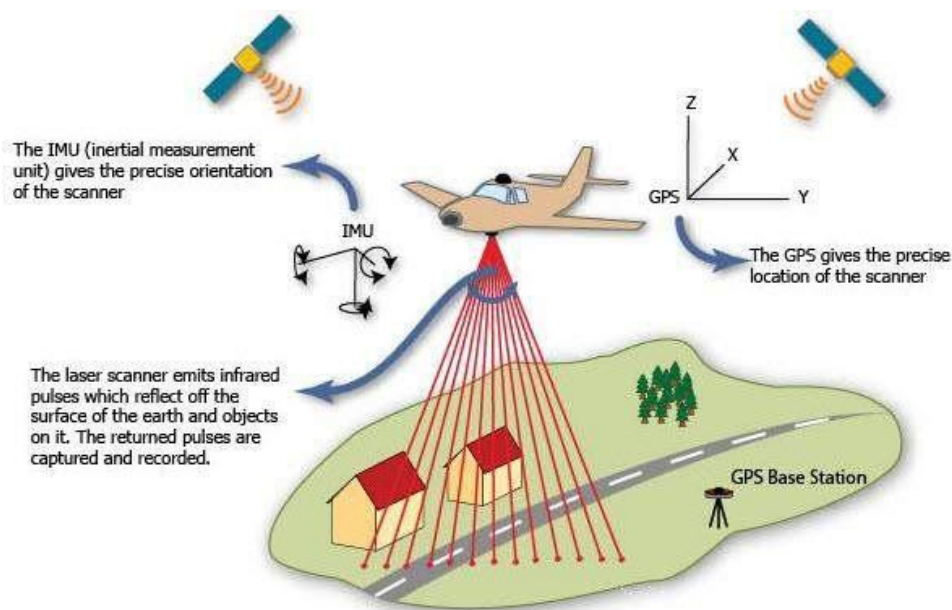
Zračni LIDAR: Ovaj tip LIDAR-a obično se montira na zrakoplov ili dron. Koristi se za snimanje velikih površina zemlje i izradu detaljnih digitalnih modela reljefa (DTM) i digitalnih modela površine (DSM).

Terestrički LIDAR: Ovaj sustav se montira na stativ ili druge stabilne platforme, te se koristi za snimanje objekata i infrastrukture na zemlji, te pruža detaljnije podatke u mnogo većoj razlučivosti.

Mobilni LiDAR: Ovaj sustav, se montira na vozila te omogućuje efikasno skeniranje i modeliranje urbanog okruženja i infrastrukture.

LiDAR sustav se obično sastoji od lasera, skenera, GPS-a (Global Positioning System) i IMU-a (inercijalni mjerni uređaj, engl. Inertial Measurement Unit). Laser emitira pulsirajuće zrake svjetlosti prema tlu, a skener i GPS koordiniraju precizno mjerenje udaljenosti i položaja. IMU pomaže u praćenju položaja i orijentacije letjelice ili vozila na kojem je LiDAR sustav postavljen. Princip rada LiDAR-a temelji se na metodi vremena leta (Time of Flight - ToF) , gdje uređaj mjeri koliko vremena je potrebno da se laser odbije od objekta i vrati nazad do senzora. Brzina svjetlosti je poznata, pa se na osnovu vremena koje je potrebno da impuls putuje do objekta i nazad, može izračunati udaljenost do tog objekta.

Na temelju tih mjerenja stvara se oblak točkica (point cloud) – skup trodimenzionalnih točkica koje predstavljaju različite površine u prostoru. Oblak točkica je ključni rezultat LIDAR snimanja, jer svaka točka unutar oblaka nosi informacije o svojoj poziciji u prostoru (koordinate X, Y, Z) i ponekad o intenzitetu reflektirane svjetlosti. Oblak točkica pruža detaljan prikaz površine, omogućujući analizu terena, objekata i vegetacije. Princip rada LiDAR-a je prikazan na slici 14. [18, 19, 20]



Slika 14. Princip rada LiDAR-a [21]

Za obradu LiDAR podataka najprije se podaci prikupljaju pomoću LiDAR uređaja, zajedno s GPS podacima i podacima inercijalnog mjernog uređaja. Nakon toga slijedi klasifikacija točkica, gdje se podaci dijele na različite klase, kao što su tlo, vegetacija, zgrade i slično. Na osnovu klasificiranih i filtriranih podataka, stvaraju se digitalni modeli reljefa (DTM) i površine (DSM). Na kraju se ti kreirani modeli koriste za daljnje analize poput visinske analize ili simulacija poplava. [22]

LiDAR tehnika snimanja ima svoje prednosti i mane. Jedna od najvećih prednosti LiDAR-a je njegova visoka preciznost u mjerenju udaljenosti. LiDAR može prikupiti podatke s točnošću do nekoliko centimetara. Još jedna važna prednost LiDAR-a je brzina prikupljanja podataka. Ovisno o specifičnoj platformi na kojoj je LiDAR (zrakoplov, dron ili satelit), LiDAR može skenirati velike površine u kratkom vremenskom roku, što ga čini izuzetno učinkovitom metodom za prikupljanje podataka. Na primjer, zračno LiDAR skeniranje može pokriti tisuće kvadratnih kilometara u relativno kratkom vremenu. Osim toga LiDAR ima jedinstvenu sposobnost penetracije kroz vegetaciju, što omogućuje prikupljanje podataka o terenu čak i u gustim šumskim područjima. Korištenjem multispektralnih ili višestrukih povratnih signala, LiDAR može razlikovati vegetaciju od stvarne površine zemlje. Budući da koristi lasersku svjetlost za razliku od tehnologija koje se oslanjaju na vidljivu svjetlost LiDAR može raditi neovisno o vremenskim uvjetima ili svjetlosnim uvjetima, što nije moguće s mnogim drugim metodama snimanja.

S druge strane jedan od glavnih nedostataka LiDAR tehnologije je visok trošak opreme i operacije. Kvalitetni LiDAR sustavi i platforme, posebno oni koji se koriste u zrakoplovima, zahtijevaju znatna ulaganja. Osim toga, troškovi prikupljanja i obrade podataka također mogu biti visoki, što ograničava upotrebu LiDAR-a u manjim projektima. Iako može proći kroz rijetku vegetaciju, LiDAR ima ograničenu mogućnost snimanja kroz gustu šumu. S obzirom da LiDAR snimanje generira ogromne količine podataka, on zahtijeva i naprednu obradu kako bi se dobili korisni rezultati. To zahtijeva za velikim kapacitetom pohrane podataka i snažnim računalnim resursima za obradu. [23]

Pomoću LiDAR snimanja je dobiven i digitalni model reljefa (DMR), koji je razvila Državna geodetska uprava. On se dobiva snimanjem gdje je rezolucija snimaka minimalno 30 cm. DMR je izrađen u kartografskoj projekciji HTRS96/TM, koja je dio Hrvatskog terestričkog referentnog sustava iz 1996. godine. Ova projekcija koristi elipsoid GRS80 (Geodetic Reference System 1980), što je suvremeni globalni standard u geodeziji. HTRS96/TM je službeni referentni koordinatni sustav Republike Hrvatske, usklađen s europskim standardima, što omogućuje preciznost i interoperabilnost u međunarodnim projektima. Korištenje ovog sustava osigurava

točne geodetske podatke na nacionalnoj razini, koji su nužni za različite inženjerske i kartografske radove.

Taj digitalni model reljefa se koristi za proizvodnju izohipsa tj. linija koje povezuju iste točke iste nadmorske visine, na topografskoj karti mjerila 1:25.000 čime se stvara precizan prikaz terena na kartama. Osim toga, DMR služi kao osnova za rektifikaciju digitalnih ortofoto karata, gdje se kombiniraju fotogrametrijski podaci sa stvarnim visinama terena kako bi se dobila precizna karta. DMR ujedno omogućuje i analize reljefa, uključujući sjenčanje i izračun nagiba terena.

DMR je dostupan u različitim formatima kao što su .DGN / .DWG (DMR) koji se koriste za vektorske podatke, te .XYZ / .TXT (DMV) koji sadrže točkaste oblake s koordinatama X, Y i Z.

Posljednje ažuriranje DMR podataka provedeno je u razdoblju od 2018. do 2019. godine, čime je osigurano da podaci odražavaju stvarno stanje terena. [24, 25]

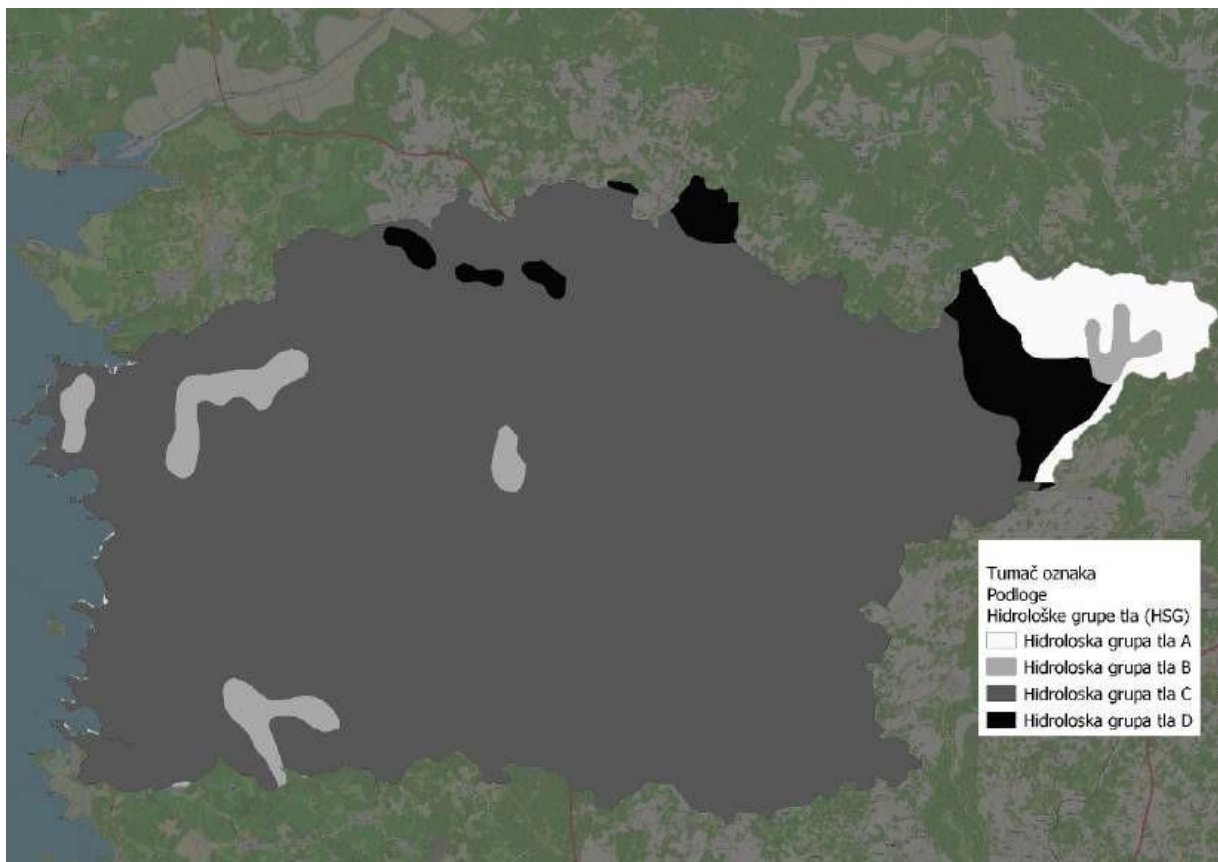
### **3.2. Namjena i korištenje zemljišta**

Za namjenu i korištenje zemljišta potrebne su karte koje prikazuju prostorne karakteristike kao što su karta hidroloških grupa tla (HSG), karta infiltracije (CN brojevi), karta nepropusnosti (IMD) i karta hrapavosti (n- Manning).

## Karta hidroloških grupa tla (HSG)

Karta hidrološke grupe tla (HSG) kategorizira tla u četiri skupine (A, B, C, D) na temelju njihove stope infiltracije. Najveću propusnost imaju tla skupine A, a najmanju tla skupine D. [29]

Na slici 15 je prikazana karta hidroloških grupa tla za područje sliva Poreča. Iz koje se vidi da na području sliva najviše prevladava hidrološka grupa tla C.

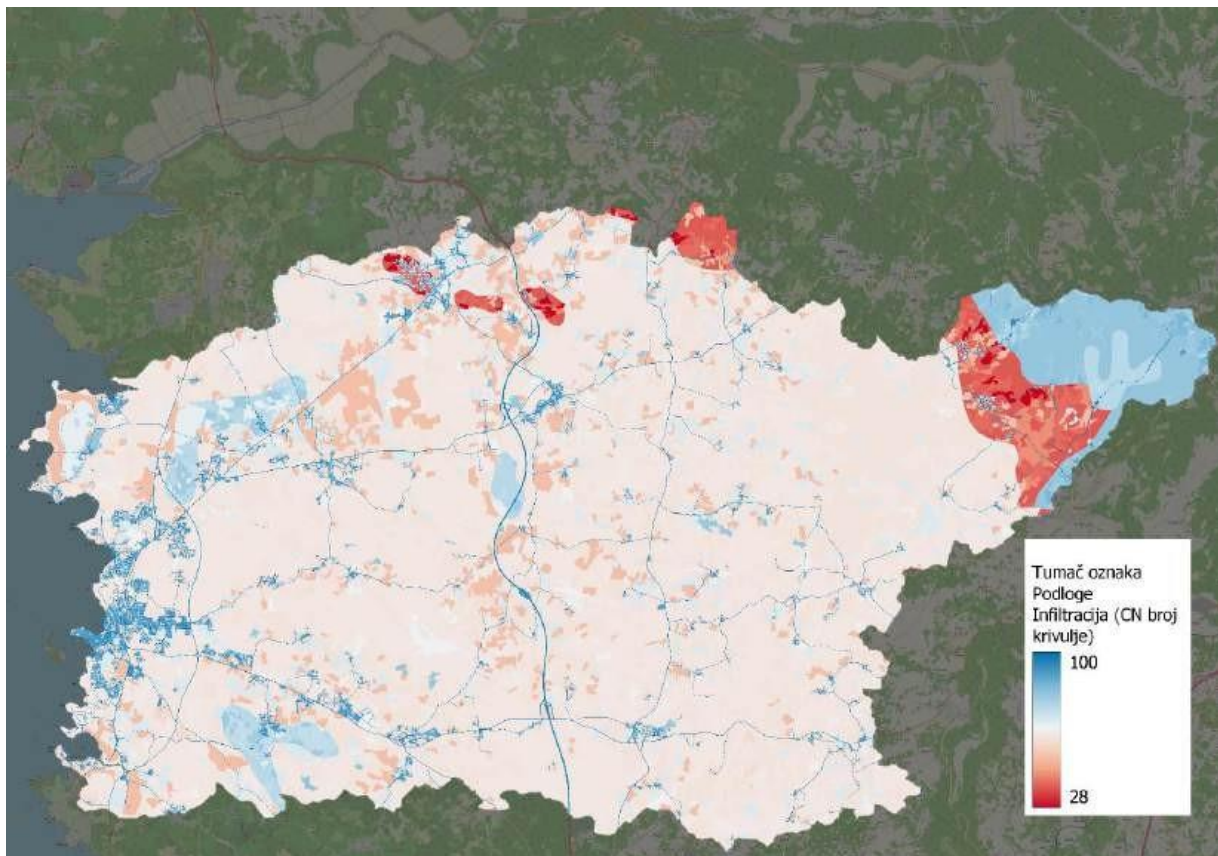


Slika 15. Karta hidroloških grupa tla

### Karta infiltracije (CN brojevi)

Karta infiltracije, koja prikazuje CN (Curve Number) brojeve, koristi se za procjenu sposobnosti zemljišta da apsorbira vodu. CN brojevi opisuju dinamiku promjene infiltracije vode u funkciji pale oborine. Manje vrijednosti CN brojeva upućuju na bolje uvjete infiltracije, dok veće vrijednosti brojeva ukazuju na veće površinsko otjecanje, što naposljetku može dovesti i do poplava. [26]

Na slici 16 se može vidjeti kako u urbanim područjima Poreča, CN brojevi su relativno visoki zbog velikih površina prekrivenih asfaltom, betonom i drugim nepropusnim materijalima. Dok s druge strane, ruralna i poljoprivredna područja, osobito ona na rubnim dijelovima sliva, imaju niže CN brojeve, što ukazuje na bolju sposobnost infiltracije vode.

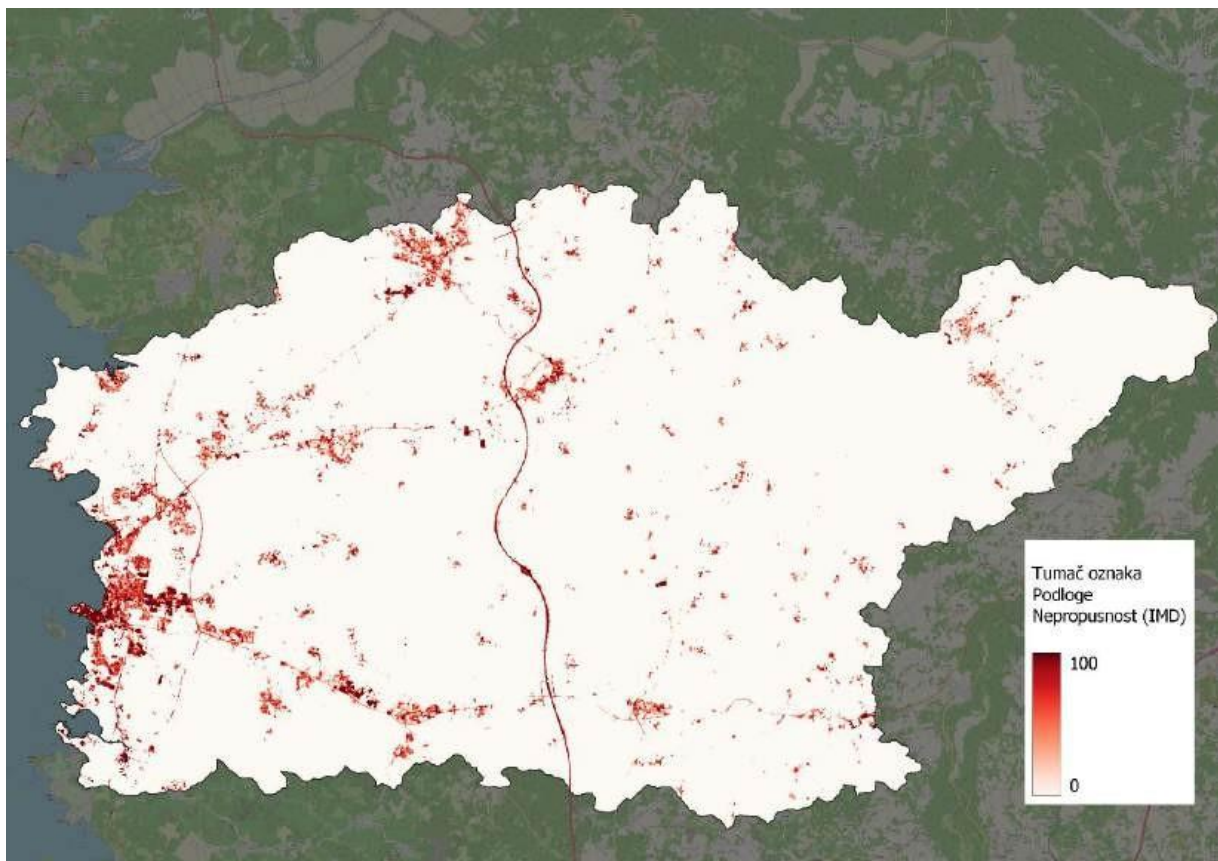


Slika 16. Karta infiltracije

## Karta nepropusnosti (IMD)

Karta nepropusnosti (IMD – Imperviousness Density) prikazuje razinu nepropusnosti površine za prodiranje vode, tj. koliki dio terena je pokriven nepropusnim materijalima kao što su ceste, pločnici i zgrade. Ta karta je važna za upravljanje oborinskim vodama, jer nepropusne površine sprječavaju infiltraciju vode u tlo, čime se povećava površinsko otjecanje, a s time i rizik od poplava. Postotak nepropusnosti se prikazuje u vrijednostima od 0 do 100. [27]

Na slici 17 se može vidjeti koja područja u Poreču imaju visoki stupanj nepropusnosti. U područjima poput centra Poreča, nepropusnost je visoka, dok rubna, manje urbanizirana područja imaju znatno niže vrijednosti IMD-a.

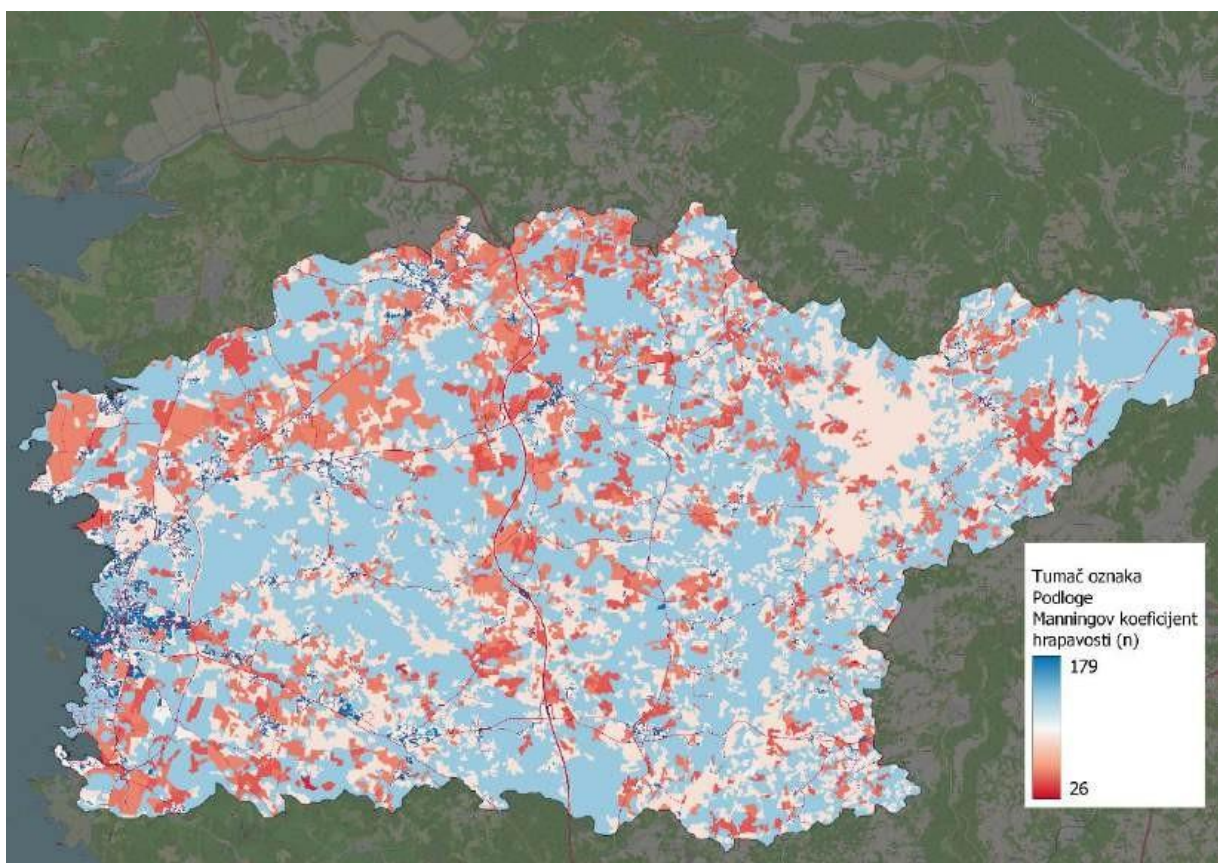


Slika 17. Karta nepropusnosti

## Karta hrapavosti (n- Manning)

Karta hrapavosti (n- Manning) koristi se za procjenu otpora površine koji utječe na brzinu otjecanja vode. Manningov koeficijent hrapavosti (n) pokazuje koliko će se brzo voda kretati kroz određeno područje. Više vrijednosti ovog koeficijenta označavaju veći otpor i sporiji protok vode, dok niže vrijednosti upućuju na brže otjecanje. [28]

Za područje sliva Poreča vrijednosti Manningovog koeficijenta su različite ovisno o tipu površine. Na slici 18 se može vidjeti kako u ruralnim i zelenim površinama je hrapavost visoka, što usporava otjecanje vode i omogućuje veću infiltraciju. Nasuprot tome, u urbanim područjima s glatkim, nepropusnim površinama, hrapavost je niska, što se rezultira sa bržim površinskim otjecanjem i povećanim rizikom od poplava.



Slika 18. Karta hrapavosti

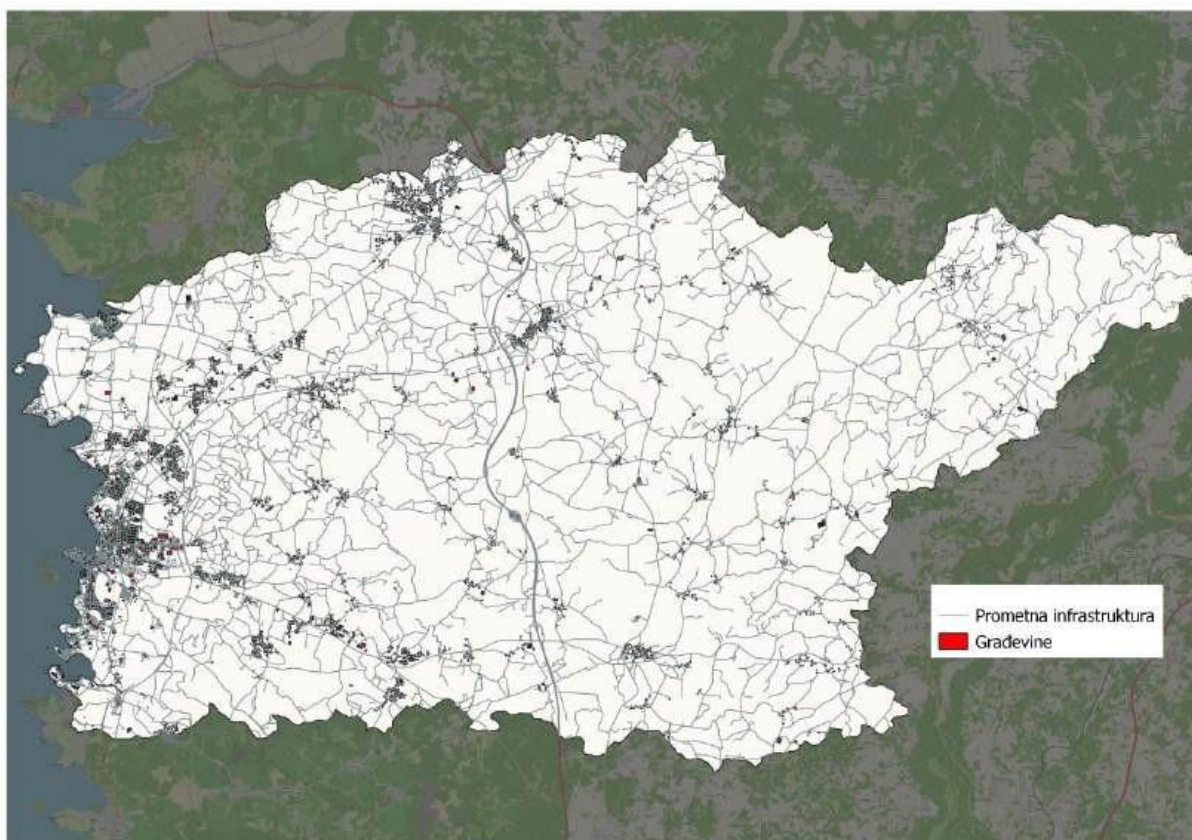


### 3.3. Građevine i prometna infrastruktura

Za dobivanje podloge sa građevinama i prometnom infrastrukturom korišten je računalni alat QuickOSM u računalnom programu QGIS-u.

QGIS je otvoreni i besplatni GIS (Geografski Informacijski Sustav) softver koji omogućava korisnicima pregled, analiziranje i uređivanje prostornih podataka. QGIS omogućuje rad s različitim vrstama prostornih podataka, uključujući vektorske i rasterske baze podataka. Također omogućuje integraciju s mnogim vanjskim bazama podataka i servisima, te nam omogućuje izradu grafičkih karata. [30]

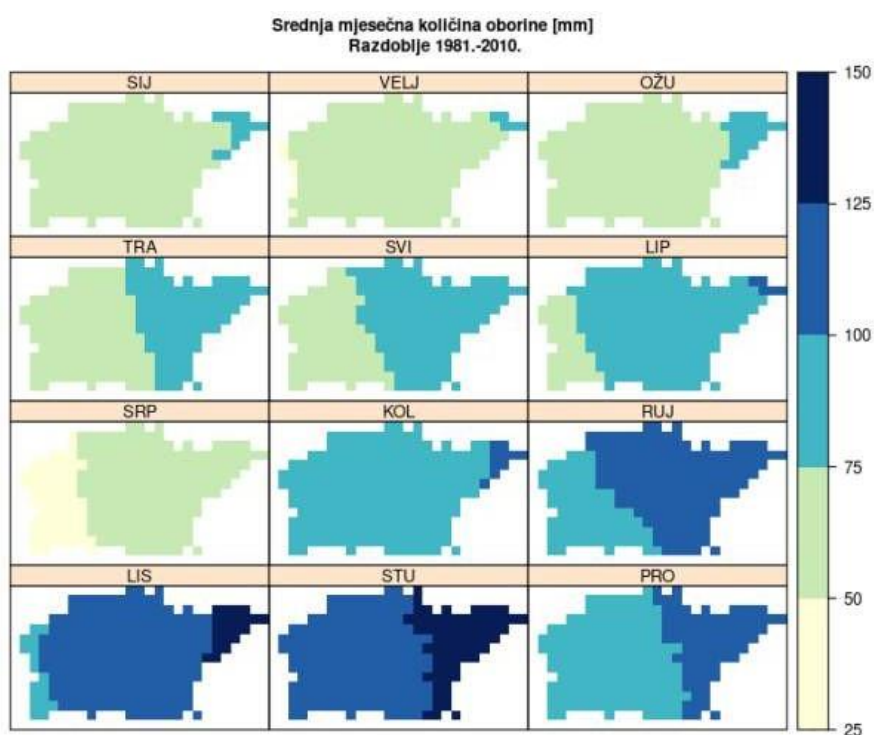
QuickOSM je dodatak za QGIS koji omogućava jednostavno preuzimanje i rad s podacima iz OpenStreetMap (OSM) baze podataka. OpenStreetMap je globalna karta koja se ažurira od strane zajednice korisnika. Pomoću QuickOSM dodatka se definiralo područje interesa, u ovom slučaju sliv Poreča, te su se preuzeli podatci o specifičnim objektima kao što su zgrade i ceste. (slika 19.) [31]



Slika 19. Građevine i prometna infrastruktura za sliv Poreč

## 4. KLIMATOLOŠKE PODLOGE

Za analizu klimatoških značajka uzeti su podaci o srednjoj mjesečnoj količini oborina za razdoblje od 1981. godine do 2010. godine (slika 20.) iz projekta STREAM [32]. Iz tih podataka je vidljivo da je u srpnju mjesečno najmanje oborina, a najviše u studenom. Najznačajnije varijacije u oborinama unutar pilot područja javljaju se od listopada do prosinca, kada su razine najviše. Godišnja prosječna količina oborine u pilot području varira od oko 850 mm u obalnim nizinama do 1258 mm u povišenim područjima u unutrašnjosti, što rezultira prosjekom od 1008 mm.



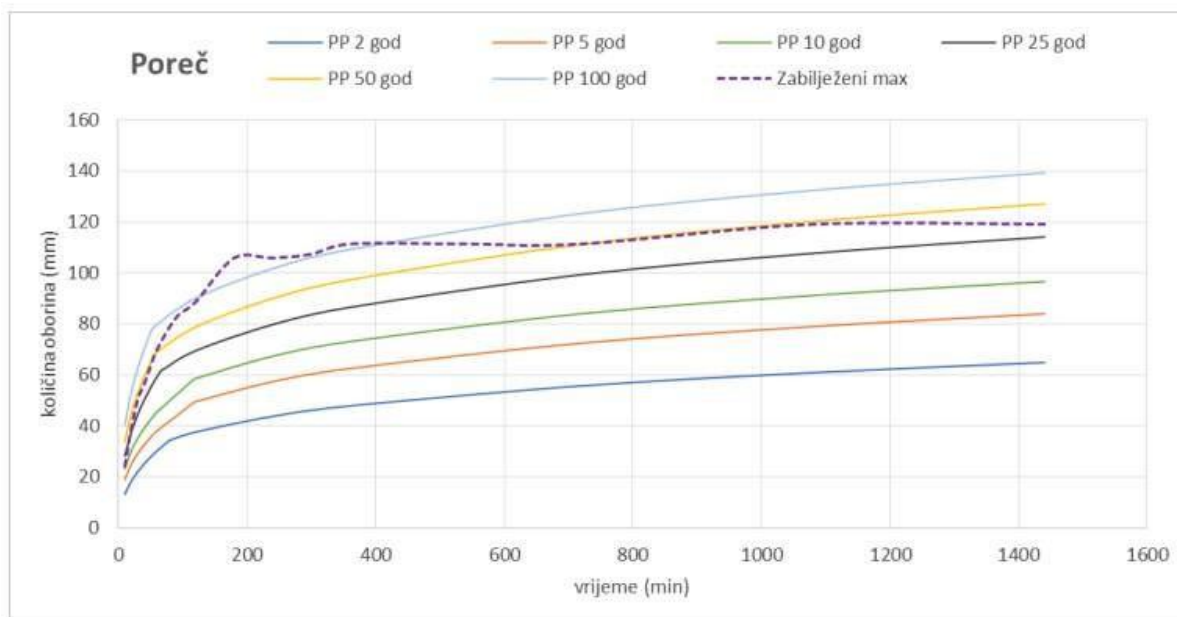
Slika 20. Srednje mjesečne količine oborina (mm) za područje Porec u razdoblju od 1981.-2010-god. [32].

Osim toga za analizu značajka intenzivnih oborina korištene su HTP (Količina oborine – Trajanje - Povratni period) krivulje, preuzete iz projekta STREAM [32]. U tabličnim (slika 21.) i grafičkim (slika 22.) prikazima HTP krivulje nalaze se karakteristične vrijednosti, ali i njihova anvelopa maksimalnih zabilježenih vrijednosti koja prikazuje

najviše izmjerene količine oborina za različite povratne periode. Ta krivulja pomaže u razumijevanju ekstremnih vrijednosti koje su se dogodile u prošlosti. U ovom slučaju anvelopa maksimalnih zabilježenih vrijednosti ima karakter 50-100- godišnjeg povratnog perioda.

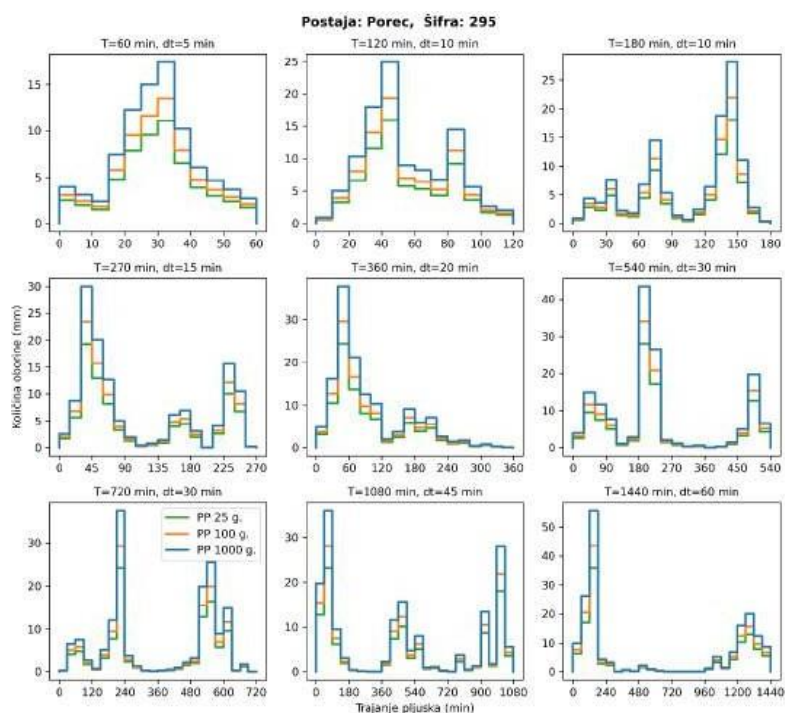
Trajanje (min)	50%	20%	10%	4%	2%	1%	Zabilježeni max
	PP 2 god	PP 5 god	PP 10 god	PP 25 god	PP 50 god	PP 100 god	
10	13,3	19,1	23,3	28,1	33,7	40,2	24,2
20	18,2	24,9	30,1	37,5	44,7	53,0	38,8
30	22,0	29,1	35,0	44,4	52,7	62,4	50,4
40	25,1	32,5	39,0	50,1	59,3	70,0	56,2
50	27,8	35,4	42,4	54,9	64,9	76,6	63,3
60	30,2	38,0	45,4	59,3	68,9	79,8	70,0
120	37,6	49,5	58,6	69,5	78,8	90,1	88,6
240	43,8	57,4	67,4	79,8	90,0	101,7	105,9
360	47,9	62,5	73,1	86,5	97,3	109,2	111,4
720	55,7	72,5	84,0	99,4	111,2	123,3	111,4
1080	60,9	79,0	91,2	107,7	120,3	132,4	119,1
1440	64,9	84,0	96,6	114,1	127,1	139,3	119,1

Slika 21. Tablični prikaz HTP krivulja za Poreč [32]



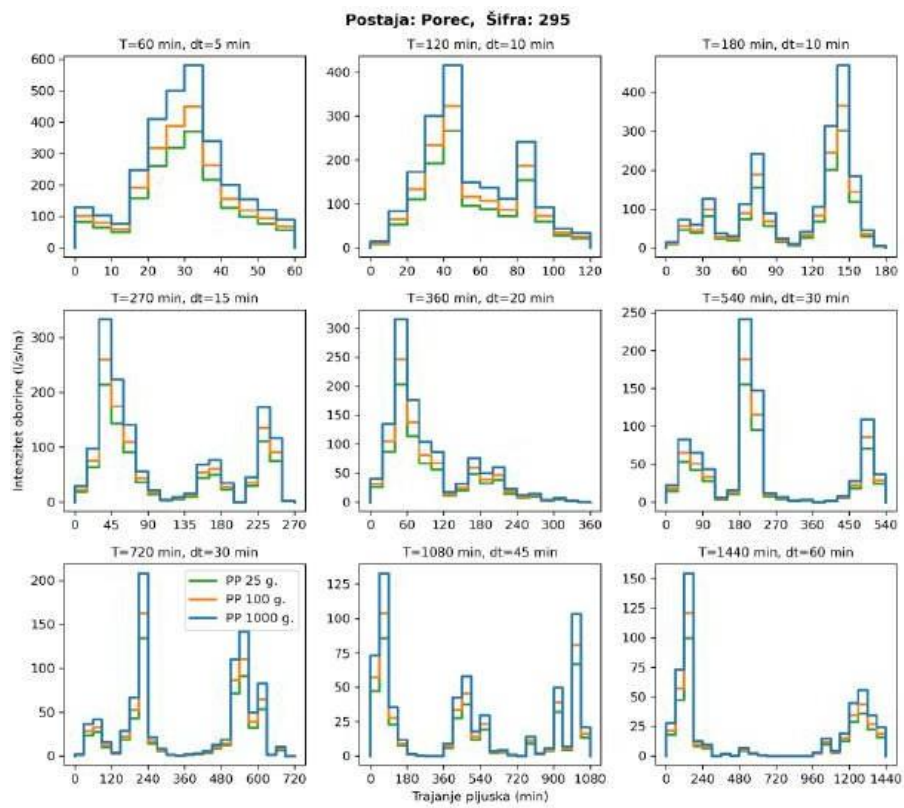
Slika 22. Grafički prikaz HTP krivulja za Poreč [32]

Uz HTP krivulju korišteni su i podaci o oborinama u vidu projektnog pljuska, preuzeti iz projekta STREAM [32]. Projektni pljusak definira se kao intenzivan, kratkotrajni oborinski događaj koji se koristi kao referentni model za dizajn hidrotehničkih objekata. Obično se izražava kao određena količina oborina (u milimetrima) koja padne u zadanom vremenskom periodu (npr. 60, 120, 180, 270, 360, 540, 720, 1080 i 1440 minuta) i koja ima određeni povratni period (npr. 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 i 1000 godina). Intenzitet projektnih pljuskova mjeri se u milimetrima po minuti (mm/min) i predstavlja brzinu kojom oborine padaju tijekom određenog vremenskog intervala. Veći intenzitet znači da se veća količina oborina skuplja u kraćem vremenskom periodu, što može povećati rizik od poplava. Trajanje pljuska je vremenski period tijekom kojeg pljusak traje. Kratkotrajni pljuskovi visokog intenziteta mogu imati razoran učinak na urbano područje, pogotovo ako se infrastruktura ne može nositi s brzim dotokom velike količine vode. Povratni period projektnih pljuskova označava prosječno vrijeme između dva slična događaja. Na primjer, povratni period od 50 godina znači da se određeni pljusak očekuje jednom u pedeset godina. Taj parametar pomaže da se dizajniraju sustavi koji mogu izdržati rijetke, ali i ekstremne vremenske uvjete. Primjer pluviograma za tri scenarija (povratni period 25, 100 i 1000 godina) za mjernu postaju Poreč, prikazan je na slici 23., a hijetograma na slici 24. [32]



Slika 23. Pluviogram projektnog pljuska za mjernu postaju Poreč

[32]



Slika 24. Hijetogram projektnog pljuska za mjernu postaju Poreč [32]

## **5. PROSTORNO-POVIJESNA ANALIZA URBANIZACIJE SLIVA GRADA POREČA**

Prostorno-povijesna analiza urbanizacije sliva Grada Poreča ključna je za razumijevanje dinamike razvoja ovog područja. Korištenje suvremenih tehnologija i geoinformacijskih sustava (GIS), omogućeno je precizno praćenje promjena u broju i prostornoj distribuciji izgrađenih objekata u proteklih nekoliko desetljeća. Korištenjem poligona objekata iz OpenStreetMap-a (OSM) dobivenih u poglavlju 3.3., te DOF (digitalni ortofoto) snimaka za različite vremenske periode, pokazan je dubok uvid u procesu urbanizacije u Poreču.

Glavni alat korišten u ovoj analizi bio je QGIS, platforma za obradu prostornih podataka. Korištenjem WMS servisa, u QGIS su integrirane ortofoto snimke (DOF snimke i HOK snimka) za tri ključne godine: 1974., 2011. i 2022. godinu. Ove snimke su omogućile usporedbu urbanog razvoja kroz vrijeme i identificiranje novijih građevina koje su izgrađene u međuvremenu.

Poligoni izgrađenih objekata preuzeti iz OpenStreetMap-a su korišteni kao osnovni sloj u analizi. Proces je uključivao eksportiranje sloja sa svim postojećim objektima za 2022. godinu, gdje su se ujedno i ručno dodavali neki objekti koji se nisu bili preuzeli iz OpenStreetMap-a. Nakon toga, usporedba s DOF snimkom iz 2011. godine omogućila je uklanjanje objekata koji nisu postojali u tom vremenu, čime se dobila točnija slika stanja iz 2011. godine. Na isti način, usporedbom sa HOK snimkom iz 1974. godine, dobiveni su podaci o stanju izgrađenih objekata iz tog razdoblja. Ova metoda je omogućila dobivanje preciznih podataka o urbanizaciji kroz vremenske intervale.

Rezultati analize pokazuju značajnu promjenu u broju građevina tijekom posljednjih nekoliko desetljeća. Tablica 1 u nastavku prikazuje broj građevina u Poreču za 1974., 2011. i 2022. godinu:

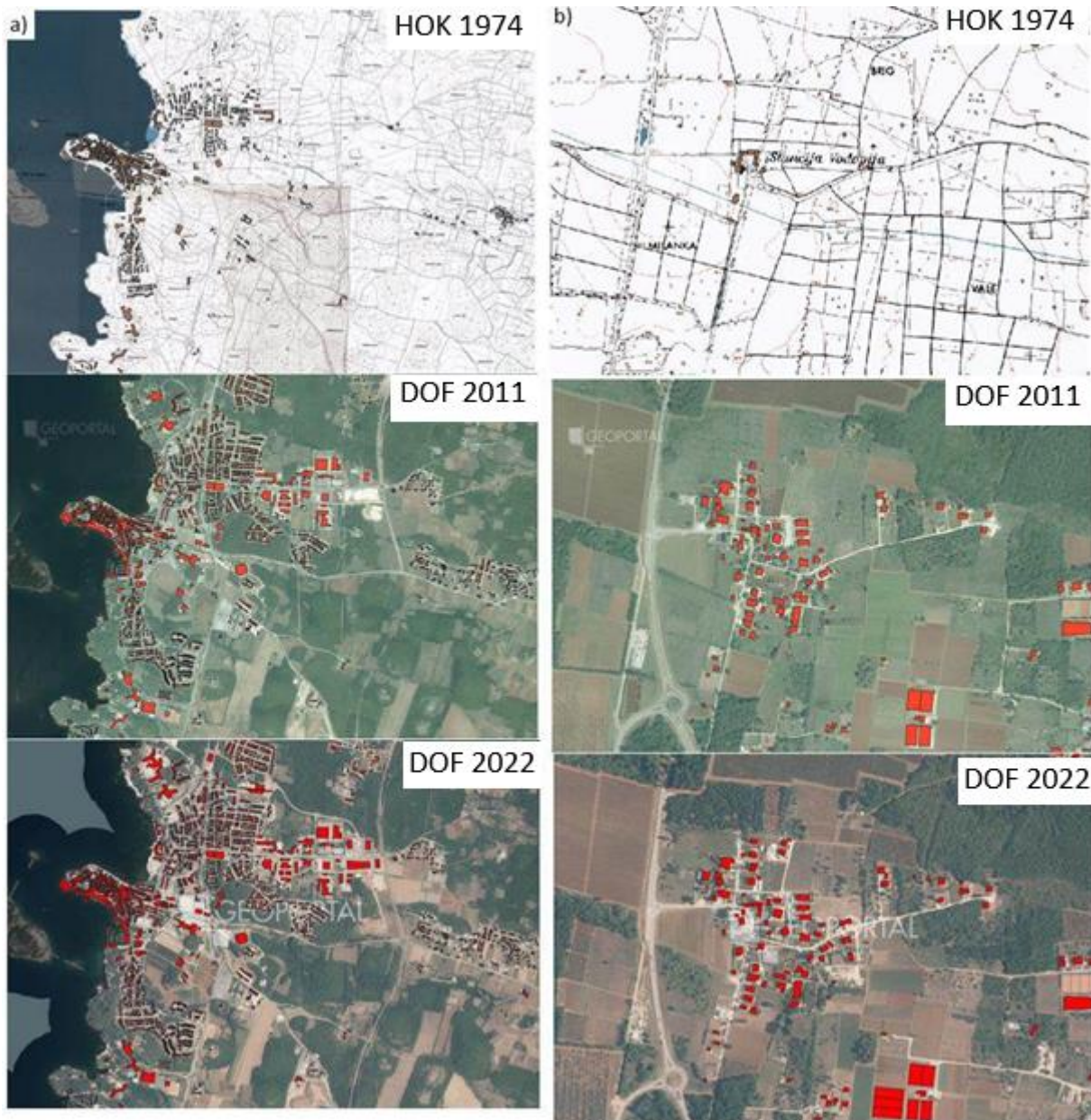
Tablica 1. Prikaz broja građevina za razdoblja 1974., 2011. i 2022. godine

Razdoblje	1974. godina	2011. godina	2022. godina
Broj građevina	4652	8926	9463

Kao što podaci iz tablice pokazuju, broj građevina u Poreču znatno se povećao između 1974. i 2011. godine, s porastom od 91,9%. Ovaj gotovo dvostruki rast broja građevina u razdoblju od 37 godina može se pripisati najvjerojatnije faktorima poput gospodarskog rasta i razvoja turizma.

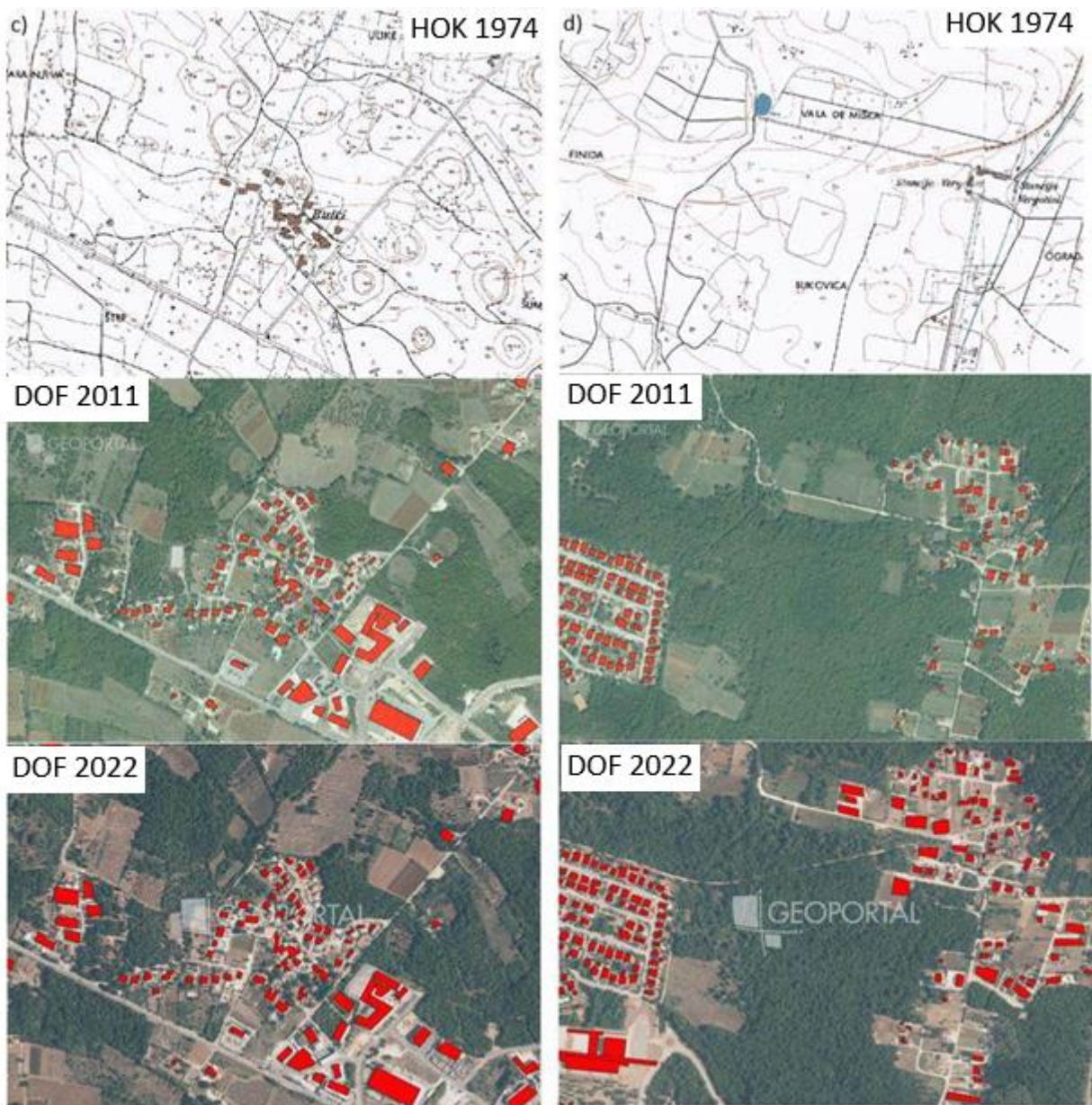
Iako je rast u razdoblju od 2011. do 2022. godine nastavljen, stopa urbanizacije značajno je usporena u odnosu na prethodno razdoblje. Povećanje broja građevina iznosilo je 6%, što ukazuje na stabilizaciju urbanog rasta. Ovo usporavanje može biti rezultat zasićenosti urbanog prostora, prostorno-planskih ograničenja te regulacija koje su usmjerene prema održivom razvoju i očuvanju okoliša. Prostorna analiza pokazala je da je rast broja objekata bio koncentriran u nekoliko ključnih područja, prvenstveno duž obale i u prigradskim naseljima. Urbanizacija se širila u smjeru od povijesne jezgre prema okolnim ruralnim područjima, gdje su izgrađeni novi objekti. U povijesnoj jezgri Poreča, zbog ograničenja prostorno-planskih mjera i zaštite kulturne baštine, urbanizacija je bila manje izražena.

Za prikaz analize izdvojena su četiri lokacije na kojoj je prisutna značajnija promjena u broju objekata: centar grada, Stancija Vodopija, industrijska zona Buići i Stancija Vergotini. Slike 25 i 26 prikazuju promjene u urbanizaciji u tim područjima kroz tri vremenska razdoblja (1974., 2011. i 2022. godinu). Na svakoj slici prikazane su promjene u izgrađenim objektima na podlozi DOF-a i HOK-a za te godine, što omogućuje vizualno praćenje urbanog širenja i promjena u tim specifičnim dijelovima grada.



Slika 25. Izdvojeno područje: a) centar grada Poreča, b) Stacija Vodopija





Slika 26. Izdvojeno područje: c) industrijska zona Buići, d) Stacija Vergotini

## 6. ANALIZA OPASNOSTI GRADA POREČA OD PLUVIJALNIH POPLAVA

### 6.1. Metodologija

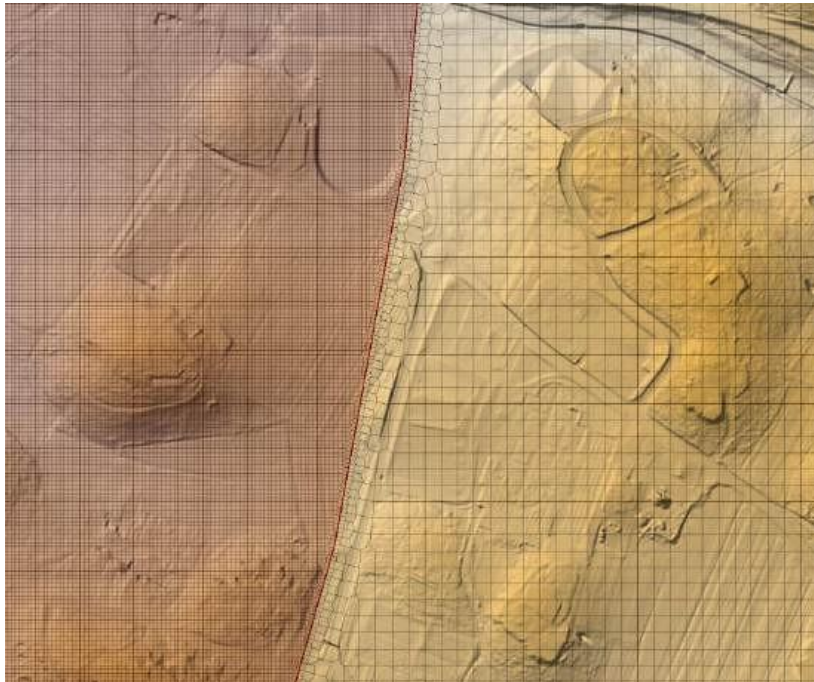
Analiza opasnosti od pluvijalnih poplava temelji se na detaljnim hidrološko-hidrauličkim simulacijama površinskog otjecanja. Za tu potrebu korišten je računalni program HEC-RAS 6.5 (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System). To je softver razvijen od strane Američke vojske (US Army Corps of Engineers) za modeliranje hidrauličkih tokova u prirodnim i umjetnim vodotocima. Softver podržava 1D i 2D modeliranje, što omogućava detaljnu analizu složenih hidroloških situacija. 2D komponenta, koja je korištena u ovoj analizi pluvijalnih poplava, omogućava precizno modeliranje površinskog otjecanja preko heterogenih terena, uzimajući u obzir varijacije u infiltraciji, nepropusnosti i hrapavosti. HEC-RAS je besplatan i široko korišten u stručnim krugovima zbog svoje fleksibilnosti i mogućnosti integracije s drugim alatima i podacima, poput GIS sustava, te je za javnost postao dostupan 1995. godine. [33]

Za uspostavu matematičkog modela površinskog otjecanja jakih oborina prvo je bilo potrebno definirati digitalni model terena, uz posebnu pažnju na korigiranje lokacija gdje se nalaze propusti ili drugi infrastrukturni elementi koji utječu na površinski tok vode (slika 27.).



Slika 27. Korekcija DMT-a zbog propusta

Nakon toga su određeni prostorni parametri procesa infiltracije, gustoće izgrađenosti, odnosno nepropusnosti površina, te prostorna raspodjela hrapavosti. Osim toga definirana je prostorna domena modela, nakon čega je bilo potrebno generirati proračunsku mrežu. Tako je odabrana strukturirana kvadratna proračunska mreža veličine ćelija 20 x 20m, koja je progušćena na naseljenijim područjima na veličinu ćelija 5 x 5m (slika 28.).



Slika 28. Digitalni model terena s generiranom proračunskom mrežom

Također su definirani rubni uvjeti, od kojih su dva bila na granicama domene, a jedan se odnosio na cjelokupnu površinu domene.

Za rubni uvjet na kopnu postavljen je uvjet normalne dubine uz prosječni nagib terena, dok za rubni uvjet u moru je postavljena razina mora od 0 m n. m. za vrijeme trajanja simulacije. Na cijeloj površini domene zadana je prostorno homogena, ali vremenski promjenjiva oborina u obliku projektnog pljuska. [34]

U svrhu analize toka korišten je nestacionarni 2D proračun, a svi proračuni su provedeni za jedan specifičan scenarij poplave povratnog perioda od 100 godina odnosno male vjerojatnosti pojavljivanja. Provedeno je pet proračuna za vremena trajanja od 1, 3, 6, 12 i 24 sata.

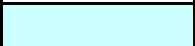




Kao rezultat hidrauličkog proračuna dobiven je vremenski zapis dinamike površinskog otjecanja u obliku zabilježenih dubina vode, što omogućava precizno praćenje i analizu ponašanja pluvijalnih poplava, te je konačan rezultat uzet u obliku anvelope maksimalnih vrijednosti. Nakon toga se taj rezultat vratio u QGIS, kako bi se mogle izraditi karte izloženosti objekata poplavama.

## 6.2. Rezultati

Za rezultat simulacija imamo 5 karata dubina za svako trajanje oborine (1, 3, 6, 12 i 24 sata) te jednu kartu dubine za maksimalne vrijednosti rezultata simulacija.

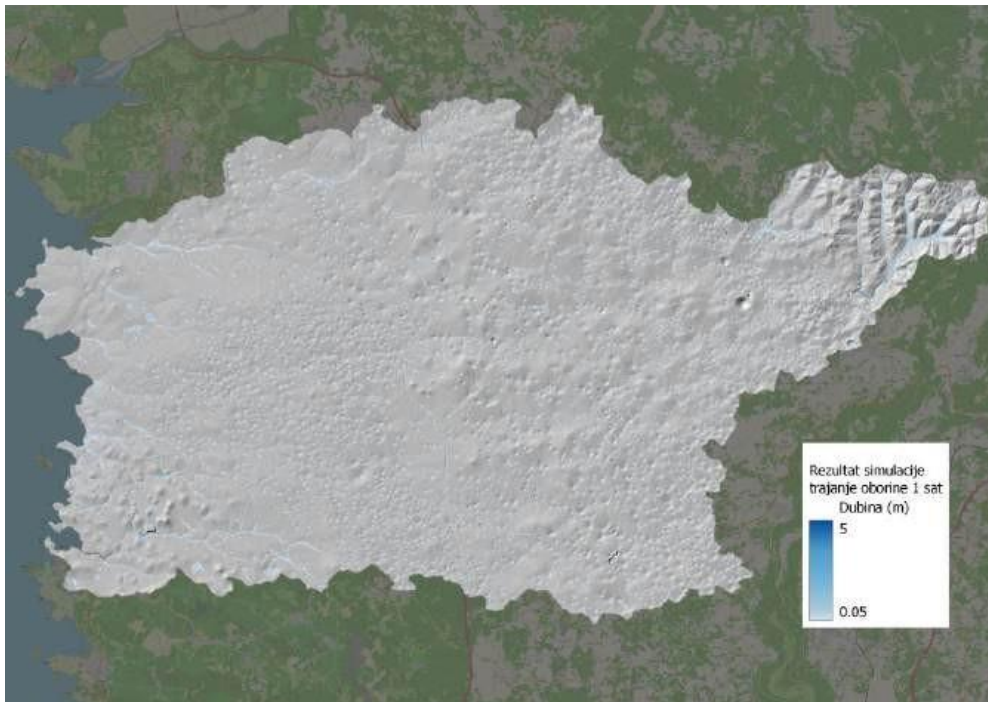
Za izradu karata dubina vode korišteni su rasponi dubina koji su dani u tablici 2. Također su u tablici 2 prikazane i pridružene boje za određene razrede dubine.

Tablica 2. Razredi dubine i pripadne boje

Dubina vode (m) razredi	Izgled boje	Crvena boja (R)	Zelena boja (G)	Plava boja (B)
<0,05		210	227	243
0,05-0,5		177	203	222
0,5-2		116	179	216
2-3,5		82	157	204
>3,5		8	81	156

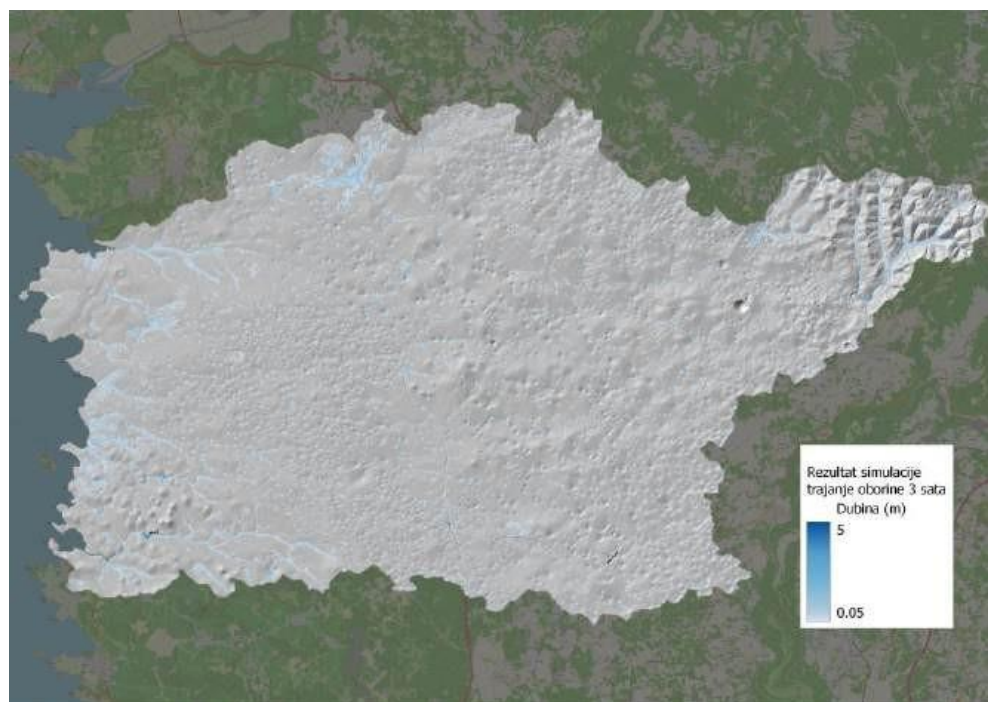
Rezultati simulacija su prikazani na digitalnom modelu terena za svako trajanje oborine.

Na slici 29 je prikazan rezultat simulacije za oborinu povratnog perioda od 100 godina i trajanje oborine od 1 sata.



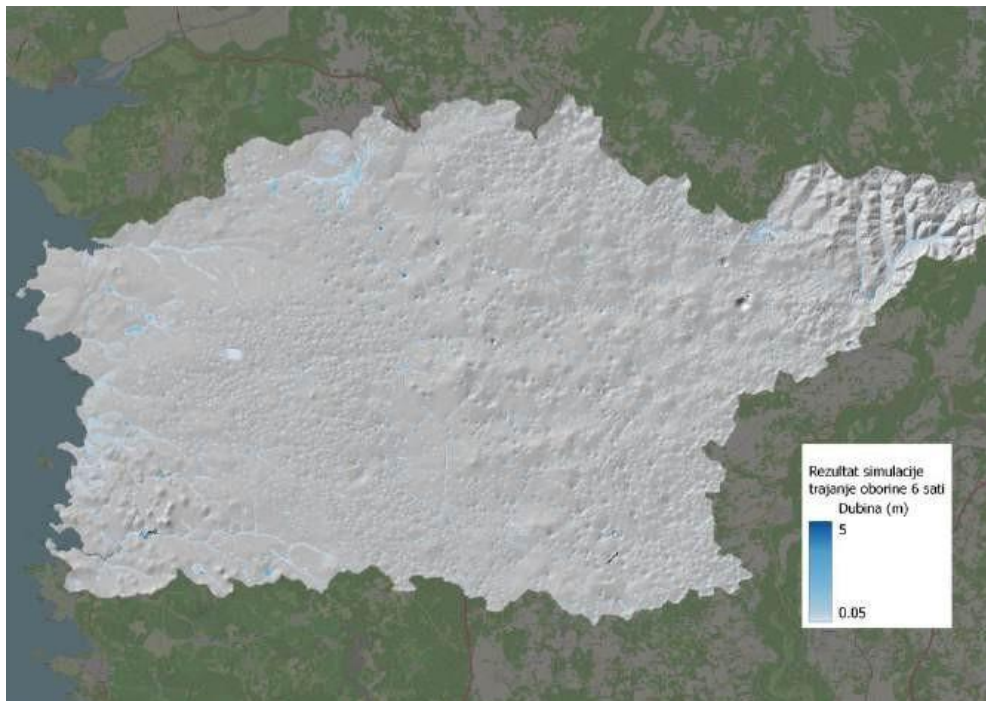
Slika 29. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 1 sata

Na slici 30 je prikazan rezultat simulacije za oborinu povratnog perioda od 100 godina i trajanje oborine od 3 sata.



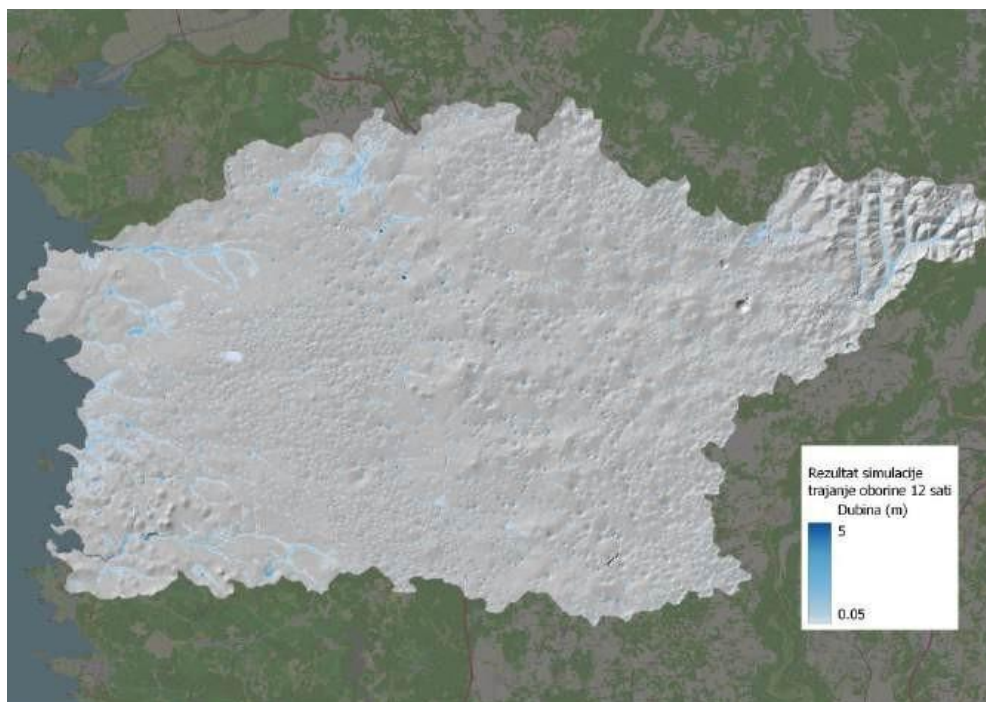
Slika 30. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 3 sata

Na slici 31 je prikazan rezultat simulacije za oborinu povratnog perioda od 100 godina i trajanje oborine od 6 sata.



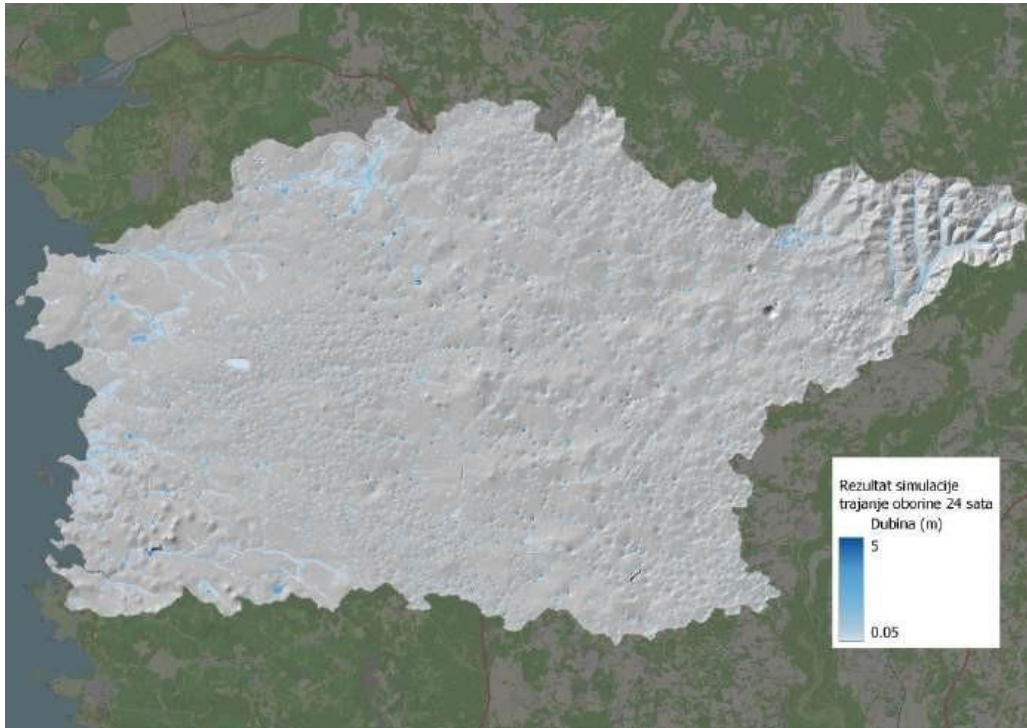
Slika 31. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 6 sata

Na slici 32 je prikazan rezultat simulacije za oborinu povratnog perioda od 100 godina i trajanje oborine od 12 sata.



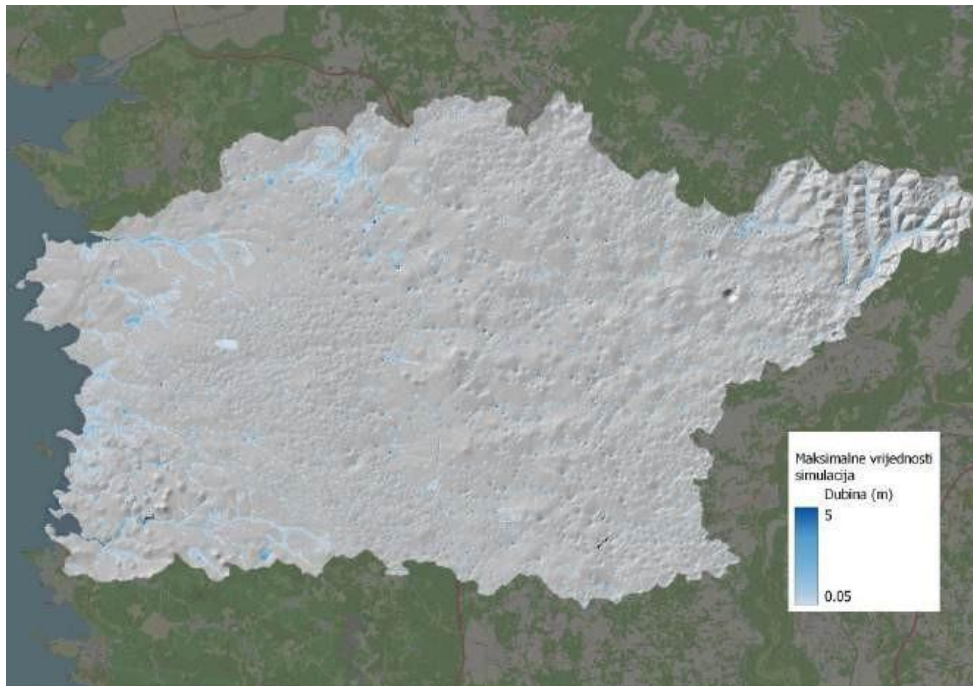
Slika 32. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 12 sata

Na slici 32 je prikazan rezultat simulacije za oborinu povratnog perioda od 100 godina i trajanje oborine od 24 sata.



Slika 33. Rezultat simulacija poplava s maksimalnim dubinama za trajanje oborine od 24 sata

Na slici 34 je prikazan rezultat maksimalnih vrijednosti dubina svih simulacija, koji je kasnije korišten za detaljniju analizu izloženosti stambenih naselja pluvijalnim poplavama.

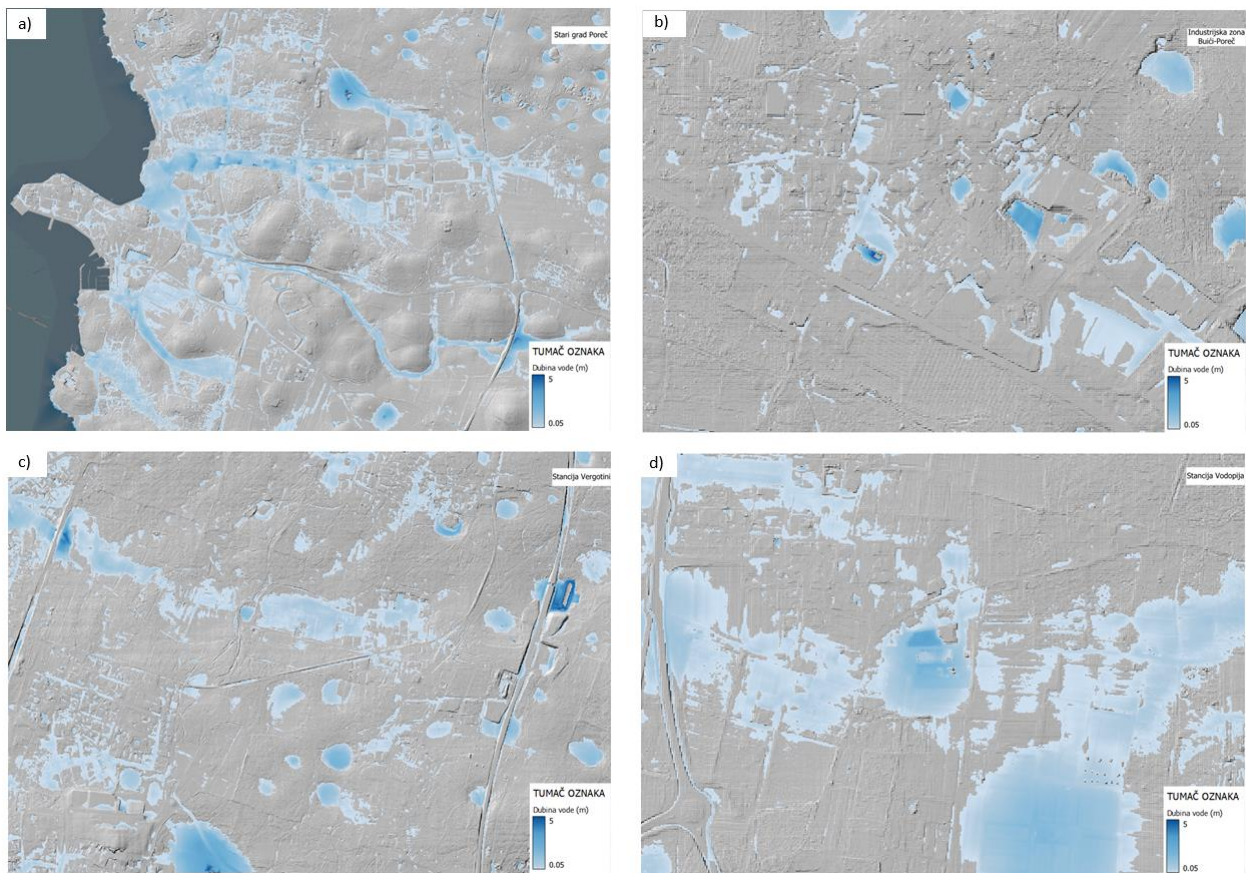


Slika 34. Rezultat simulacija poplava s anvelopom maksimalnih vrijednosti

Iz karata se može vidjeti kako su najveće dubine dobivene za područja zapadno od autoceste A9. To su područja unutar samog starog grada Poreča, naselja Stancija Vodopija, Kaštelir, Stancija Vergotini, Vrvari te industrijska zona Buići. Istočno od autoceste A9 iznimka je jedino sjeveroistočno područje sliva, na brdskom predjelu, gdje su prisutni bujični tokovi. Osim toga na cijelom slivu se nalazi značajan broj depresija tj. vrtača gdje se voda sporo infiltrira u podzemlje.



Na slici 35. je prikazan detalj rezultata opasnosti od poplava za izdvojena područja: Stari grad Poreč, industrijska zona Buići-Poreč, Stancija Vergotini i Stancija Vodopija.




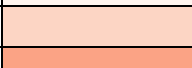
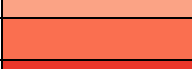



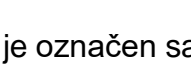
Slika 35. Rezultat simulacija za izdvojena područja: a) Stari grad Poreč b) industrijska zona Buići-Poreč c) Stancija Vergotini d) Stancija Vodopija

## 7. ANALIZA IZLOŽENOSTI STAMBENIH OBJEKATA PLUVIJALNIM POPLAVAMA

Za analizu izloženosti stambenih objekata pluvijalnim poplavama, pomoću rezultata simulacije iz točke 6.2. te prostorne povijesne analize iz točke 5., su se izradile karte izloženosti objekata poplavama za razdoblja 1974. godine, 2011. godine i 2022. godine. Karte su se izradile za područja gdje se najviše povećao broj objekata kroz godine, te gdje su prisutne veće dubine poplavnog područja. Stoga su karte izrađene za područje starog grada Poreča, naselje Stancija Vodopija, industrijska zona Buići-Poreč te naselje Stancija Vergotini.

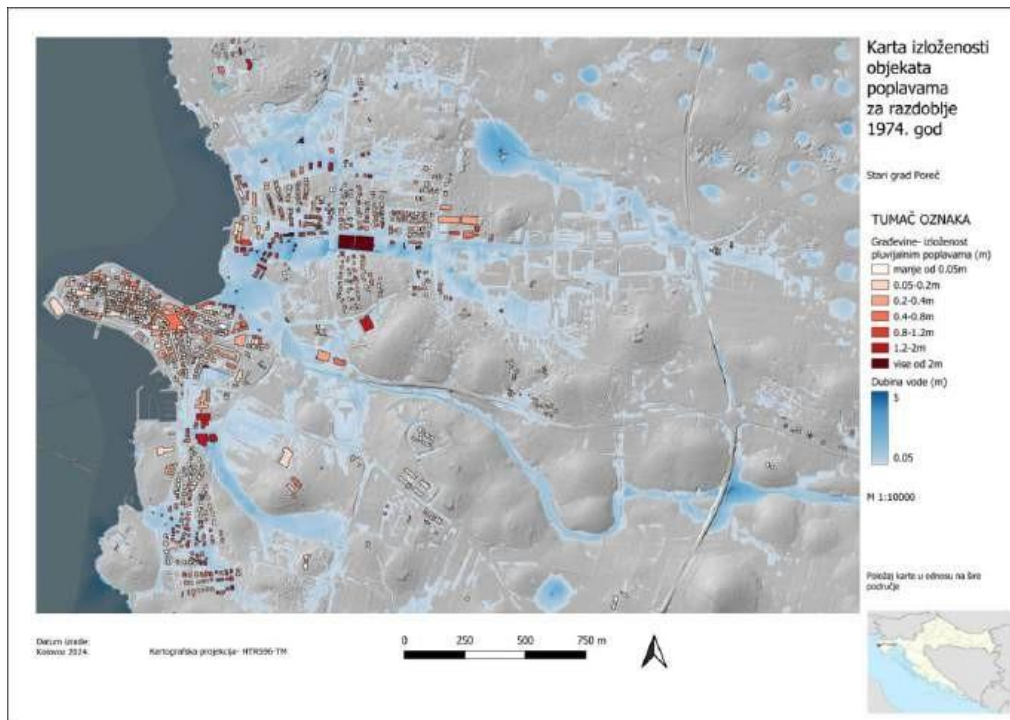
Za izradu karata izloženosti korišteni su rasponi dubine vode i boje za označavanje koje su dane u tablicama 2 i 3.

Tablica 3. Izloženost građevina pluvijalnim poplavama po dubinama

Dubina vode (m) razredi	Izgled boje	Crvena boja (R)	Zelena boja (G)	Plava boja (B)
Manje od 0.05m		255	245	240
0.05-0.2m		253	214	196
0.2-0.4m		252	164	134
0.4-0.8m		251	112	80
0.8-1.2m		234	55	42
1.2-2m		186	20	25
Više od 2m		103	0	13

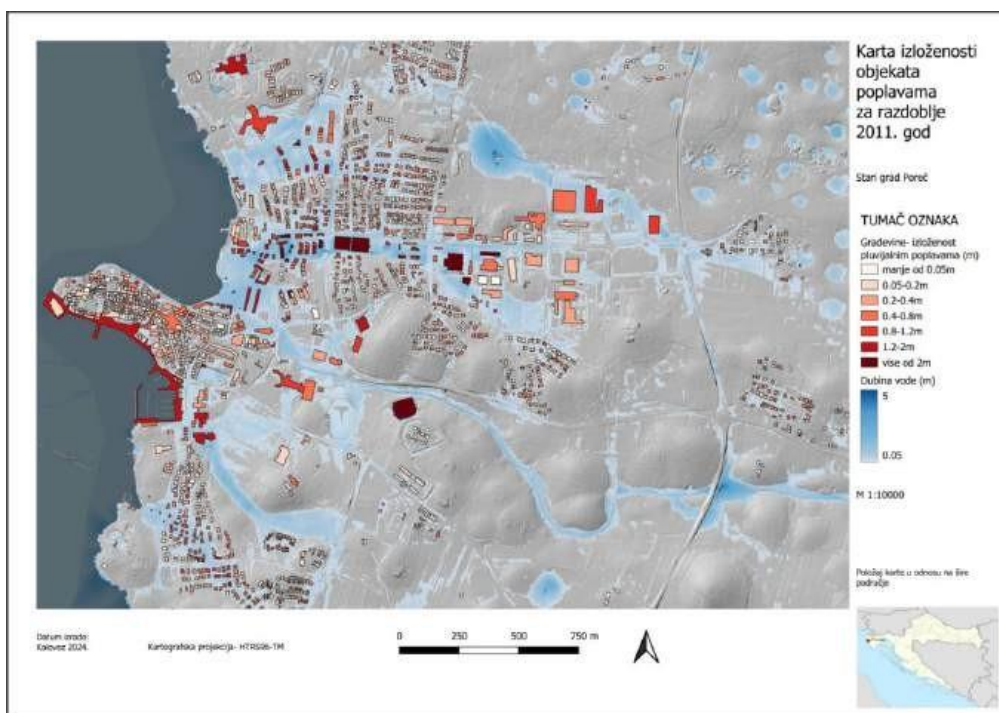
Na izrađenim kartama je označen sav potreban sadržaj poput tumača oznaka, mjerila, projekcije, datuma izrade te položaja karte u odnosu na šire područje. Izrađene karte izloženosti objekata poplavama su prikazane u nastavku, te su ujedno i priložene u poglavlju Prilozi.

Na slici 36 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine za područje starog grada Poreča sa prikazanim razredima dubina vode (m).



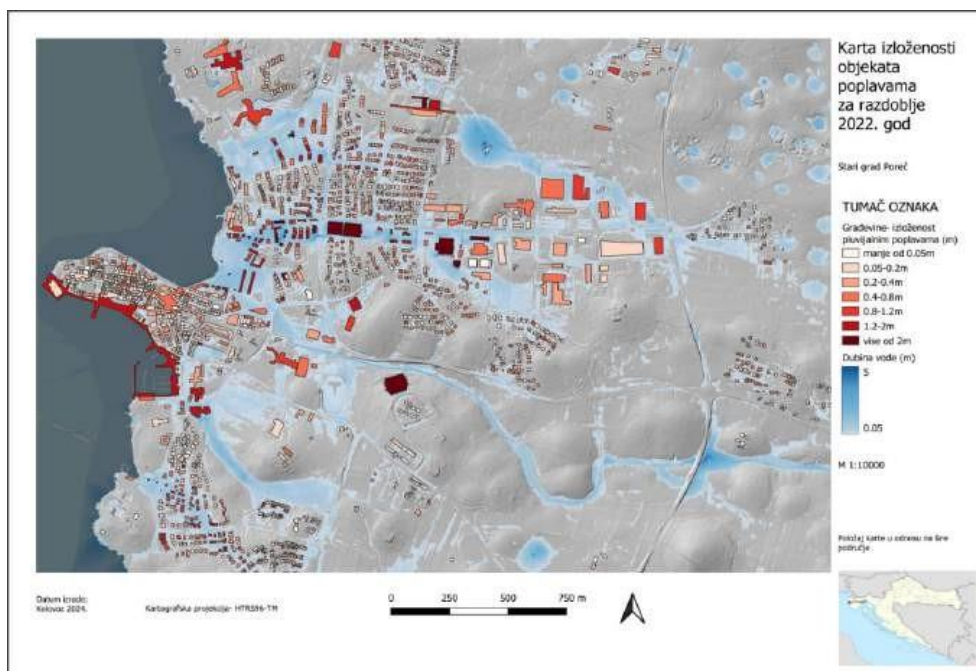
Slika 36. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stari grad Poreč

Na slici 37 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine za područje starog grada Poreča sa prikazanim razredima dubina vode (m).



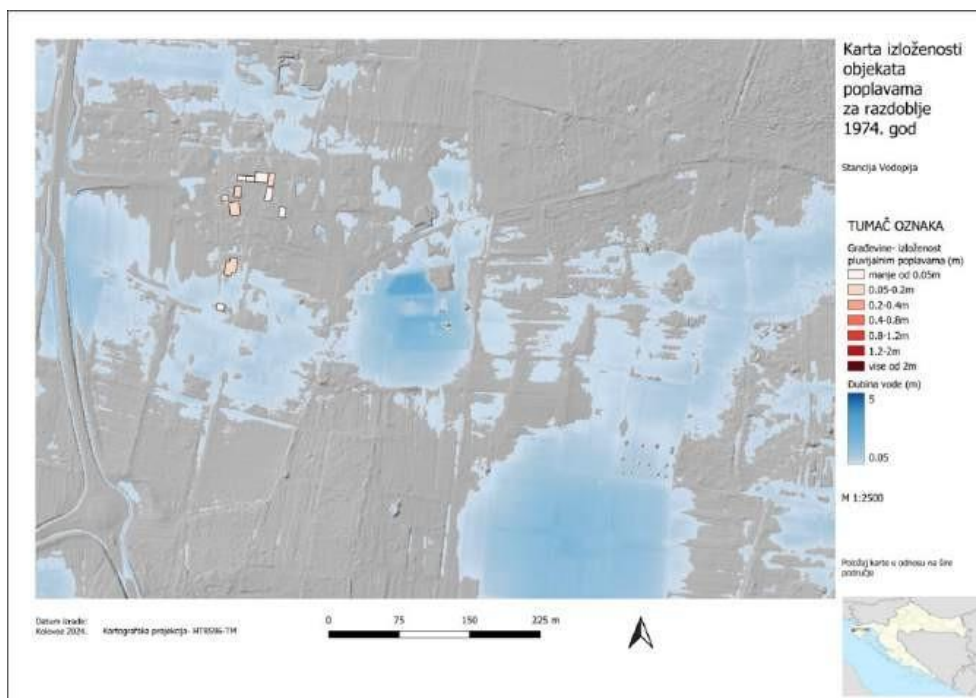
Slika 37. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stari grad Poreč

Na slici 38 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022 godine za područje starog grada Poreča sa prikazanim razredima dubina vode (m).



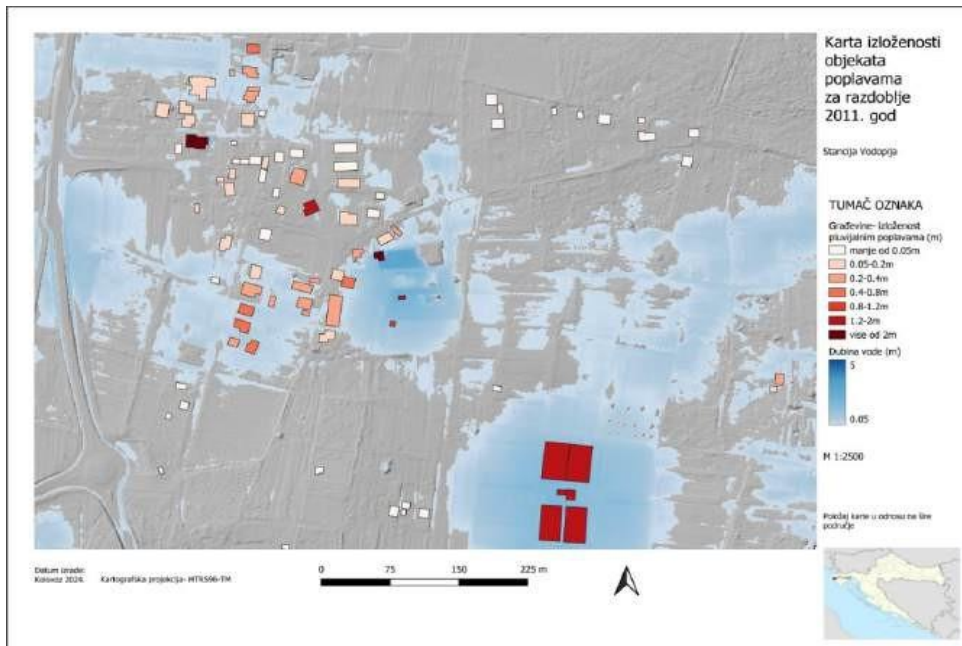
Slika 38. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stari grad Poreč

Na slici 39 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine za područje naselja Stancija Vodopija sa prikazanim razredima dubina vode (m).



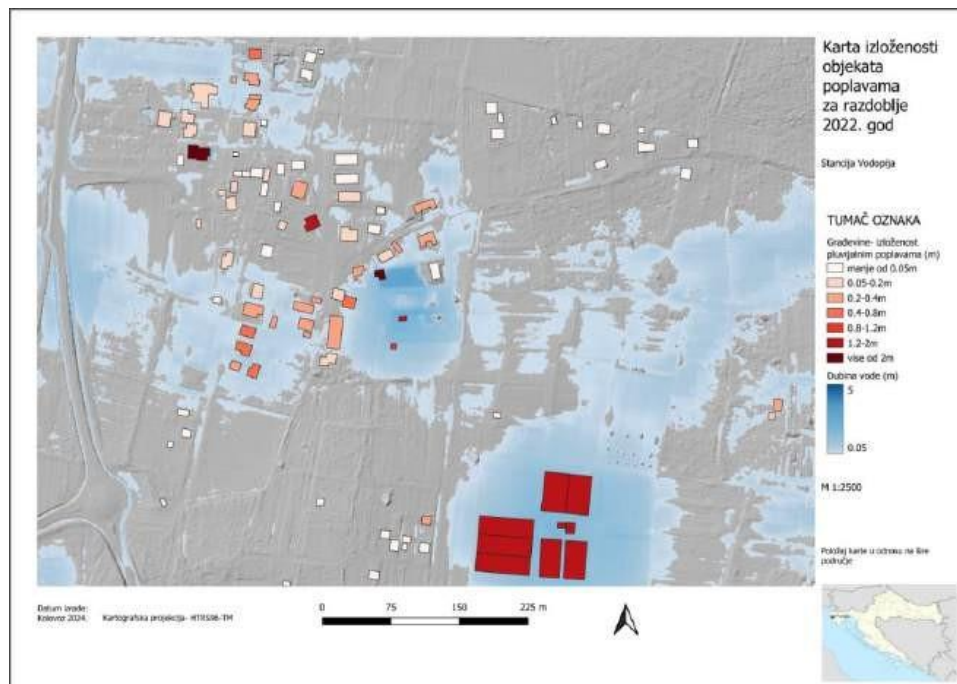
Slika 39. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stancija Vodopija

Na slici 40 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine za područje naselja Stancija Vodopija sa prikazanim razredima dubina vode (m).



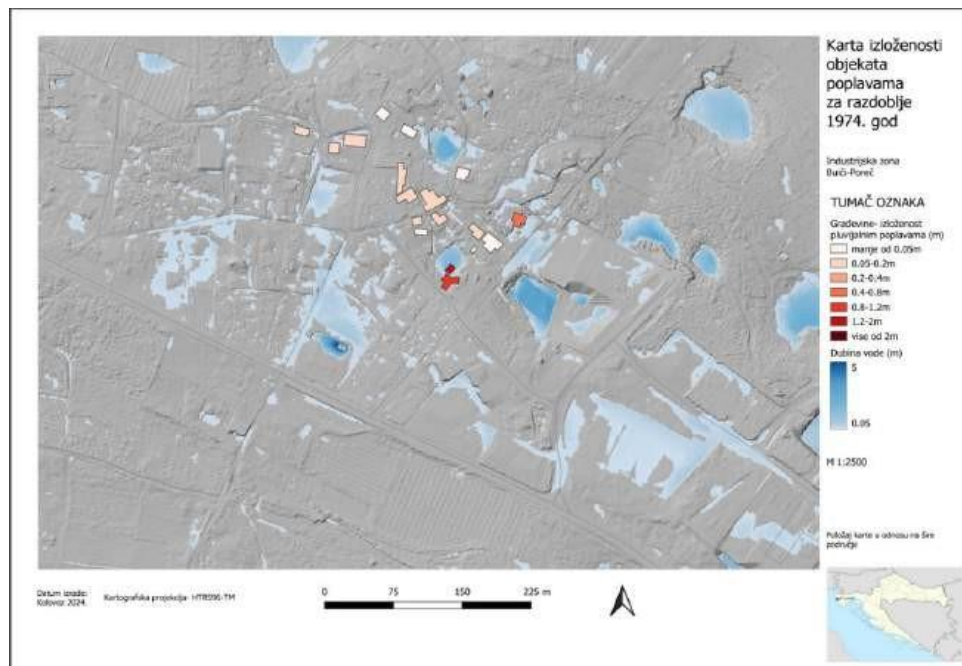
Slika 40. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stancija Vodopija

Na slici 41 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine za područje naselja Stancija Vodopija sa prikazanim razredima dubina vode (m).



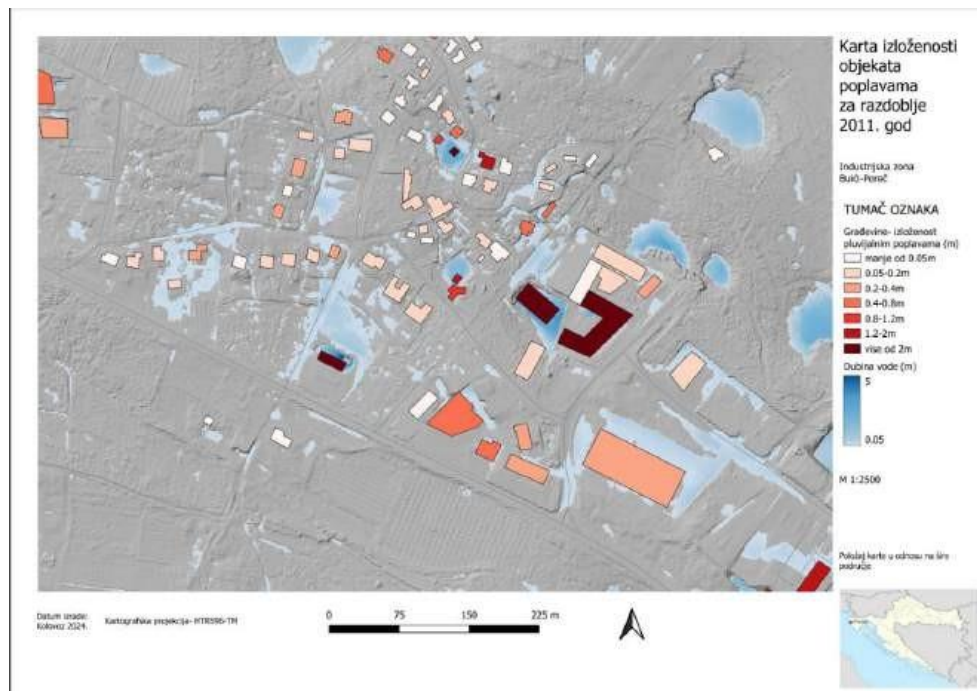
Slika 41. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stancija Vodopija

Na slici 42 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine za područje industrijske zone Buići-Poreč sa prikazanim razredima dubina vode (m).



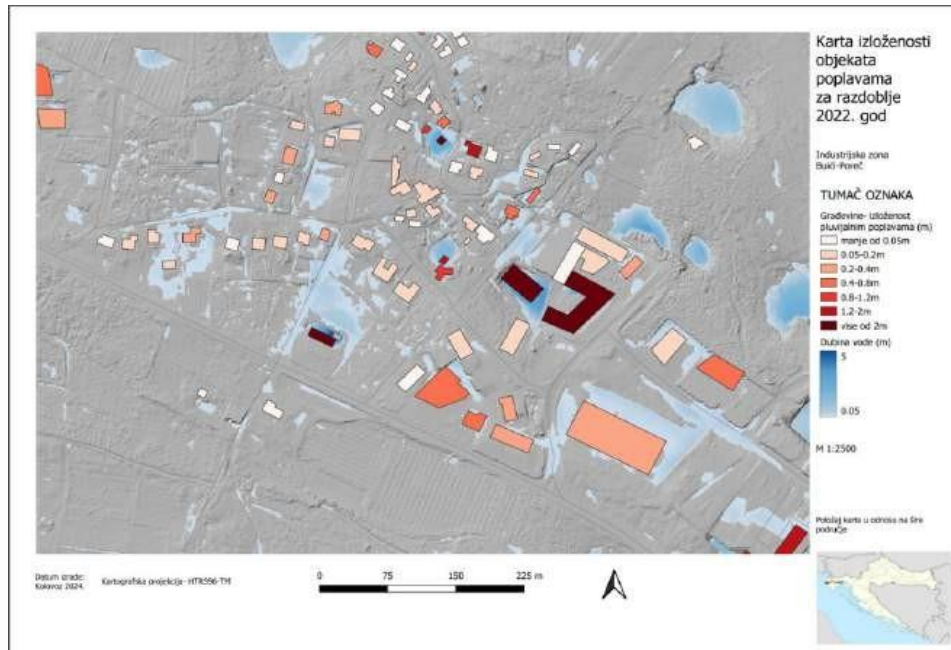
Slika 42. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, industrijska zona Buići-Poreč

Na slici 43 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine za područje industrijske zone Buići-Poreč sa prikazanim razredima dubina vode (m).



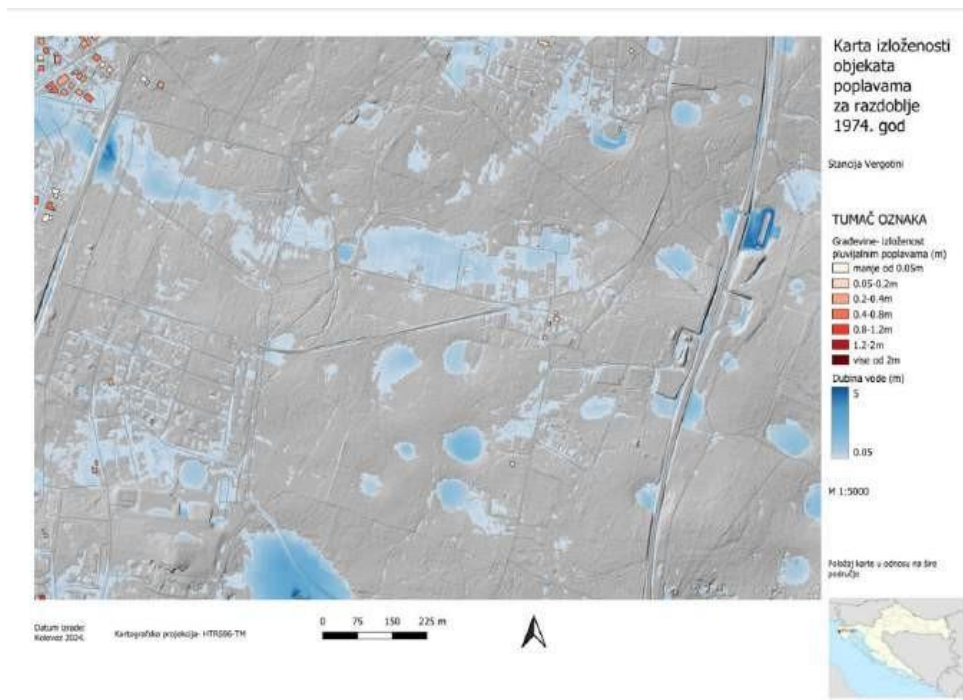
Slika 43. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, industrijska zona Buići-Poreč

Na slici 44 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine za područje industrijske zone Buići-Poreč sa prikazanim razredima dubina vode (m).



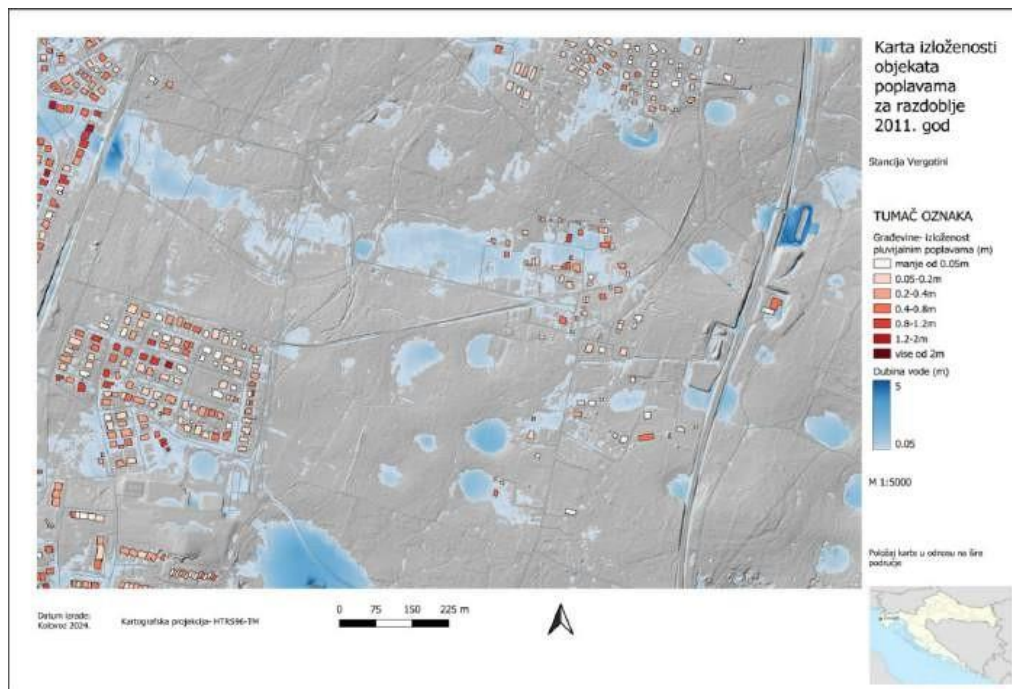
Slika 44. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, industrijska zona Buići-Poreč

Na slici 45 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine za područje naselja Stancija Vergotini sa prikazanim razredima dubina vode (m).



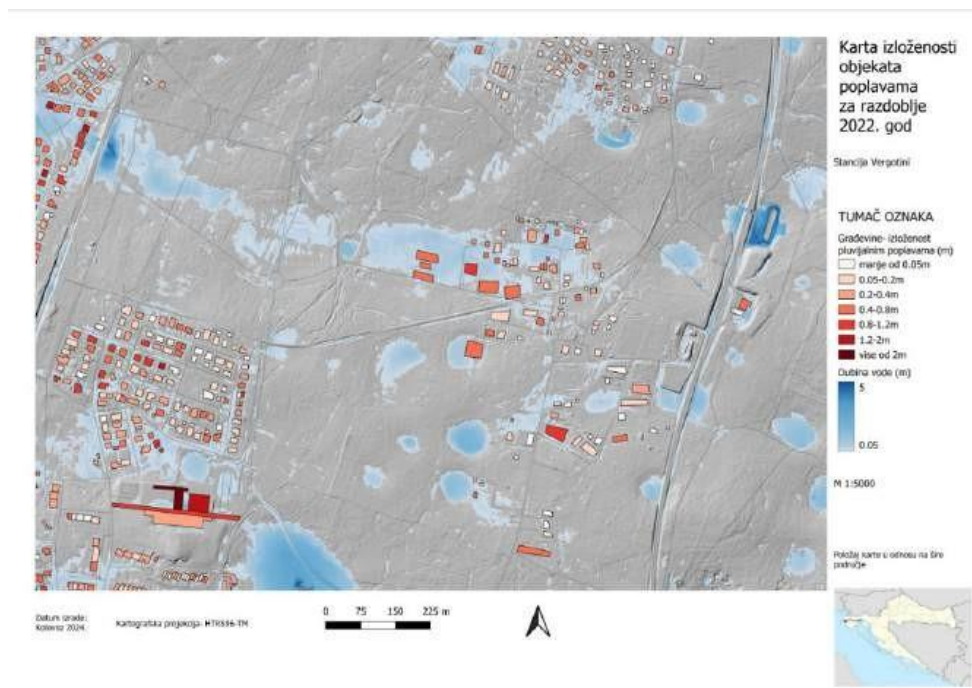
Slika 45. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stancija Vergotini

Na slici 46 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine za područje naselja Stancija Vergotini sa prikazanim razredima dubina vode (m).



Slika 46. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stancija Vergotini

Na slici 47 je prikazana karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine za područje naselja Stancija Vergotini sa prikazanim razredima dubina vode (m).



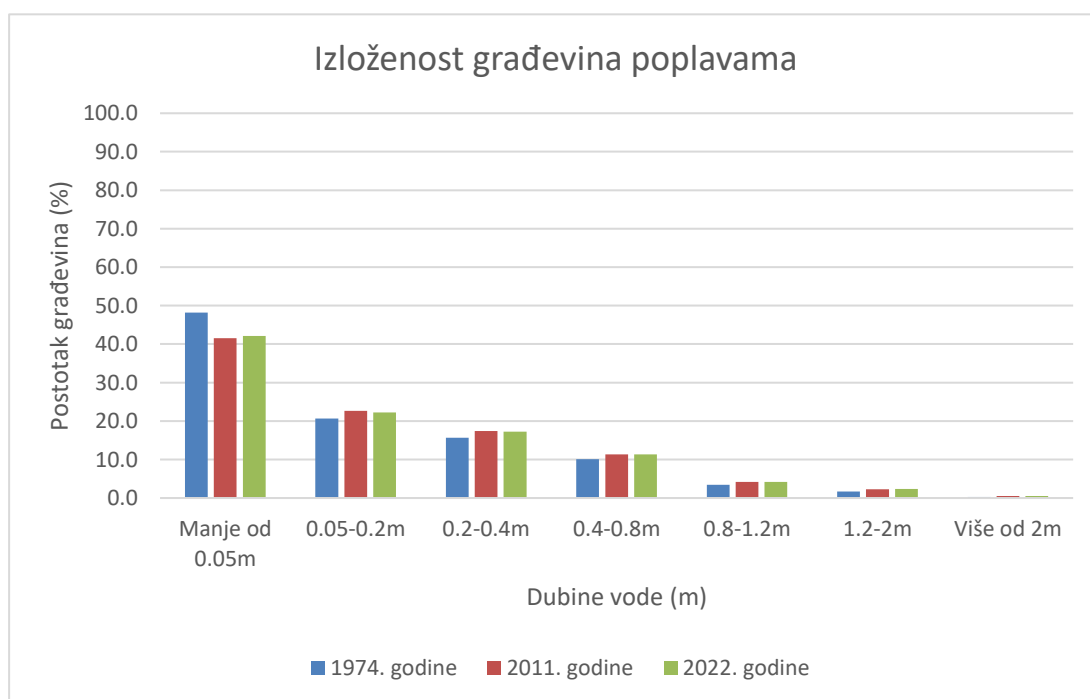
Slika 47. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stancija Vergotini



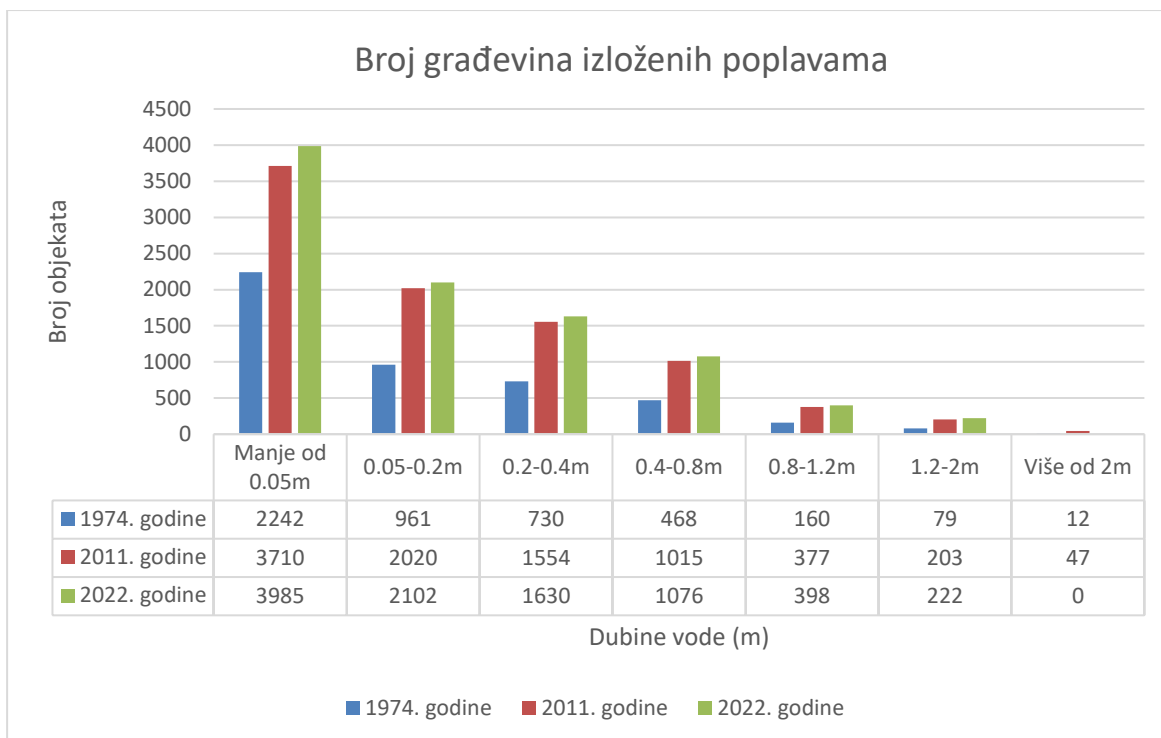
Osim karata provedena je i tablična analiza koliki je postotak objekata poplavljen u odnosu na ukupan broj objekata za sva razdoblja s različitim razredima dubina, te je to prikazano u tablici 4. Na slici 48 i 49 se može vidjeti izloženost građevina poplavama u obliku dijagrama.

Tablica 4. Izloženost građevina poplavama za razdoblje 1974., 2011., 2022. godine

Izloženost građevina poplavama za razdoblja			
Dubina	1974.godine	2011. godine	2022. godine
(m)	broj objekata (%)		
Manje od 0.05m	48,2	41,6	42,1
0.05-0.2m	20,7	22,6	22,2
0.2-0.4m	15,7	17,4	17,2
0.4-0.8m	10,1	11,4	11,4
0.8-1.2m	3,4	4,2	4,2
1.2-2m	1,7	2,3	2,3
Više od 2m	0,3	0,5	0,5



Slika 48. Dijagram izloženosti građevina poplavama



Slika 49. Dijagram broja građevina izloženih poplavama

Za razdoblje 1974. godine, ukupno 2242 objekta su izložena poplavama s dubinom manjom od 0.05 m. Ukupan broj poplavljenih objekata značajno opada s povećanjem dubine poplava, s 961 objektom u kategoriji dubine od 0.05 do 0.2 m, i samo 12 objekata izloženih poplavama s dubinom većom od 2 m.

Ovi rezultati ukazuju na to da je u 1974. godini urbanizacija bila manje razvijena, s manjim brojem stambenih objekata izloženih pluvijalnim poplavama. Plitke poplave dominiraju, a većina objekata izgrađena je na područjima s nižim rizikom od dubokih poplava.

Do 2011. godine, broj izgrađenih stambenih objekata značajno se povećao, što se odrazilo na izloženost poplavama. U ovom razdoblju, 3710 objekata je izloženo poplavama s dubinom manjom od 0.05 m, što predstavlja značajan porast u odnosu na 1974. godinu. Sličan trend rasta uočava se i u svim ostalim kategorijama dubine, s 2020 objekata izloženih poplavama dubine 0.05-0.2 m i 47 objekata izloženih poplavama dubine veće od 2 m.

Jasno se pokazuje širenje urbanih područja i povećanje broja objekata izloženih većim rizicima od poplava. Povećanje broja objekata u svim kategorijama dubine naglašava utjecaj urbanizacije na ranjivost stambenih naselja.

U 2022. godini, trend rasta izloženosti nastavio se, s ukupno 3985 objekata izloženih plitkim poplavama do 0.05 m. Svi ostali rasponi dubina također su pokazali porast broja poplavljenih objekata, s 2102 objekta u kategoriji 0.05-0.2 m i 50 objekata izloženih poplavama s dubinom većom od 2 m.

Rezultati za 2022. godinu sugeriraju kontinuirani rast urbanizacije, pri čemu sve više objekata dolazi u područje poplava. Povećanje broja objekata u svim kategorijama dubine pokazuje rastuću opasnost od pluvijalnih poplava, naglašavajući potrebu za boljim planiranjem i zaštitom novih gradskih područja.

## 8. ZAKLJUČAK

Svrha ovog diplomskog rada bila je analiza izloženosti stambenih objekata pluvijalnim poplavama na području grada Poreča. U svrhu izrade te analize, korištenjem podataka preuzetih putem QuickOSM alata u QGIS-u se omogućila precizna identifikacija i lociranje građevina na području sliva Poreča, čime je osigurana temeljita baza podataka za daljnju analizu. Kombinirajući te prostorne podatke s analizom oborinskih prilika na području Poreča, dobiven je sveobuhvatan uvid u dinamiku poplava kroz različite vremenske periode. Analizirala su se tri razdoblja (1974., 2011. i 2022. godina), za jedan specifičan scenarij poplave (mala vjerojatnost pojavljivanja), sa podacima o projektnom pljusk trajanja 1, 3, 6, 12 i 24 sata. Time se pružio uvid u stupanj izloženosti stambenih objekata pluvijalnim poplavama kroz različite razrede dubina poplava. Glavni dio ovog rada je bio usmjeren na analizu izloženosti objekata pluvijalnim poplavama. Kreiranjem karata izloženosti za svako od tri razdoblja, dobiven je uvid u dinamiku urbanog razvoja Poreča i povećanje broja poplavljenih objekata. Analizom je pokazano da su noviji objekti, izgrađeni u 2011. i 2022. godini, u većem riziku od pluvijalnih poplava zbog povećane urbanizacije i promjene prirodnih tokova oborinskih voda. Kroz prostornu analizu bilo je moguće utvrditi koliko je objekata poplavljeno u svakom razdoblju i u kojem su razredu dubine poplava. Ti rezultati rada ukazuju na potrebu za dodatnim mjerama zaštite i prilagodbe urbanih područja Poreča kako bi se smanjio rizik od pluvijalnih poplava. Brza urbanizacija, posebno u novijim dijelovima grada, značajno doprinosi povećanju rizika, što zahtijeva dugoročne strateške planove usmjerene na održivi razvoj, adekvatno upravljanje oborinskim vodama i zaštitu stambenih naselja. Uvođenje sustava za bolju infiltraciju, korištenje zelenih infrastruktura i unapređenje odvodnje moglo bi značajno smanjiti negativne posljedice poplava na lokalnu zajednicu.

## 9. LITERATURA

- [1] Poreč, <https://www.istrapedia.hr/hr/natuknice/761/porec> pristupio: 01.06.2024.
- [2] Poreč, <https://www.historica.com/hr/destinations/porec/> pristupio: 01.06.2024.
- [3] Prikaz položaja Poreča, [https://bs.wikipedia.org/wiki/Strani%C4%87i\\_kod\\_Nove\\_Vasi](https://bs.wikipedia.org/wiki/Strani%C4%87i_kod_Nove_Vasi) pristupio: 1.06.2024
- [4] Klima, <https://www.velox-tours.com/hr/o-porecu/klima/1014/> pristupio: 02.06.2024.
- [5] Weather Archive Poreč, [https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/weatherarchive/pore%c4%8d\\_croatia\\_319\\_2699](https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/weatherarchive/pore%c4%8d_croatia_319_2699) pristupio: 02.06.2024.
- [6] Klimatski atlas Hrvatske, [https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski\\_atlas\\_hrvatske.pdf](https://klima.hr/razno/publikacije/klimatski_atlas_hrvatske.pdf) pristupio: 22.06.2024
- [7] DHMZ (2024): Meteorološki i hidrološki bilten, Državni hidrometeorološki zavod [http://meteo.hr/proizvodi.php?section=publikacije&param=publikacije\\_publicacije\\_dhmz&el=bilteni](http://meteo.hr/proizvodi.php?section=publikacije&param=publikacije_publicacije_dhmz&el=bilteni) pristupio: 22.06.2024.
- [8] Potop u Istri, <https://www.24sata.hr/news/potop-u-istri-zatvorene-cestes-ima-odrona-danas-stize-nova-obilna-kisa-a-u-gorju-i-snijeg-732964> pristupio: 22.06.2024.
- [9] Nevrijeme u Istri, <https://www.glasistre.hr/istra/velike-kolicine-oborina-natopile-porestinu-sve-sluzbe-na-terenu-na-nekim-prometnicama-privremena-regulacija-prometa-685409> pristupio: 13.07.2024.
- [10] Kiša izazvala probleme u Poreču, <https://www.istrain.hr/index.php/istrain-arhiva/38007-kisa-izazvala-probleme-u-porecu-%20vatrogasci-cijeli-dan-na-terenu-zbog-poplava> pristupio: 13.07.2024.
- [11] Krtalić, A. i dr.: Digitalni trodimenzionalni prikazi scene i satelitska ..., Geod. list 2019, 2, 147–164 <https://hrcak.srce.hr/file/325320> pristupio: 13.07.2024.
- [12] Precision3D Digital Surface Model (DSM) <https://resources.maxar.com/defense-intelligence/precision3d-digital-surface-model-dsm-data-sheet> pristupio: 13.07.2024.
- [13] Understanding Digital Surface Models, <https://flyguys.com/understanding-dsm-dtm-dem/> pristupio: 13.07.2024.
- [14] DEM, DSM & DTM: Elevation Models in GIS <https://gisgeography.com/dem-dsm-dtm-differences/> pristupio: 13.07.2024.
- [15] Digital Surface Model vs Digital Elevation Model, <https://satpalda.co/digital-surface-model-vs-digital-elevation-model/> pristupio: 13.07.2024.
- [16] *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2024. <https://www.enciklopedija.hr/clanak/lidar> pristupio: 20.07.2024.
- [17] Koje su tri vrste LiDAR-a? [https://hr.leicelidars.com/info/what-are-the-three-types-of-lidar--\\_93001265.html](https://hr.leicelidars.com/info/what-are-the-three-types-of-lidar--_93001265.html) pristupio: 20.07.2024.

- [18] LiDAR snimanje iz zraka [https://dgu.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Istaknute%20teme/Multisenzorno%20snimanje/LiD\\_AR%20snimanje%20iz%20zraka.pdf](https://dgu.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/Istaknute%20teme/Multisenzorno%20snimanje/LiD_AR%20snimanje%20iz%20zraka.pdf) ) pristupio: 20.07.2024.
- [19] How does LiDAR work? <https://www.yellowscan.com/knowledge/how-does-lidar-work/> pristupio: 20.07.2024
- [20] Gusmao G, Barbosa C, Raposo A, Development and Validation of LiDAR Sensor Simulators Based on Parallel Raycasting [https://www.researchgate.net/publication/347652521\\_Development\\_and\\_Validation\\_of\\_LiDAR\\_Sensor\\_Simulators\\_Based\\_on\\_Parallel\\_Raycasting](https://www.researchgate.net/publication/347652521_Development_and_Validation_of_LiDAR_Sensor_Simulators_Based_on_Parallel_Raycasting) pristupio: 21.07.2024.
- [21] Princip rada LiDAR-a (<https://www.elprocus.com/lidar-light-detection-and-ranging-working-application/>), pristupio 21.07.2024
- [22] All You Know About LIDAR Systems and Applications <https://www.elprocus.com/lidar-light-detection-and-ranging-working-application/> pristupio: 21.07.2024.
- [23] Strengths and limitations of LiDAR <https://www.scoutaerial.com.au/article-lidar/> pristupio: 21.07.2024.
- [24] Digitalni model reljefa, <https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/podaci-topografske-izmjere/digitalni-model-reljefa/180> pristupio: 21.07.2024.
- [25] Koordinatni referentni sustavi, <https://www.nipp.hr/default.aspx?id=3114> pristupio: 21.07.2024.
- [26] Curve Number <https://www.hydrocad.net/curvenumber.htm> pristupio: 21.07.2024.
- [27] High Resolution Layer Imperviousness <https://land.copernicus.eu/en/products/high-resolution-layer-imperviousness> pristupio: 26.07.2024.
- [28] Manning's Equation – The Details Behind this Highly Versatile Formula <https://h2ometrics.com/manning-equation/> pristupio: 26.07.2024.
- [29] Hydrologic Soil Groups (HSG) of NSW <https://datasets.seed.nsw.gov.au/dataset/hydrologic-groups-of-soils-in-nsw7f9e8> pristupio: 27.07.2024.
- [30] <https://www.qgis.org/> pristupio: 28.07.2024.
- [31] <https://www.openstreetmap.org/> pristupio: 28.07.2024.
- [32] Studija procjene opasnosti i rizika od poplava uslijed jakih oborina i djelovanja mora na pilot područjima u Hrvatskoj (projekt STREAM) KNJIGA 1: ANALIZA OBORINA NA PILOT PODRUČJIMA, Rijeka-Zagreb,2022.
- [33] HEC-RAS User's Manual <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/rasum/latest> pristupio: 24.08.2024.
- [34] Studija procjene opasnosti i rizika od poplava uslijed jakih oborina i djelovanja mora na pilot područjima u Hrvatskoj (projekt STREAM) KNJIGA 2: PROCJENA OPASNOSTI I RIZIKA OD POPLAVA USLIJED JAKIH OBORINA NA PILOT PODRUČJIMA, Rijeka-Zagreb,2022.

## **10. POPIS PRILOGA**

Prilog 1. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stari grad Poreč

Prilog 2. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stari grad Poreč

Prilog 3. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stari grad Poreč

Prilog 4. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stancija Vodopija

Prilog 5. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stancija Vodopija

Prilog 6. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stancija Vodopija

Prilog 7. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, industrijska zona Buići-Poreč

Prilog 8. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, industrijska zona Buići-Poreč

Prilog 9. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, industrijska zona Buići-Poreč

Prilog 10. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. godine, Stancija Vergotini

Prilog 11. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. godine, Stancija Vergotini

Prilog 12. Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. godine, Stancija Vergotini

# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. god

Stari grad Poreč

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

□ manje od 0.05m

□ 0.05-0.2m

□ 0.2-0.4m

□ 0.4-0.8m

□ 0.8-1.2m

□ 1.2-2m

□ vise od 2m

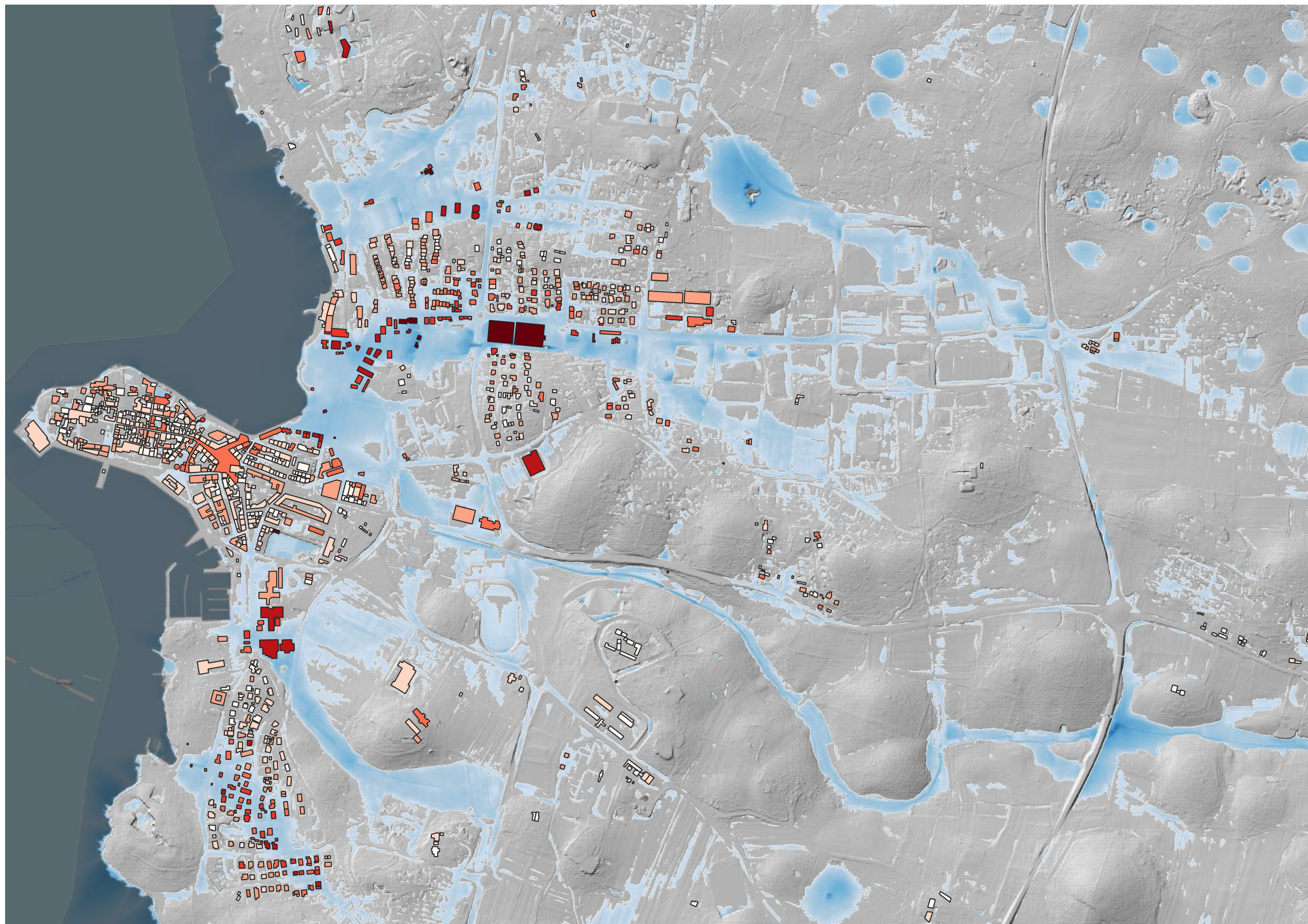
Dubina vode (m)

5

0.05

M 1:10000

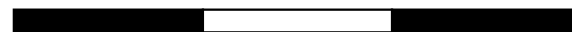
Položaj karte u odnosu na šire područje



Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 250 500 750 m





# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. god

Stari grad Poreč

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

manje od 0.05m

0.05-0.2m

0.2-0.4m

0.4-0.8m

0.8-1.2m

1.2-2m

više od 2m

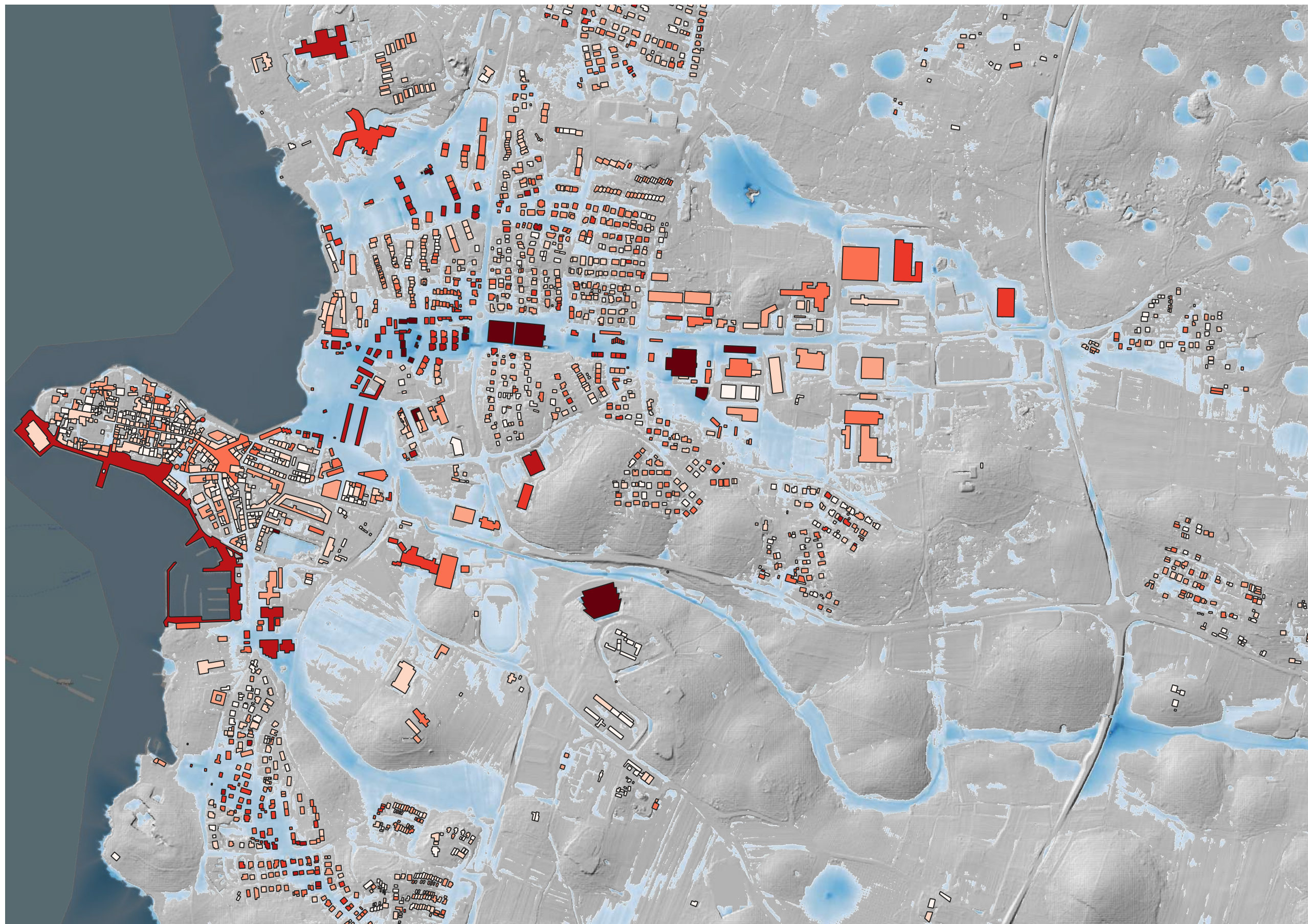
Dubina vode (m)

5

0.05

M 1:10000

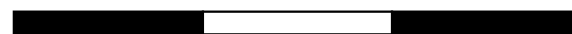
Položaj karte u odnosu na šire područje



Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 250 500 750 m



# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. god

Stari grad Poreč

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

manje od 0.05m

0.05-0.2m

0.2-0.4m

0.4-0.8m

0.8-1.2m

1.2-2m

više od 2m

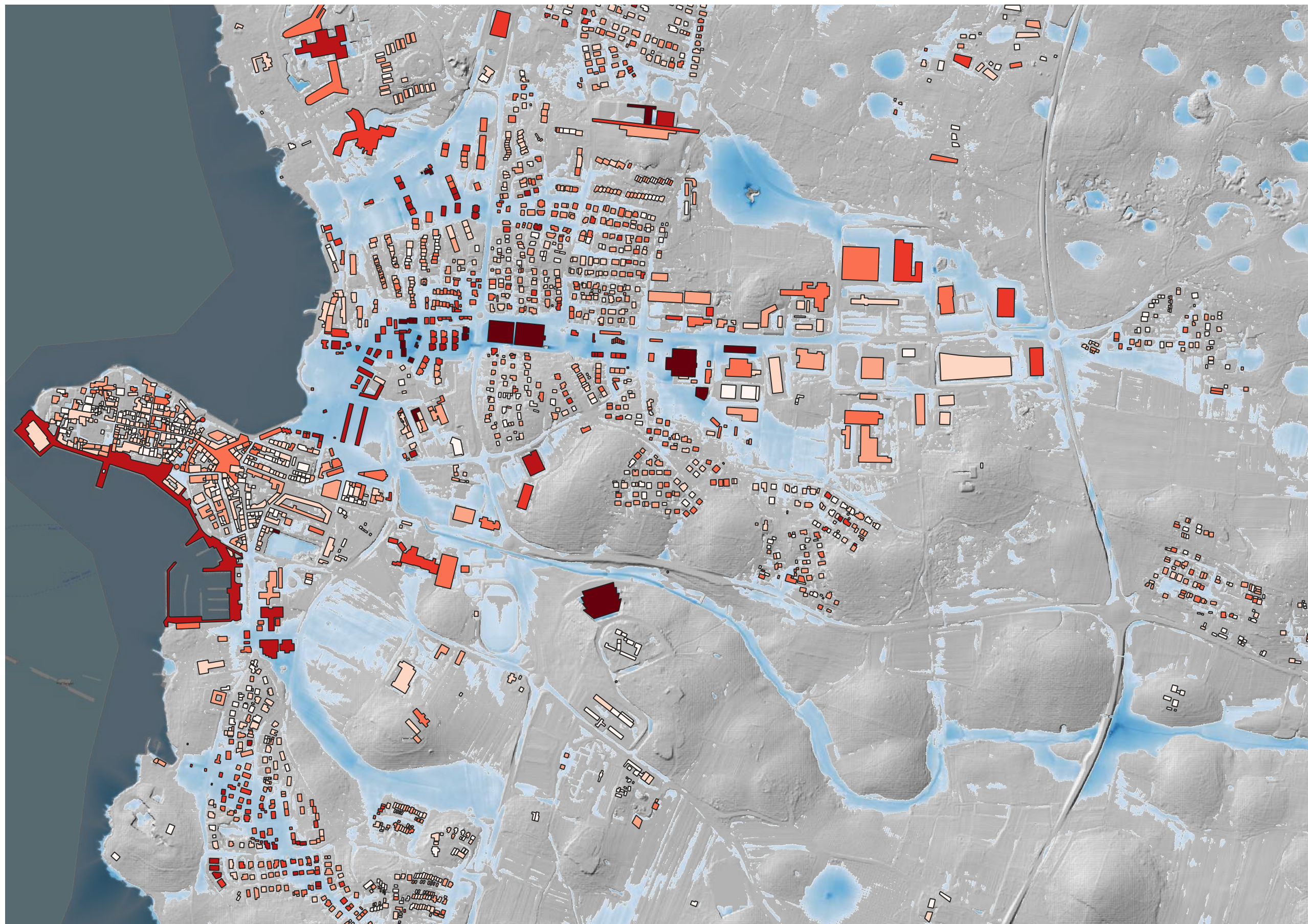
Dubina vode (m)

5

0.05

M 1:10000

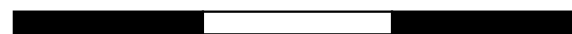
Položaj karte u odnosu na šire područje

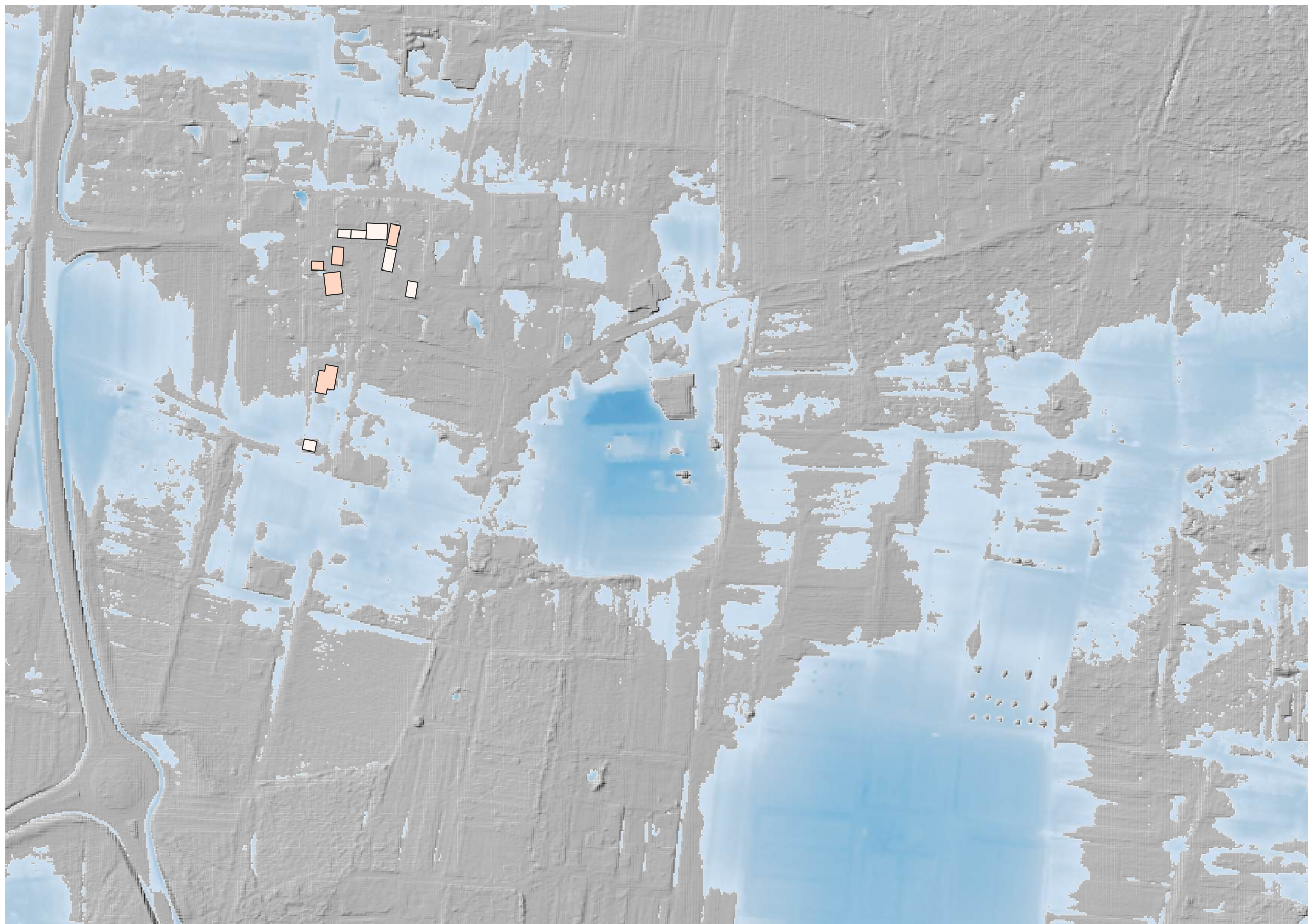


Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 250 500 750 m





# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. god

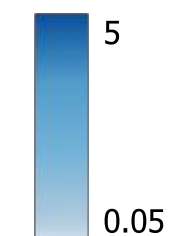
Stacija Vodopija

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

- manje od 0.05m
- 0.05-0.2m
- 0.2-0.4m
- 0.4-0.8m
- 0.8-1.2m
- 1.2-2m
- više od 2m

Dubina vode (m)



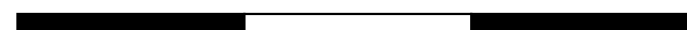
M 1:2500

Položaj karte u odnosu na šire područje



Datum izrade: Kolovoz 2024. Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 75 150 225 m



# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. god

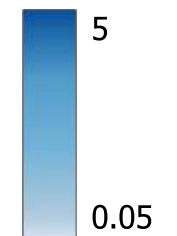
Stacija Vodopija

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

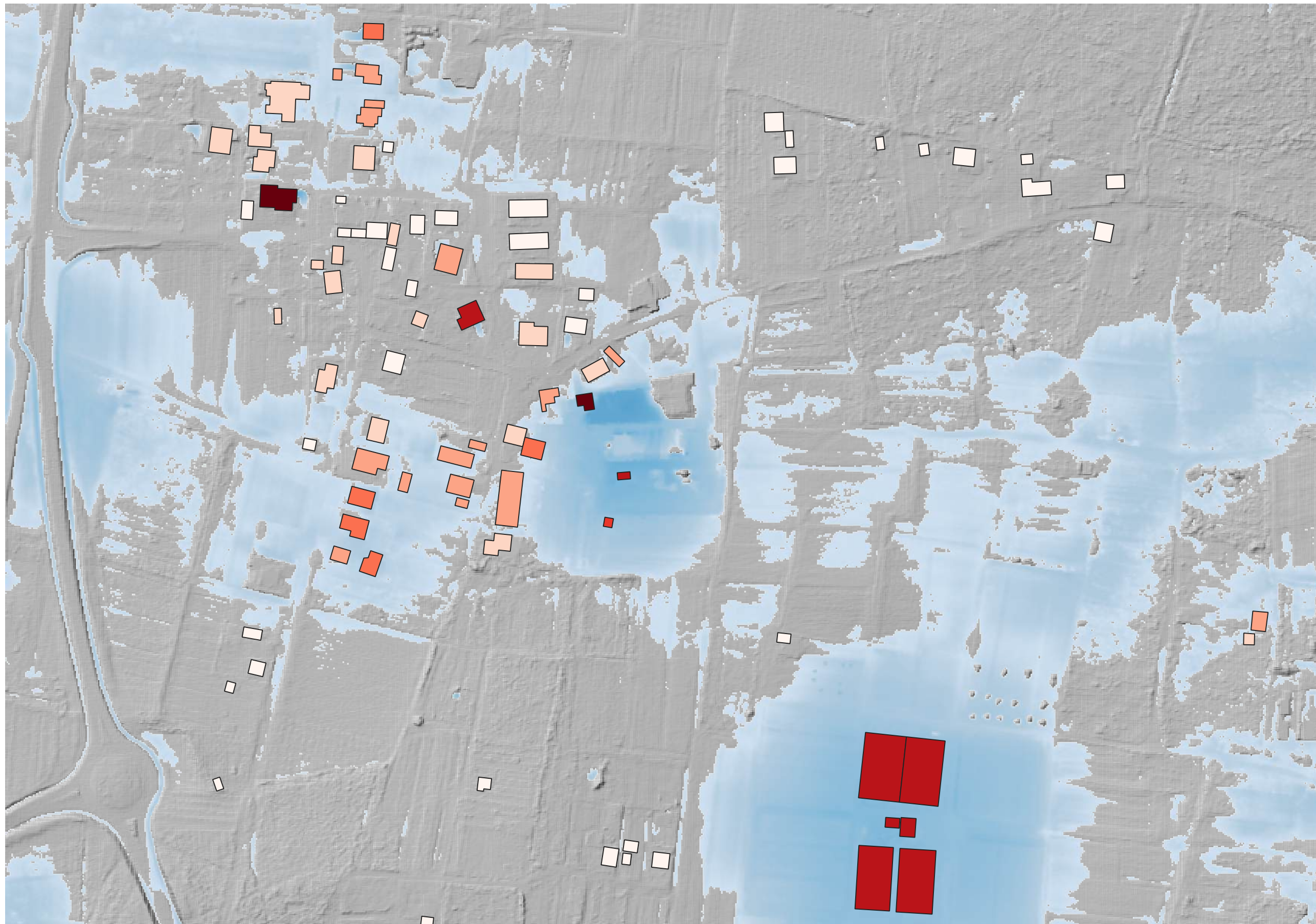
- manje od 0.05m
- 0.05-0.2m
- 0.2-0.4m
- 0.4-0.8m
- 0.8-1.2m
- 1.2-2m
- više od 2m

Dubina vode (m)



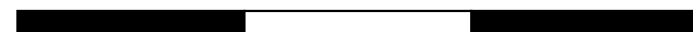
M 1:2500

Položaj karte u odnosu na šire područje



Datum izrade: Kolovoz 2024. Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 75 150 225 m



# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. god

Stancija Vodopija

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

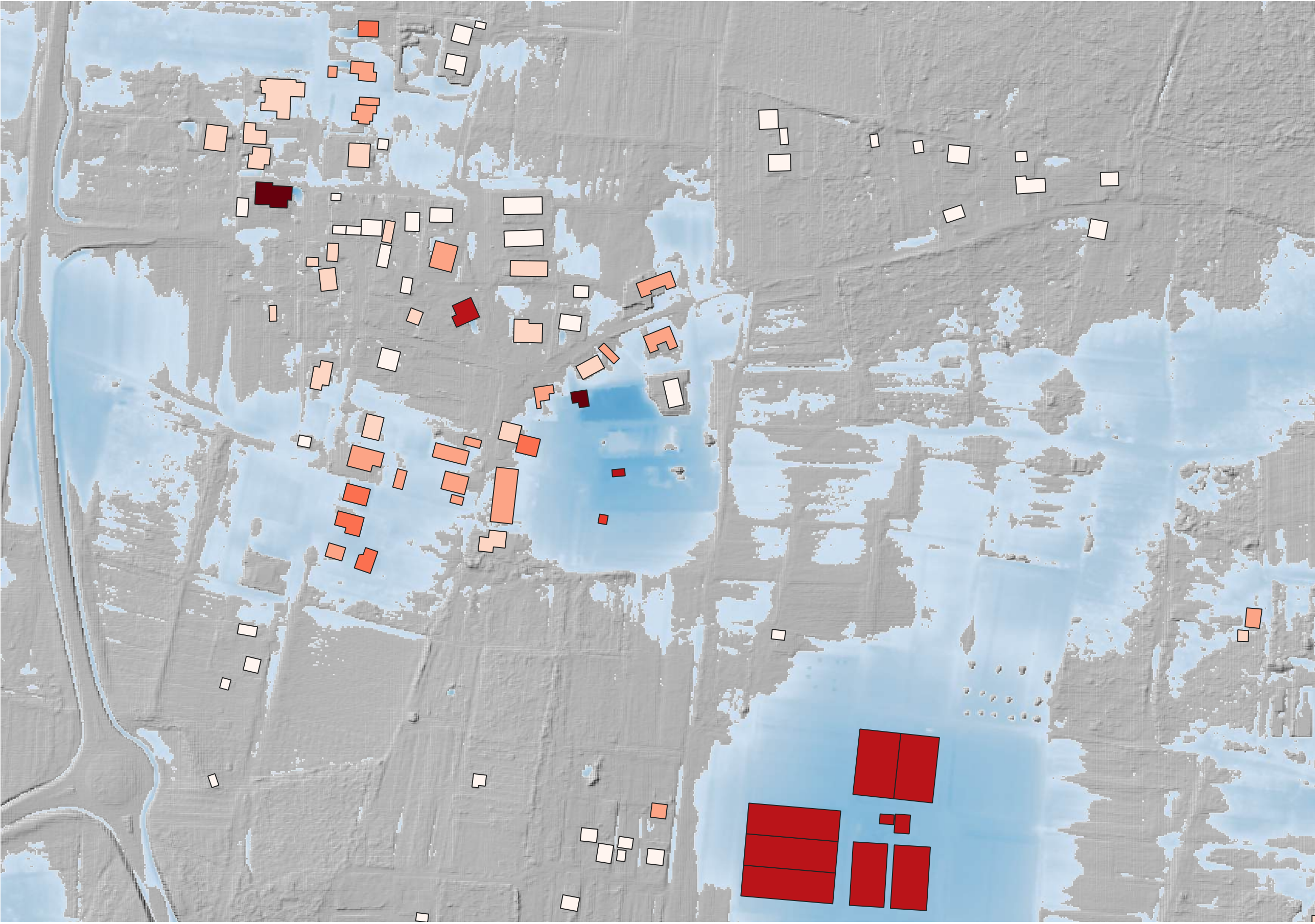
- manje od 0.05m
- 0.05-0.2m
- 0.2-0.4m
- 0.4-0.8m
- 0.8-1.2m
- 1.2-2m
- više od 2m

Dubina vode (m)

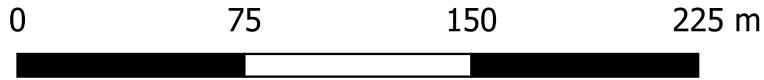


M 1:2500

Položaj karte u odnosu na šire područje



Datum izrade: Kolovoz 2024. Kartografska projekcija- HTRS96-TM



# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. god

Industrijska zona  
Buići-Poreč

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

manje od 0.05m

0.05-0.2m

0.2-0.4m

0.4-0.8m

0.8-1.2m

1.2-2m

više od 2m

Dubina vode (m)

5

0.05

M 1:2500

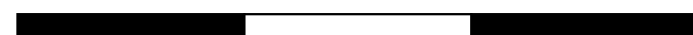
Položaj karte u odnosu na šire područje



Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 75 150 225 m



# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. god

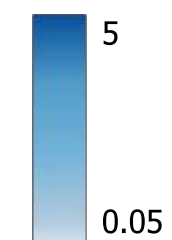
Industrijska zona  
Buići-Poreč

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost  
pluvijalnim poplavama (m)

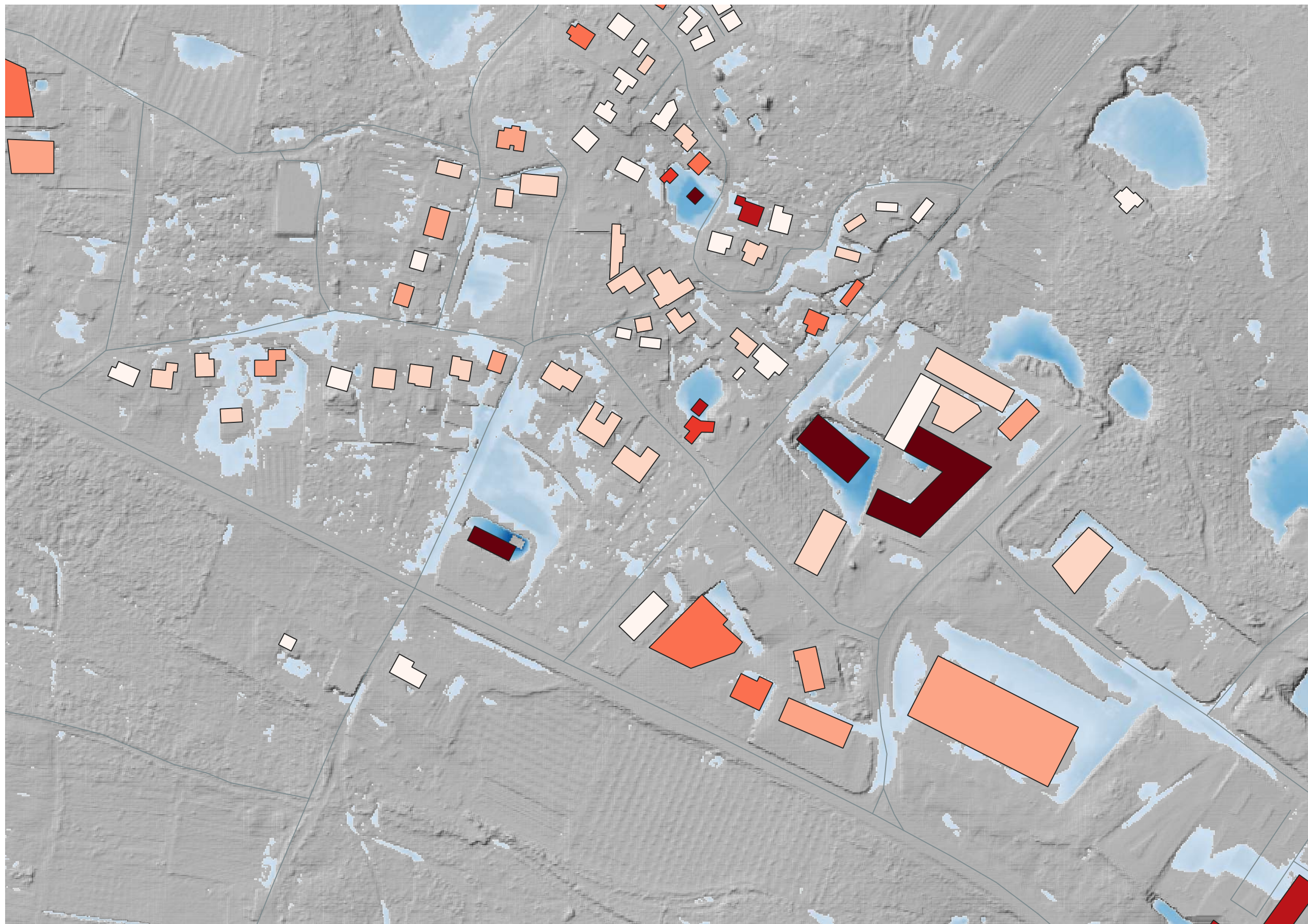
- manje od 0.05m
- 0.05-0.2m
- 0.2-0.4m
- 0.4-0.8m
- 0.8-1.2m
- 1.2-2m
- više od 2m

Dubina vode (m)



M 1:2500

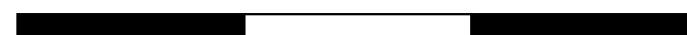
Položaj karte u odnosu na šire područje



Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 75 150 225 m



# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. god

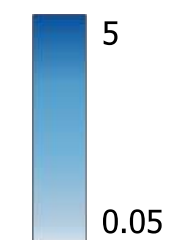
Industrijska zona  
Buići-Poreč

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost  
pluvijalnim poplavama (m)

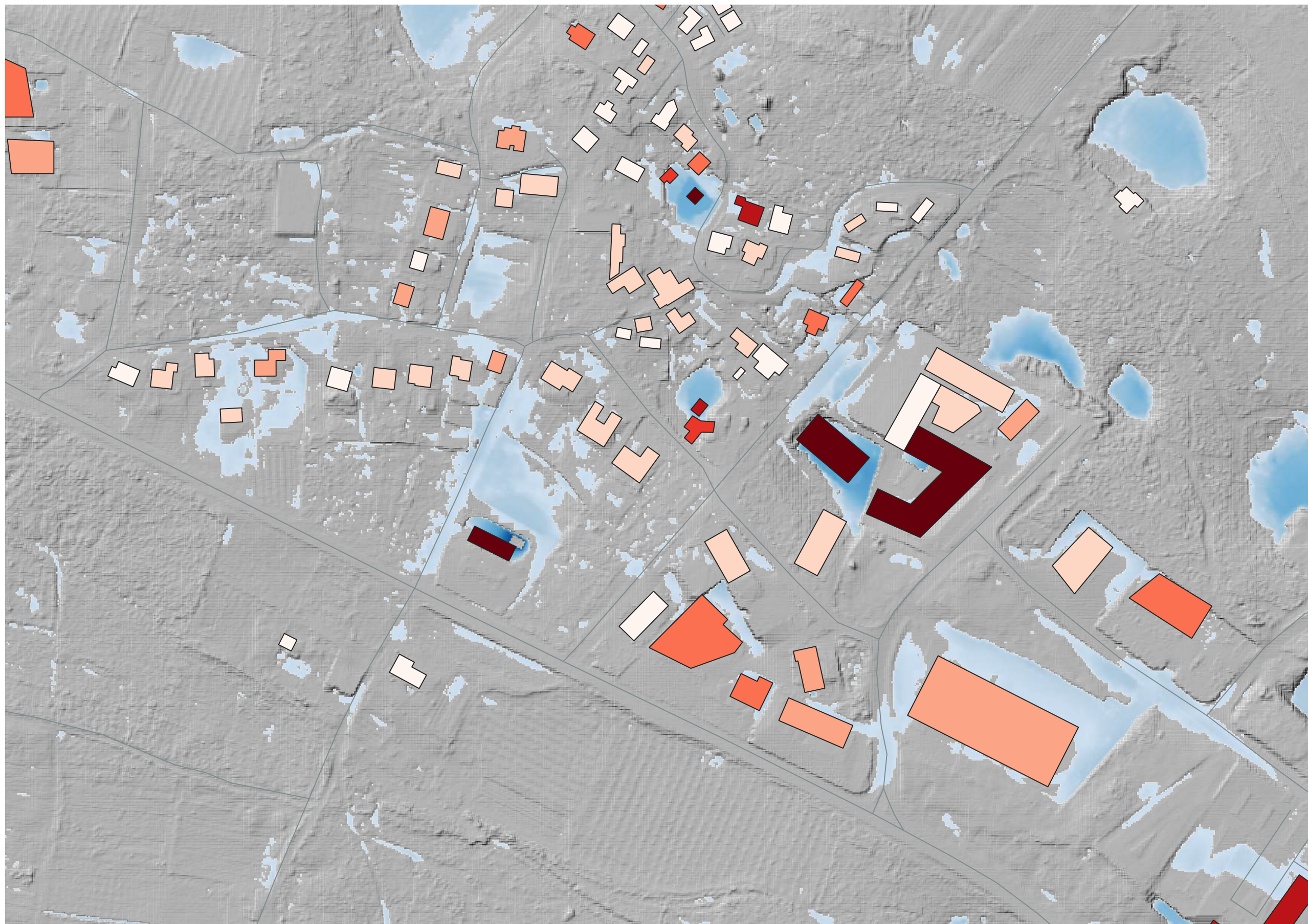
- manje od 0.05m
- 0.05-0.2m
- 0.2-0.4m
- 0.4-0.8m
- 0.8-1.2m
- 1.2-2m
- više od 2m

Dubina vode (m)



M 1:2500

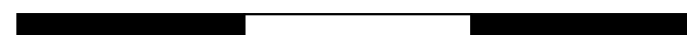
Položaj karte u odnosu na šire područje



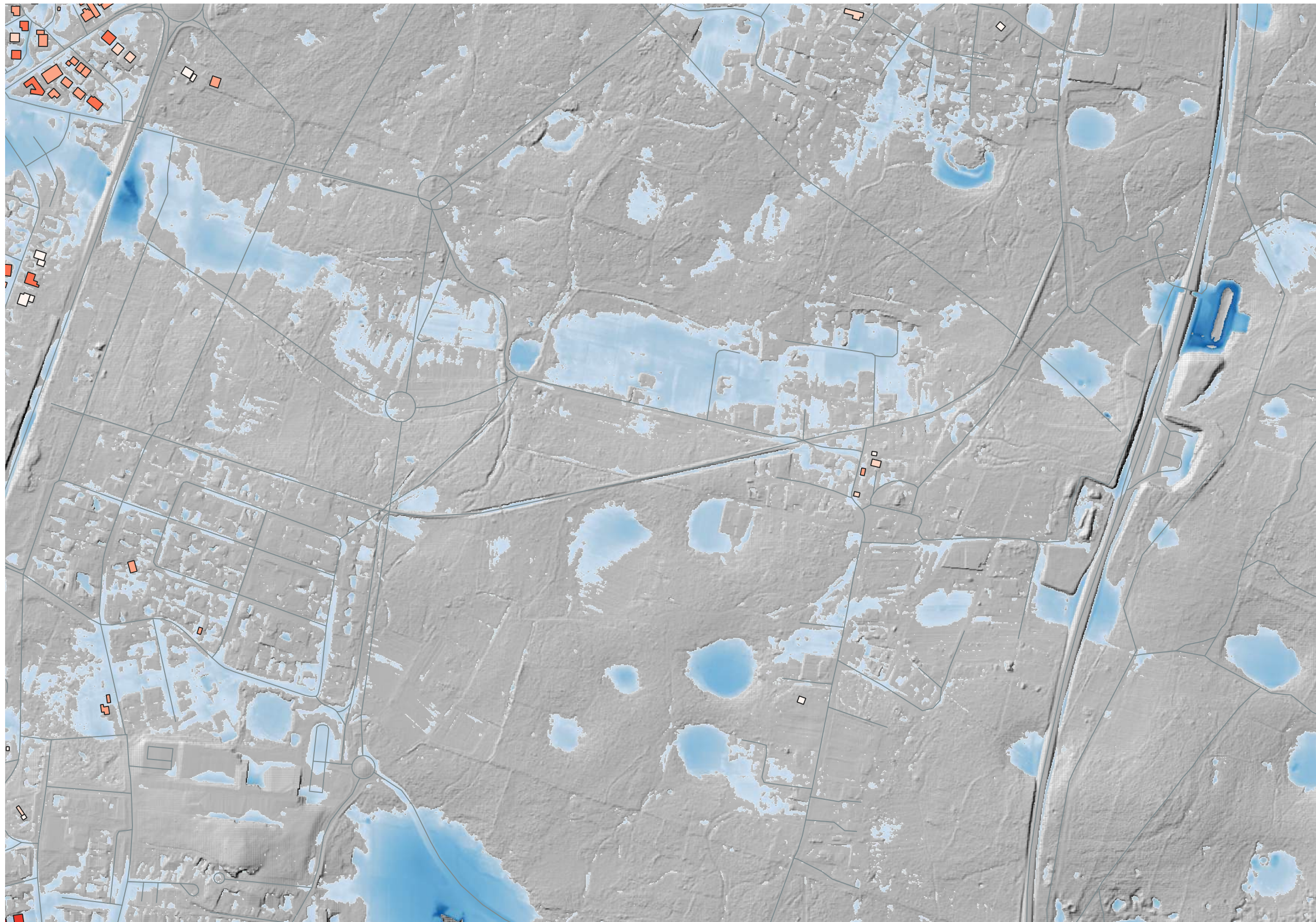
Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 75 150 225 m







# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 1974. god

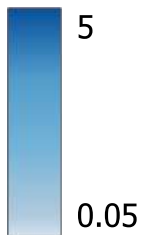
Stancija Vergotini

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

- manje od 0.05m
- 0.05-0.2m
- 0.2-0.4m
- 0.4-0.8m
- 0.8-1.2m
- 1.2-2m
- vise od 2m

Dubina vode (m)



M 1:5000

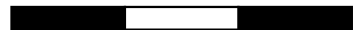
Položaj karte u odnosu na šire područje

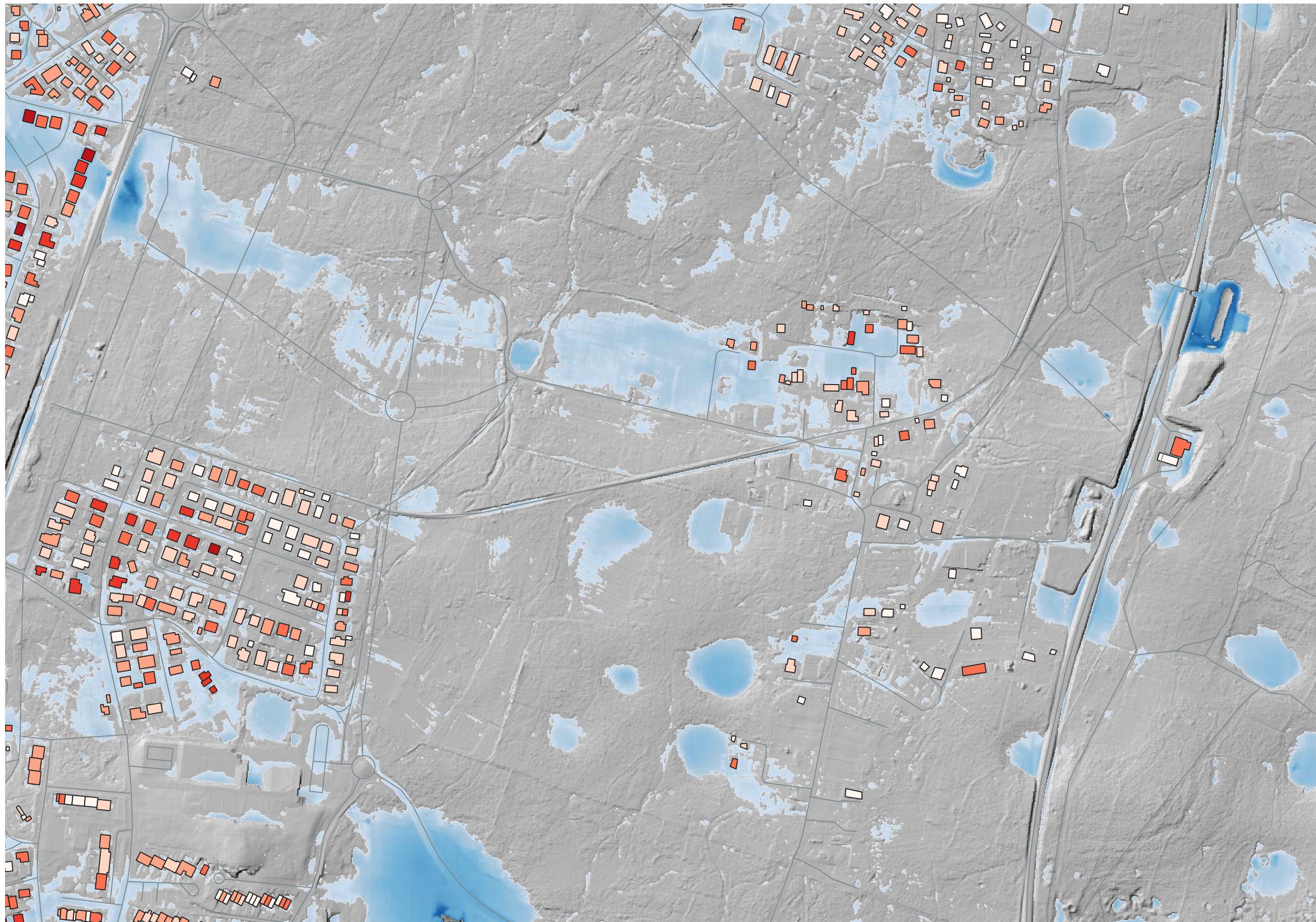


Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 75 150 225 m





# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2011. god

Stancija Vergotini

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

- manje od 0.05m
- 0.05-0.2m
- 0.2-0.4m
- 0.4-0.8m
- 0.8-1.2m
- 1.2-2m
- vise od 2m

Dubina vode (m)



M 1:5000

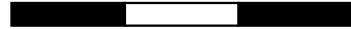
Položaj karte u odnosu na šire područje

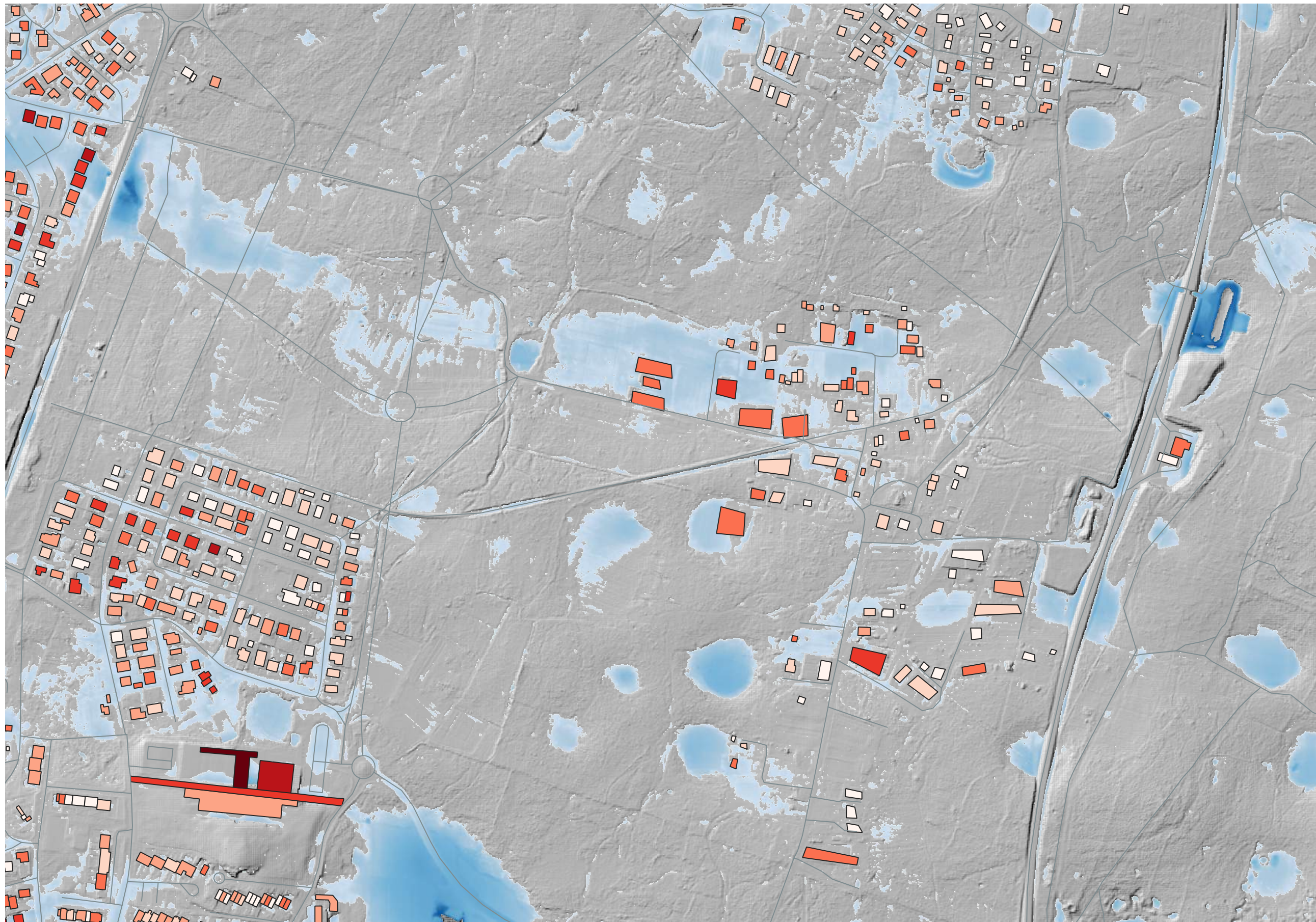


Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 75 150 225 m





# Karta izloženosti objekata poplavama za razdoblje 2022. god

Stancija Vergotini

## TUMAČ OZNAKA

Građevine- izloženost pluvijalnim poplavama (m)

- manje od 0.05m
- 0.05-0.2m
- 0.2-0.4m
- 0.4-0.8m
- 0.8-1.2m
- 1.2-2m
- vise od 2m

Dubina vode (m)



M 1:5000

Položaj karte u odnosu na šire područje



Datum izrade:  
Kolovoz 2024.

Kartografska projekcija- HTRS96-TM

0 75 150 225 m

