

Kartiranje i evaluacija postojećeg stanja katastra infrastrukture na području grada Varaždina

Takač, Diana

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:468689>

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

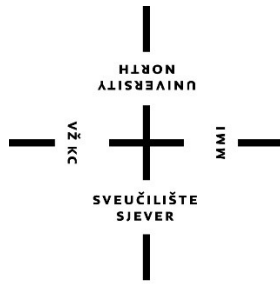
Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-19**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





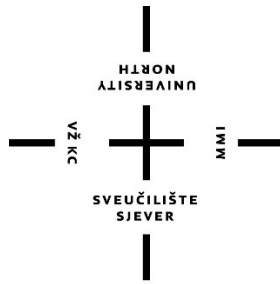
**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 003/GIG/2024

**KARTIRANJE I EVALUACIJA POSTOJEĆEG
STANJA KATASTRA INFRASTRUKTURE NA
PODRUČJU GRADA VARAŽDINA**

Diana Takač, 0336058482

Varaždin, lipanj 2024. godine



Sveučilište Sjever

Odjel Geodezija i geomatika

Završni rad br. 003/GIG/2024

KARTIRANJE I EVALUACIJA POSTOJEĆEG STANJA KATASTRA INFRASTRUKTURE NA PODRUČJU GRADA VARAŽDINA

Student

Diana Takač, 0336058482

Mentor

doc.dr.sc. Nikola Kranjčić

Varaždin, lipanj 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

| | | | |
|-----------------------------|--|--------------|-----------------------------|
| ODJEL | Odjel za geodeziju i geomatiku | | |
| STUDIJ | Sveučilišni prijediplomski studij geodezije i geomatike | | |
| PRISTUPNIK | Diana Takač | MATIČNI BROJ | 0336058482 |
| DATUM | 03.07.2024. | KOLEGIJ | Vizualizacija prostora |
| NASLOV RADA | Kartiranje i evaluacija postojećeg stanja katastra infrastrukture na području grada Varaždina | | |
| NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU | Mapping and evaluation of the current state of cadastre infrastructure in the area of the city of Varaždin | | |
| MENTOR | doc.dr.sc. Nikola Kranjčić | ZVANJE | Docent, znanstveni suradnik |
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. Prof. dr. sc. Vlado Cetl, predsjednik Povjerenstva | | |
| | 2. Doc. dr. sc. Hrvoje Matijević, član | | |
| | 3. Doc. dr. sc. Nikola Kranjčić, mentor | | |
| | 4. Izv. prof. dr. sc. Danko Markovinović, zamjenski član | | |
| | 5. | | |

Zadatak završnog rada

BROJ 003/GIG/2024

OPIS

Završni rad obuhvaća pregled postojećih metoda kartiranja podzemne infrastrukture. U praktičnom dijelu cilj je istražiti razliku između aktivnog i pasivnog tragača infrastrukture. Na području oko Sveučilišta Sjever potrebno je kartirati elektroenergetsku infrastrukturu i usporediti ju sa službenim podacima Državne geodetske uprave (Katastar infrastrukture).



—
IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Diana Takač pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autorica završnog rada pod naslovom Kariranje i evaluacija postojećeg stanja katastra infrastrukture na području grada Varaždina te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Studentica:
Diana Takač

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

Zahvala

Zahvaljujem se svima koji su na bilo koji način doprinijeli izradi ovog završnog rada.

Posebnu zahvalnost dugujem svom mentoru, doc. dr. sc. Nikoli Kranjčiću, na stručnoj pomoći, podršci i vođenju kroz proces izrade ovog završnog rada.

Neizmjerne sam zahvalna i svojim kolegama i prijateljima na podršci, motivaciji i korisnim savjetima tijekom studija i izrade završnog rada. Vaša moralna podrška i pomoć u trenucima kada je bilo najpotrebnije učinili su ovaj proces puno lakšim i ugodnijim. Vaše prijateljstvo i suradnja bili su neprocjenjivi.

Neizmjernu zahvalnost dugujem svojoj obitelji koja mi je pružila nesebičnu podršku i ohrabrenje kroz sve ove godine. Pružajući mi ljubav, razumijevanje i motivaciju, omogućili su mi da nastavim i završim ovaj rad. Bez njihove vjere u mene i stalne podrške, završetak ovog rada ne bi bio moguć.

Zahvaljujem se i svim institucijama i organizacijama koje su pružile resurse i informacije koje su bile od velike važnosti za moj istraživački rad.

Svima navedenima, kao i onima koje možda nisam spomenula, još jednom iskrena hvala.

Sažetak

Završni rad obrađuje katastar infrastrukture, metode i tehnologije detektiranja i praćenja podzemnih vodova. Katastar infrastrukture u Hrvatskoj evidentira podatke o vrsti, namjeni, karakteristikama, korištenju i položaju elektroenergetskih, komunikacijskih, toplovodnih, naftovodnih i vodovodnih vodova. Sastoji se od pisanog dijela (popisi infrastrukture i vlasnika) i grafičkog dijela (plan infrastrukture i geodetski elaborati). Geodetski elaborati su ključni za izradu katastra i obuhvaćaju prikupljanje podataka, geodetsku izmjeru i tehnička izvješća.

Detektiranje vodova provodi se pomoću opreme za detektiranje vodova, koja uključuje odašiljače i prijamnike za aktivno i pasivno detektiranje. Aktivna metoda omogućuju precizno praćenje, dok pasivne metode koriste postojeće elektromagnetske signale u vodovima. Aktivne metode detektiranja vodova uključuju detektiranje voda indukcijom, detektiranje voda izravnim spajanjem na vod, detektiranje voda uz pomoć signalne stezaljke i detektiranje voda spajanjem na vodiče pod naponom

U praktičnom dijelu rada, provedena su terenska mjerenja na Sveučilištu Sjever u Varaždinu, korištenjem Leica ULTRA uređaja i GNSS prijamnika Trimble R12i. Pasivnom metodom lociran je glavni vod za zgradu UNIN 3. Terenska mjerenja su obuhvatila izazove kao što su vegetacija i smetnje od metalnih cijevi. Obrada podataka obavljena je u AutoCAD Map softveru, gdje su podaci preklapljeni s digitalnim ortofotom.

Ključne riječi: katastar infrastrukture, detektiranje vodova, aktivno lociranje, pasivno lociranje, Radiodetection CAT and Genny, Leica ULTRA, Trimble R12i.

Abstract

The thesis addresses the infrastructure cadastre, methods, and technologies for detecting and monitoring underground utilities. The infrastructure cadastre in Croatia records data on the type, purpose, characteristics, usage, and location of electrical, communication, heating, oil, and water pipelines. It consists of a written part (lists of infrastructure and owners) and a graphical part (infrastructure plans and geodetic surveys). Geodetic surveys are crucial for creating the cadastre and include data collection, geodetic measurement, and technical reports.

Utility detection equipment was used, which includes transmitters and receivers for active and passive detection. Active methods allow precise tracking, while passive methods utilize existing electromagnetic signals in the utilities. Active methods include utility detection by induction, utility detection by direct connection on the line, utility detection with a signal clamp, and utility detection by connecting to powered lines.

In the practical part of the thesis, field measurements were conducted at the University North in Varaždin, using Leica ULTRA equipment and the GNSS receiver Trimble R12i. The main utility line for the UNIN 3 building was located using the passive method. Field measurements included challenges such as vegetation and interference from metal pipes. Data processing was performed in AutoCAD Map software, where the data was overlaid with a digital orthophoto.

Keywords: infrastructure cadastre, utility detection, active locating, passive locating, Radiodetection CAT and Genny, Leica ULTRA, Trimble R12i.

Popis korištenih kratica

DOF Digitalni ortofoto

Sadržaj

| | |
|---|----|
| Zahvala..... | 6 |
| Sažetak..... | 7 |
| Abstract..... | 8 |
| Popis korištenih kratica..... | 9 |
| 2. Uvod..... | 1 |
| 3. Katastar infrastrukture..... | 3 |
| 4. Oprema za detektiranje i praćenje vodova..... | 6 |
| 5. Metode detektiranja i praćenja vodova..... | 9 |
| 5.1. Pasivno lociranje vodova..... | 9 |
| 5.2. Aktivno lociranje vodova..... | 9 |
| 5.3. Razlika između aktivnog i pasivnog lociranja vodova..... | 12 |
| 6. Leica ULTRA specifikacije..... | 13 |
| 7. Prijamnik Trimble R12i specifikacije..... | 15 |
| 8. Terenska mjerenja..... | 18 |
| 8.1. Postupak terenskih mjerenja..... | 18 |
| 8.2. Izazovi kod terenskih mjerenja..... | 18 |
| 8.3. Obrada podataka terenskih mjerenja..... | 19 |
| 9. Zaključak..... | 21 |
| 10. Literatura..... | 22 |
| Popis slika..... | 24 |
| Popis tablica..... | 25 |

1. Uvod

U ovom radu bavit ćemo se katastrima infrastrukture usporediti stanje u katastru i stvarno stanje na terenu u Hrvatskoj, kao i metodama detektiranja i praćenja tih vodova.

Katastar infrastrukture je osnovan na temelju evidencija za svaku pojedinu vrstu infrastrukture u skladu sa Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina. Vlasnici vodova odnosno upravitelji vodova dužni su osnovati i voditi katastar. On se sastoji od pisanog i grafičkog dijela, gdje pisani dio uključuje popis infrastrukture i vlasnika, dok grafički dio sadrži plan infrastrukture i zbirku geodetskih elaborata. Izrada katastra infrastrukture i geodetskih elaborata zahtijeva prikupljanje i obradu podataka iz postojećih evidencija, te geodetske izmjere.

Svrha ovog završnog rada je usporediti stvarno stanje i stanje koje je evidentirano u katastru infrastrukture. Cilj je pronaći vod koji ide u zgradu UNIN 3 na prostoru Sveučilišta Sjever i pokazati kako se prikupljaju podaci te kako se koriste različite metode i oprema za detektiranje vodova. Rad je strukturiran u nekoliko poglavlja koja će obraditi ove teme.

Prvo poglavlje uključuje katastar infrastrukture. U ovom poglavlju je objašnjeno osnovno o katastru infrastrukture, uključujući pisani i grafički dio, te geodetske elaborate potrebne za izradu katastra i osnovno o geodetskoj izmjeri u svrhu izrade katastra infrastrukture. Detaljno su razmotrene zakonske osnove i obveze upravitelja vodova, kao i značaj pravilnog vođenja ovih podataka za održavanje i razvoj infrastrukture.

Drugo poglavlje će opisati opremu za detektiranje i praćenje vodova. Ovo poglavlje detaljno opisuje opremu, kao što su odašiljači i prijamnici, te dodatne alate potrebne za detektiranje vodova. Također će biti objašnjeni princip rada ove opreme i njena primjena u stvarnim uvjetima, uz posebne napomene o specifičnim tehnikama koje se koriste za različite vrste vodova.

U trećem poglavlju su opisane metode detektiranja i praćenja vodova. Opisuje metode pasivnog i aktivnog lociranja vodova, uključujući detaljan prikaz svake metode, prednosti i nedostatke. Pruženi su primjeri iz prakse i studije slučaja koji ilustriraju uspješnost ovih metoda, te se raspravlja o izazovima s kojima se susreću operateri na terenu.

U četvrtom poglavlju bit će objašnjene glavne razlike između aktivnog i pasivnog lociranja vodova te prednosti i mane svake metode. Ovo poglavlje nudi komparativnu analizu koja pomaže u razumijevanju kada je koja metoda najpogodnija za određene situacije, te kako odabir prave metode može optimizirati procese održavanja i nadzora infrastrukture.

U petom poglavlju opisuju se podaci i specifikacije o Leica ULTRA uređaju koji je korišten za praćenje vodova. Detaljno su predstavljeni tehnički podaci, funkcionalnosti i specifičnosti ovog uređaja te primjeri njegove primjene na terenu. Naglasak je na tehničkim mogućnostima koje ovaj uređaj pruža i kako doprinosi preciznosti mjerenja.

U šestom poglavlju se opisuju specifikacije GNSS prijavnika Trimble R12i. U ovom poglavlju se pružaju informacije o GNSS prijavniku Trimble R12i korištenom za prikupljanje koordinata točaka, uključujući njegove tehničke karakteristike i načine upotrebe. Opisane su prednosti korištenja ovog prijavnika u geodetskim izmjerama i prikupljanju podataka za katastar.

U sedmom poglavlju se opisuju terenska mjerenja. U ovom podpoglavlju se opisuje provedba terenskih mjerenja na području Sveučilišta Sjever u Varaždinu, uključujući postupak i izazove kod mjerenja, kao i postupak obrade podataka s konačnim rezultatima. Posebna pažnja posvećena je praktičnim aspektima provedbe mjerenja i analize prikupljenih podataka, te kako su ovi podaci korišteni za usporedbu s postojećim evidencijama u katastru.

Podaci za izradu ovog završnog rada prikupljeni su iz katastra infrastrukture, te kroz terenska mjerenja provedena pasivnom metodom detektiranja vodova. Korištena je oprema kao što su Leica ULTRA uređaj za detektiranje vodova i GNSS prijavnik Trimble R12i za prikupljanje koordinata. Za analizu i prikaz prikupljenih podataka korišten je AutoCAD map. Podaci su prikupljeni i analizirani kako bi se utvrdio položaj, dubina i smjer vodova na području Sveučilišta Sjever.

Namjera rada je usporediti upisano i stvarno stanje katastra infrastrukture na području grada Varaždina. Također, rad nastoji prikazati kako pravilno korištenje opreme i metoda.

2. Katastar infrastrukture

Katastar infrastrukture evidentira podatke o vrsti, namjeni, karakteristikama, korištenju i položaju elektroenergetskih, električno komunikacijskih, toplovodnih, naftovodnih i vodovodnih vodova u Hrvatskoj. Osniva se na temelju evidencija za svaku pojedinu vrstu infrastrukture u skladu sa Zakonom o državnoj izmjeri i katastru nekretnina. Dužni su ih osnovati i voditi vlasnici voda odnosno upravitelji voda.

Katastar infrastrukture sastoji se od pisanog i grafičkog dijela. Pisani dio katastra infrastrukture sastoji se od popisa infrastrukture i popisa vlasnika, a grafički dio sastoji se od plana infrastrukture i zbirke geodetskih elaborata infrastrukture. [1]

U pisanom dijelu katastra infrastrukture upisuje se popis infrastrukture koji sadrži:

- broj elaborata iz zbirke geodetskih elaborata infrastrukture i oznaku potvrde geodetskog elaborata infrastrukture, odnosno oznaku inicijalnog preuzimanja i unosa
- vrstu infrastrukture i naznaku trenutnog korištenja (je li ista u uporabi, napuštena ili uklonjena)
- identifikacijski broj infrastrukture i pripadajućih objekata
- podatke o vlasniku, odnosno upravitelju
- imena katastarskih općina u kojima je infrastruktura izgrađena
- ime jedinice lokalne samouprave, imena naselja i ulica ili rudina u kojima je infrastruktura izgrađena
- kućni broj ako se radi o infrastrukturi izgrađenoj u svrhu kućnog priključka
- duljinu izgrađene infrastrukture.

Pisani dio katastra infrastrukture također sadrži i popis vlasnika i upravitelja voda koji sadrži:

- redni broj upisa vlasnika, odnosno upravitelja infrastrukture
- podatke o vlasniku, odnosno upravitelju infrastrukture
- vrstu infrastrukture kojom vlasnik, odnosno upravitelj infrastrukture upravlja

Grafički dio katastra infrastrukture sastoji se od plana infrastrukture koji je grafički prikaz infrastrukture i pripadajućih objekata infrastrukture. Plan infrastrukture čini službena digitalna ortofotokarta i digitalni katastarski plan koji se mogu prikazivati i preklapljeni. Grafički dio katastra infrastrukture se također sastoji i od zbirke geodetskih elaborata infrastrukture što je zbirka koja se vodi prema popisu infrastrukture, a sastoji se od potvrđenih elaborata. Geodetski elaborati infrastrukture označavaju se prije ulaganja u zbirku rednim brojem elaborata unutar kalendarske godine.

Kod izrade katastra infrastrukture nužno je napraviti i geodetski elaborat. Izrada geodetskog elaborata obavlja se prikupljanjem podataka iz postojećih evidencija za područje za koje se izrađuje elaborat nakon čega slijedi postupak geodetske izmjere i prikupljanje podataka o vrsti i tehničkim karakteristikama za svaki vod. Nakon prikupljanja podataka izrađuje se geodetski elaborat infrastrukture, a izgled elaborata određen je tehničkim specifikacijama.

Geodetski elaborat infrastrukture mora sadržati:

- podatke o postojećoj evidentiranoj infrastrukturi na granici i unutar područja obuhvaćenog elaboratom (ako se radi o promjeni na evidentiranoj infrastrukturi)
- podatke o položaju infrastrukture i pripadajućih objekata koji su predmet elaborata
- identifikacijski broj infrastrukture i pripadajućih objekata, ako je isti određen
- nove podatke o vrsti i osnovnim tehničkim karakteristikama infrastrukture i pripadajućih objekata, podatke o vlasniku odnosno upravitelju infrastrukture, podatke o trenutnom korištenju infrastrukture i pripadajućih objekata.

Sastavni dijelovi geodetskog elaborata infrastrukture su:

- naslovna stranica
- popis sastavnih dijelova elaborata
- skica izmjere infrastrukture, uključujući po potrebi i skice izmjere objekata koji pripadaju infrastrukturi (galerije, komore, zdenci i drugi)
- geodetska situacija stvarnog stanja rekonstruirane, izgrađene, napuštene, odnosno uklonjene infrastrukture
- popis koordinata izmjerenih točaka infrastrukture i pripadajućih objekata te koordinata točaka korištenih za potrebe izmjere
- popis digitalnih zapisa koji se prilažu elaboratu
- digitalni zapisi
- tehničko izvješće.

Geodetska izmjera je nužna za izradu geodetskog elaborata. Kod geodetske izmjere izgrađene infrastrukture važno je provesti:

- izmjeru lomnih točaka infrastrukture u položajnom smislu
- izmjeru lomnih točaka infrastrukture u visinskom smislu (kod odvodnje na dnu unutrašnjosti cijevi ili kanala, a kod ostalih vodova na tjemenu voda)
- izmjeru križanja novoizgrađene infrastrukture s postojećom infrastrukturom u trenutku izgradnje kada je križanje vidljivo

- izmjeru pripadajućih objekata infrastrukture
- prikupljanje podataka o osnovnim tehničkim karakteristikama infrastrukture
- prikupljanje podataka o vlasniku odnosno upravitelju infrastrukture.

Geodetska izmjera se kod provodi otvorenog rova, a izmjera postojeća, do sada neevidentirane infrastrukture se provodi korištenjem pripadajućih vidljivih vanjskih znakova, a otkrivanje se obavlja tragačima. Kao što su tragaču kabela, georadari i slična oprema za otkrivanje podzemne infrastrukture. Postojeću infrastrukturu se također može izmjeriti i otkopavanjem ili tragačem i otkopavanjem infrastrukture.

U geodetskom elaboratu infrastrukture prilaže se tehničko izvješće koje opisuje na koji način je geodetska izmjera provedena. Opisuje je li izmjera provedena kod otvorenog rova, odnosno koji je način otkrivanja korišten. [2]

3. Oprema za detektiranje i praćenje vodova

Englesku naziv za uređaj za detektiranje vodova je Radiodetection CAT and Genny. CAT je akronim za Cable Avoidance Tool odnosno alat za izbjegavanje kablova dok Genny stoji za generator odnosno odašiljač.

Oprema za detektiranje vodova se sastoji od više uređaja i alata koji pomažu pri detektiranju vodova. Svaki set za detektiranje vodova sastoji se od odašiljača i prijarnika koji se koriste za pasivno ili aktivno detektiranje vodova. Također se koriste i dodatni alati kao što su kablovi za direktno spajanje na vod, kolci za uzemljenje i signalne stezaljke koje pomažu pri provođenju određenih metoda. [3]

Odašiljač je uređaj koji šalje signale u vodove koji ne šalju elektromagnetske signale da bi se moglo pratiti vodove koji ih inače ne šalju. Koristi se pri aktivnom lociranju vodova također služi za određivanje frekvencija koje nude bolju mogućnost detektiranja. Slika 3.1 prikazuje odašiljač koji je korišten za detektiranje vodova. [4]



Slika 3.1: Odašiljač

Prijamnik je uređaj koji se koristi za detektiranje vodova koji šalju elektromagnetske signale. Koristi se zasebno za pasivno lociranje ili u kombinaciji s odašiljačem za aktivno lociranje. Slika 3.2 prikazuje prijamnik koji je korišten za detektiranje vodova. [4]



Slika 3.2: Prijamnik

Kablovi za direktno spajanje na vod su kablovi koji se pomoću kvačica spajaju na vodič i kolac za uzemljenje te na drugom kraju na odašiljač. Kablovi za direktno spajanje na vod se koriste kod aktivnog lociranja vodova kad se pomoću kablova spaja direktno na vod. Slika 3.3 prikazuje kablove za direktno spajanje na vod koji je korišten za detektiranje vodova. [5]



Slika 3.3: Kablovi za direktno spajanje na vod

Kolci za uzemljenje se koriste kod aktivnog lociranja vodova direktnim spajanjem na vod da bi se osigurao izlaz za pozitivni napon. Osigurava uzemljenje za odašiljač što će pomoći kod točnosti lociranja. Slika 3.4 prikazuje kolac za uzemljenje koji je korišten za detektiranje vodova. [6]



Slika 3.4: Kolci za uzemljenje

Signalna stezaljka se koristi kako bi se signal prenio na vod ako se ne može spojiti kablovima. Signalna stezaljka se koristi metodom indukcije. Slika 3.5 prikazuje signalnu stezaljku koji je korišten za detektiranje vodova. [7]



Slika 3.5: Signalne stezaljke

4. Metode detektiranja i praćenja vodova

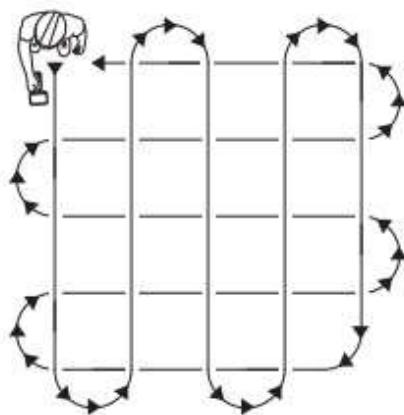
Za kvalitetno izvođenje građevinskih radova na nekom području važno je znati što se zbiva ispod površine sa cijevima i vodovima. Za detektiranje vodova postoje dvije metode. Metoda pasivnog lociranja vodova i metoda aktivnog lociranja vodova. [8]

4.1. Pasivno lociranje vodova

Pasivno lociranje vodova radi na principu lociranja elektromagnetskih signala koji se već postoje u vodovima, koristeći prijamnik na određenoj frekvenciji. Prijamnik prima elektromagnetske signale koje odašilje vodič kroz koji prolazi struja iz obližnjeg izvora.

Najčešće se koristi za detektiranje nepoznatih i napuštenih vodova odnosno vodova koji se više ne koriste ili nedostupnih vodova do kojih se ne može pristupiti aktivnim lociranjem.

U metodi pasivnog lociranja, lociranje se provodi rešetkastim pristupom kao što je prikazano na Slika 4.1 radi pokrivanja cjelokupnog područja kojeg se pretražuje držeći prijamnik vertikalno blizu površine zemlje i mičući ga lijevo - desno dok se ne pojavi signal. Kad se pojavi signal pratiti se smjer strelice dok se ne dobije romb što znači da se prijamnik nalazi točno iznad voda što omogućuje očitavanje dubine. Tada se to mjesto označi bojom ili markerom, te se koordinate te točke uzmu nekom drugom metodom poput GNSS metodom, koja se najčešće koristi. Pri uzimanju koordinata važno je upisati dubinu na kojoj je vod detektiran. Nakon detektiranja voda nastavlja se pratiti pronađeni signal voda. [9]



Slika 4.1: Rešetkasti pregled terena na kojem se odrađuje pasivno lociranje

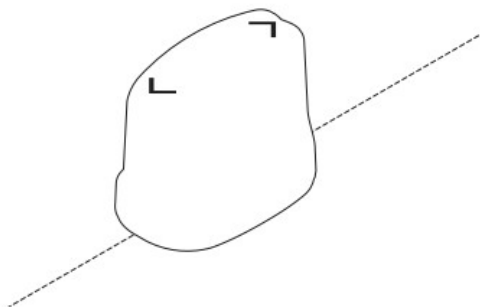
4.2. Aktivno lociranje vodova

Glavni princip rada kod aktivnog lociranja vodova je spajanje direktno na vod koji se pokušava pratiti nekom od četiri metode i praćenje signala samo tog određenog voda. Što znači da je potrebno imati izravan pristup određenom vodu da bi ga se moglo locirati.

Kod aktivnog lociranja vodova postoje četiri mogućnosti detektiranja. Detektiranje voda indukcijom, detektiranje voda izravnim spajanjem na vod, detektiranje voda uz pomoć signalne stezaljke i detektiranje voda spajanjem na vodiče pod naponom. [3]

Detektiranje voda indukcijom je metoda lociranja vodova koja koristi odašiljač i prijamnik za detektiranje vodova. Odašiljač emitira elektromagnetske polje koje inducira struju u objekte, a zatim prijamnik mjeri snagu i frekvenciju inducirane struje što omogućuje lociranje voda. [10]

Detektiranje voda indukcijom provodi se postavljanjem odašiljača direktno iznad voda, paralelno s tim vodom, kao što je prikazano na Slika 4.2. Nakon tog korištenjem prijamnika provodi se detektiranje voda. Na udaljenosti od oko 7,5 m, okrenut leđima odašiljaču, hoda se oko odašiljača dok se ne dobije najjači signal. Tad se očitava dubina i označava položaj voda i nastavlja se pratiti taj vod. [3]



Slika 4.2: Prikaz postavljanja odašiljača pri provođenju detektiranja voda indukcijom

Direktno spajanje na vod kablovima je metoda pri kojoj se koristi specijalno dizajniran kabel za direktno povezivanje na vod. [10]

Ova metoda provodi se spajanjem kablova u odašiljač, iz odašiljača crveni kabel se povezuje sa vodom koji se pokušava pratiti, a crni kabel se povezuje s kolcem za uzemljenje. Nakon što je sve sigurno povezano potrebno je upaliti odašiljač i krenuti pratiti vod na udaljenosti od oko 7,5 m, okrenut leđima odašiljaču, hoda se oko odašiljača dok se ne dobije najjači signal. Tad se očitava dubina i označava položaj voda i nastavlja se pratiti taj vod. Slika 4.3 prikazuje proces direktnog spajanja odašiljača na vod kod metode direktnog spajanje na vod kablovima [3]

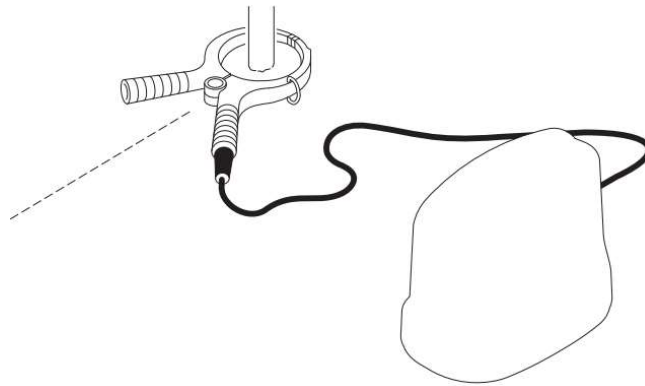


Slika 4.3: Prikaz procesa spajanja odašiljača za detektiranje pri direktnom spajanju na vod

Detektiranje voda uz pomoć signalne stezaljke je metoda u kojoj se koristi elektromagnetska indukcija. Koristeći stezaljku koja se postavlja oko voda te se putem stezaljke šalje signal kroz vod što omogućuje detektiranje tog voda. [10]

Detektiranje voda uz pomoć signalne stezaljke provodi se tako da se kabel od stezaljke spoji na odašiljač, stezaljka se spoji na odašiljač koji se zatim upali i izabere se frekvencija na kojoj se

radi. Kada je sve povezano kreće se pratiti vod na udaljenosti od oko 7,5 m, okrenut leđima odašiljaču, hoda se oko odašiljača dok se ne dobije najjači signal. Tad se očitava dubina i označava položaj voda i nastavlja se pratiti taj vod. Slika 4.4 prikazuje način spajanja odašiljača i stezaljke na vod. [3]

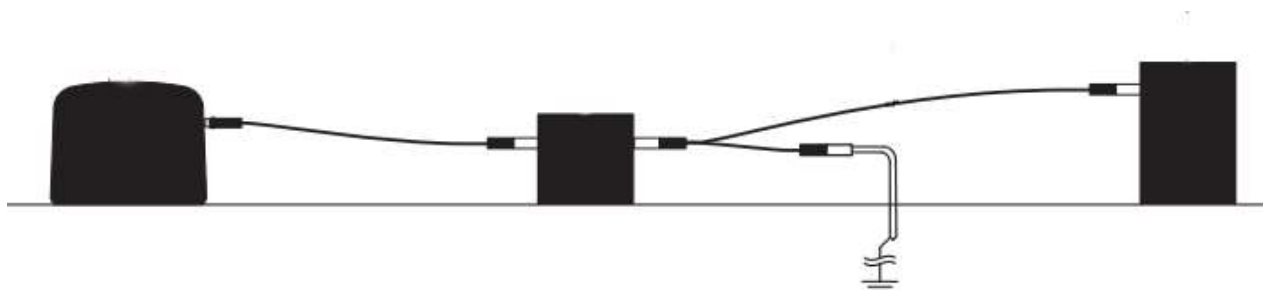


Slika 4.4: Prikaz spajanja odašiljača na vod putem stezaljke

Detektiranje voda spajanjem na vodiča pod naponom je dužna raditi osoba kvalificirana za rad s vodičima pod naponom. Koraci spajanja instrumenta kod ove metode su nužni za sigurno rukovanje. Prvo je potrebno isključiti odašiljač, a zatim spojiti odašiljač i adapter. Crnom žicom se spaja adapter s kolcem za uzemljenje, a crvenom žicom adapter i vodič struje. Zatim se pali odašiljač i bira frekvencija. Frekvencija bi trebala biti veća od 8 kHz, a preporučuje se 29 kHz.

Kada je sve sigurno povezano kreće se pratiti vod na udaljenosti od oko 7,5 m, okrenut leđima odašiljaču, hoda se oko odašiljača dok se ne dobije najjači signal. Tad se očitava dubina i označava položaj voda i nastavlja se pratiti taj vod.

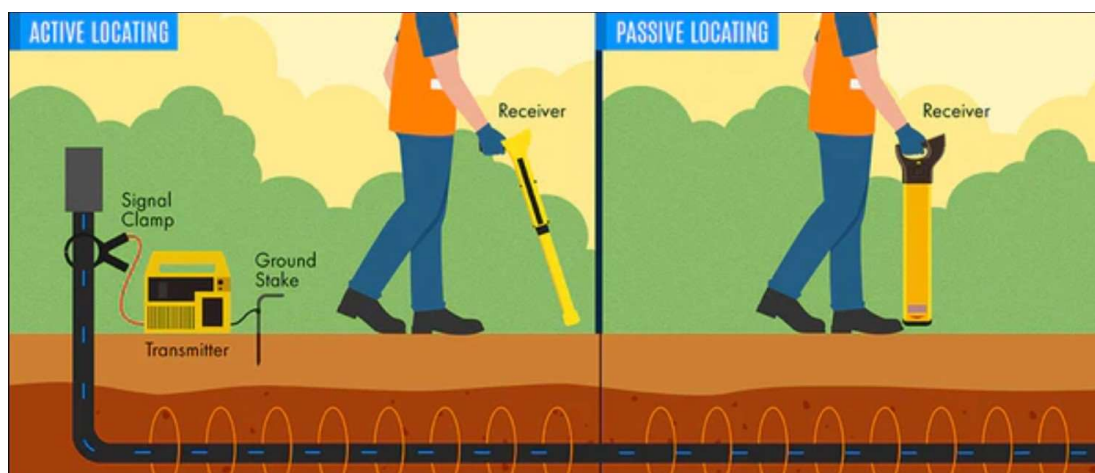
Kad se završi s praćenjem voda potrebno je prvo ugasiti odašiljač, isključiti crvenu žicu koja ide iz adaptera do vodiča, zatim crnu žicu koja ide iz adaptera do kolca za uzemljenje i na kraju se isključi adapter iz odašiljača. Što znači da se postupak isključivanja instrumenta provodi u suprotnom smjeru od uključivanja i postavljanja za rad. Slika 4.5 prikazuje način spajanja vodiča kod detektiranja voda spajanjem na vodiča pod naponom. [4]



Slika 4.5: Prikaz spajanja vodiča kod detektiranja voda spajanjem na vodiče pod naponom

4.3. Razlika između aktivnog i pasivnog lociranja vodova

Glavna razlika između aktivnog i pasivnog lociranja je ta što se aktivno lociranje provodi direktnim spajanjem na vod nekom od metoda dok kod pasivnog lociranja se koristi samo prijammnik i detektiraju elektromagnetski valovi koje šalje vod. Slika 4.6 prikazuje kako se provodi aktivno lociranje vodova, a kako pasivno lociranje vodova.



Slika 4.6: Prikaz razlike aktivnog i pasivnog lociranja vodova

U svakoj metodi postoje prednosti i nedostaci. Tako aktivno lociranje daje mogućnost izoliranja i praćenja samo tog jednog voda, što omogućuje precizno praćenje voda na području gdje ih ima mnogo. Također, aktivno lociranje pruža i najveću točnost i najviše informacija o određenom vodu. Međutim kod aktivnog lociranja postoje i neka ograničenja kao što je praćenje popravljenih vodova. Ako je vod ili cijev popravljena sa plastičnim odnosno nekim drugim materijalima koji nisu od metala nije moguće nastaviti pratiti taj vod. Također je kod aktivnog praćenja voda nužno biti moguće pristupiti direktno izvoru tog voda putem šahta, hidrometra ili ventila inače je nemoguće provesti aktivno lociranje.

Kod pasivnog lociranja nije potreban direktan pristup praćenom vodu, ali to može rezultirati s manjom točnošću lociranja. Ipak pasivno lociranje može biti korisno ako nije moguće provesti aktivno praćenje te može ponuditi nužne informacije o položaju nepoznatih i napuštenih vodova koji se više ne koriste na određenom području. Međutim kod pasivnog lociranja javlja se problem lociranja vodova napravljenih od drugih materijala. Kao što su vodovi napravljeni od raznih vrsta plastika. Zato što se kod pasivne metode lociraju elektromagnetna polja koja ispuštaju metalni vodovi.

Da bi se dobili najtočniji i najpouzdaniji rezultati važno je koristiti se svim metodama lociranja, a ne samo pasivnom. Aktivna se koristi zbog veće točnosti, a za kraj je preporučljivo proći područje koje se pregledava i s pasivnom metodom da bi se detektirali vodovi do kojih nije bilo mogućnosti direktnog pristupa ili nisu u funkciji pa se ni ne zna da su tamo. [3]

5. Leica ULTRA specifikacije

Uređaj korišten za provedbu praćenja vodova je Leica ultra od proizvođača Leica. Leica ultra je instrument za praćenje vodova koji nudi mogućnost odabira između 100 frekvencija, kompasa koji pokazuje smjer uslužnog programa za praćenje, mjerenje pomaka, povezivanje s GIS i GNSS sustavima. Između ostalog nudi i odabir između 5W i 12W izlazne snage odašiljača, kao i mnoge dodatne funkcionalnosti.

Leica ultra instrument također omogućuje i automatsko spremanje podataka o lokaciji instrumenta s mogućnošću spremanja u KML i CSV formatu što omogućuje učitavanje tih podataka u GIS sustave ili Google maps radi lakše analize i vizualizacije prikupljenih podataka.

Točni podaci o Leica ultra lokatoru mogu se proučiti u Tablica 5.1. a o Leica ultra odašiljaču u Tablica 5.2.

Leica ultra lokator:

Tablica 5.1: Specifikacije Leica ultra lokatora

| Tehnički detalji lokatora | |
|--------------------------------|---------------------------|
| Dimenzije | 691 * 325 * 122 mm |
| Težina | 2,2 kg |
| Performanse lokatora | |
| Raspon frekvencija | 50 – 200 Hz |
| Maksimalna dubina | 6 m |
| Lokacijska točnost | ±5% |
| Dubinska točnost | ±5% |
| Okolišni čimbenici | |
| Temperatura rada lokatora | -20°C - 50°C |
| Temperatura spremanja lokatora | -32° - 70°C |
| Opcije baterije lokatora | |
| Tijek rada baterije | 30 sati neprekinutog rada |
| | 70 sati isprekidanog rada |

Leica ultra odašiljač:

Tablica 5.2: Specifikacije a Leica ultra odašiljača [11]

| Tehnički detalji odašiljača | |
|------------------------------------|-------------------|
| Dimenzije | 254 * 305 * 91 mm |
| Težina | 3,4 kg |
| Performanse odašiljača | |
| Raspon frekvencija | 256 Hz – 200 kHz |
| Najjači izlaz električna struje | 500 mA |
| Najjači napon | 65V ms |
| Izlazna snaga odašiljača | 5 W – 12W |
| Okolišni čimbenici rada odašiljača | |
| Temperatura rada odašiljača | -20°C - 50°C |
| Temperatura spremanja odašiljača | -32° - 70°C |
| Opcije baterije lokatora | |
| Tijek rada baterije | 80 – 100 sati |

6. Prijamnik Trimble R12i specifikacije

Za svrhu prikupljanja točaka nakon pronalaska voda korišten je GNSS prijamnik trimble R12i. Slika 6.1 prikazuje Trimble R12i GNSS prijamnik korišten za izradu završnog rada. Trimble R12i GNSS prijamnik ima mnogo naprednih mogućnosti, uključujući kompenzaciju nagiba, spajanje na različite satelitske sustave kao što su Američki GPS, Ruski GLONASS, Europski Galileo, Kineski BeiDou, Indijski NavIC, Japanski QZSS i SBAS. Najveća točnost ovog prijamnika iznosi 8 mm horizontalno i 15 mm vertikalno s ugrađenom antenom i izborom 672 različita kanala. Prijamnik također ima memorijom od 6 GB. Tablica 6.1 prikazuje specifikacije Trimble R12i GNSS prijamnika.



Slika 6.1: Trimble R12i GNSS prijamnik

Specifikacije Trimble R12i GNSS prijamnika:

Tablica 6.1: Specifikacije Trimble R12i GNSS prijamnik [12]

| TOČNOST PRIJAMNIKA | | |
|---------------------------|----------------------|----------------------|
| Statička mjerenja | | |
| Visoko – precizna statika | Horizontalna točnost | 3 mm + 0.1 ppm RMS |
| | Vertikalna točnost | 3.5 mm + 0.4 ppm RMS |
| Statika i brza statika | Horizontalna točnost | 3 mm + 0.5 ppm RMS |
| | Vertikalna točnost | 5 mm + 0.5 ppm RMS |

| Kinematika u stvarnom vremenu | | |
|---|---|----------------------------------|
| Jedna baza <30 km u RTK | Horizontalna točnost | 8 mm + 1 ppm RMS |
| | Vertikalna točnost | 15 mm + 1 ppm RMS |
| Mrežni RTK | Horizontalna točnost | 8 mm + 0.5 ppm RMS |
| | Vertikalna točnost | 15 mm + 0.5 ppm RMS |
| Vrijeme pokretanja RTK-a za specificirane preciznosti | | 2 to 8 seconds |
| Konpenzacija nagiba | | |
| Horizontalna kompenzacija nagiba kod RTK metode | | + 5 mm + 0,4 mm/ tilt do 30° RMS |
| Horizontalna kompenzacija nagiba kod RTX metode | | + 5 mm + 0,4 mm/ tilt do 30° RMS |
| HARDVERSKE SPECIFIKACIJE PRIJAMNIKA | | |
| Fizičke specifikacije | | |
| Dimenzije prijamnika | | 11,9 cm x 13,6 cm |
| Težina | Prijamnik + baterija + antena | 1,12 kg |
| | Prijamnik s dodacima + štap | 3,95 kg |
| Temperatura | Radna temperatura | -40 °C do + 65°C |
| | Skladišna temperatura | -40 °C do + 75 °C |
| Šokovi | Dok nije upaljen | Pad do 2 m na beton |
| Specifikacije baterija | | |
| Vrijeme trajanje baterije | 450 MHz opcija samo za prijem | 6,5 h |
| | 450 MHz opcija primanja/prijenosa (0,5 W) | 6,0 h |
| | 450 MHz opcija primanja/prijenosa (2,0 W) | 5,5 h |
| | Mobilna opcija primanja | 6,5 h |

Statička mjerenja - Metoda GPS-a gdje prijamnik prikuplja podatke na fiksnoj lokaciji nekoliko sati kako bi postigao visoku točnost.

Visoko – precizna statika (High-Precision Static) - Metoda koja naglašava izuzetno visoku točnost s dužim vremenima opažanja i naprednom obradom.

Statika i brza statika (Static and Fast Static) - Metode gdje statika uključuje dugo vrijeme opažanja za visoku točnost, dok brza statika smanjuje vrijeme opažanja na 10-30 minuta s naprednim algoritmima

Kinematika u stvarnom vremenu (real time kinematic)- Tehnika koja pruža centimetarsku razinu točnosti položaja u stvarnom vremenu koristeći korekcije s referentnih stanica

Jedna baza <30 km u RTK (Single Baseline <30 km: RTK postavka s baznom stanicom i roverom unutar 30 kilometara, osiguravajući visoku točnost položaja.

Mrežni RTK (Network RTK) - Koristi više referentnih stanica za pružanje korekcija na većem području radi poboljšane točnosti.

Vrijeme pokretanja RTK-a za specificirane preciznosti (RTK start-up time for specified precisions) - Vrijeme potrebno RTK sustavu da postigne specificiranu preciznost nakon inicijalizacije, obično od nekoliko sekundi do minuta.

TIP kompenzacija TIP upućuje na ukupnu procjenu pogreške pozicioniranja na vrhu štapa u cijelom rasponu kompenzacije nagiba.

Real-Time eXtended (RTX) je usluga preciznog pozicioniranja (PPP) koju nudi Trimble i koja globalno isporučuje GNSS korekcije visoke točnosti bez potrebe za lokalnom baznom stanicom.

[13]

7. Terenska mjerenja

Terenska mjerenja praćenja vodova odrađena su 21.5.2024. i 22.5.2024. na području Sveučilišta Sjever u Varaždinu. Za praćenje vodova korištena je Leica ULTRA uređaj za detektiranje vodova te GNSS uređaj Trimble R12i za prikupljanje dobivenih koordinata točaka. Praćenje vodova odrađeno je pasivnom metodom.

7.1. Postupak terenskih mjerenja

Prije početka terenskih mjerenja, proučila sam trenutno stanje u katastru infrastrukture i došla do zaključka da područje ispred zgrade UNIN 3 nije ucrtano i da nije poznat smjer prolaska vodova. Cilj je bio pronaći izvor struje za zgradu UNIN 3.

Terensko mjerenje provedeno je pasivnom metodom. Prvo sam pronašla glavni vod na cesti i pratila ga da potvrdim smjer i dubinu voda. Zatim sam pasivnom metodom istraženo istočno područje oko zgrade UNIN 3, parkingu i zapadno područje oko zgrade UNIN 3 gdje je i nađena prva točka nastavljajući pratiti pronađeni vod utvrdila sam da izvor struje za zgradu UNIN 3 nalazi s njene južne strane. Na Slika 7.1 može se vidjeti područje kretanja pri pokušaju lociranja voda oko zgrade UNIN 3.



Slika 7.1: Prikaz skice obavljanja pasivnog lociranja vodova oko UNIN 3

7.2. Izazovi kod terenskih mjerenja

Pri provođenju mjerenja susrela sam se s mnogo izazova, kao što su nemogućnost određivanja točnog položaja voda zbog vegetacije, što je otežalo određivanje točne promjene smjera voda na južnoj strani zgrade UNIN 3.

Na istočnoj strani zgrade UNIN 3 nalazi se mnogo šahtova koji nisu namijenjeni za struju, a zbog smetnji na tom području, može se pretpostaviti da se tamo nalaze metalne cijevi koje ometaju signal i rad uređaja. Isti problem se javio i oko zgrade UNIN 2 čime nije bilo moguće odrediti točan smjer u kojem se kreće vod koji izlazi iz UNIN 3 i gdje se taj vod spaja na glavni vod.

7.3. Obrada podataka terenskih mjerenja

Kod obrade mjerenja preuzela sam podatke iz katastra infrastrukture i točke detektirane na području Sveučilišta Sjever te su svi podaci preklopljeni sa digitalnim ortofotom preuzetim s javno dostupnih stranica Geoportala u WMS formatu. Postupak obrade podataka odrađen je u programu AutoCAD map od tvrtke Autodesk. Digitalni ortofoto je iz razdoblja 2021–2022. godine, a na njega se može povezati putem sljedećeg linka: https://geoportal.dgu.hr/services/inspire/orthophoto_2021_2022/wms. Link je moguće pronaći na stranicama Geoportala te je dostupan svima. Slika 7.2 prikazuje postojeći katastar infrastrukture preklopljen s DOF-om. Slika 7.3 prikazuje preklop prijašnjeg stanja katastra infrastrukture i novo stanje preklopljeno s DOF-om.



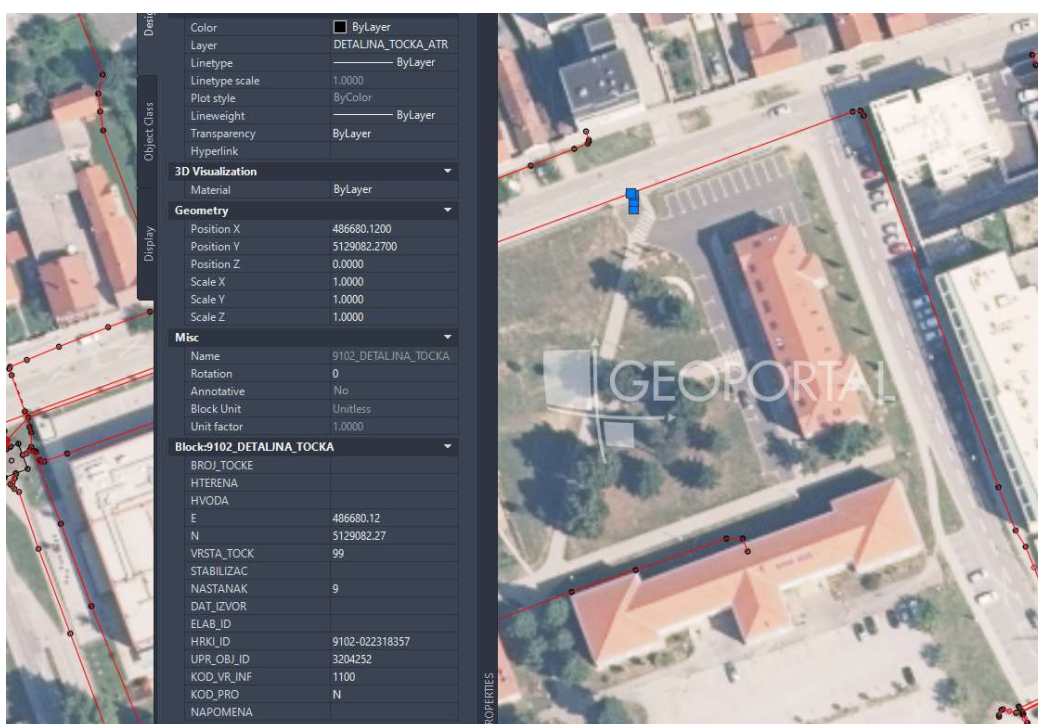
Slika 7.2: Postojeći katastar infrastrukture preklopljen s DOF-om



Slika 7.3: Prikaz pronađene infrastrukture preklopljen s DOF-om

Uz podatke o koordinatama lomnih točaka voda, u podacima o vodovima iz katastra infrastrukture dobili smo i podatke o vlasniku voda, upravitelju voda oznaci voda i OIB vlasnika i upravitelja. Prema podacima o vlasniku i upravitelju glavnog voda na cesti, vlasnik i upravitelj voda je HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. s OIB-om 46830600751.

Oko Sveučilišta Sjever proteže se dva glavna voda. Uspoređivanjem broja upravitelja objekta, koji se nalazi među atributima lomnih točaka, s podatcima u tablici, došla sam do podatka da je ID u katastru infrastrukture 1101-022078341. ID kod upravitelja voda je 3204252. Duljina tog voda je 353,67 m te se on proteže Ulicom Juraja Križanića i Ulicom Vinka Mađerala. Drugi vod prolazi Ulicom Marije Jurić Zagorke i sjevernom stranom UNIN-a 1 i UNIN – a 2. ID u katastru infrastrukture za ovaj vod je 1101-022077496, a ID kod upravitelja voda je 3384392. Duljina tog voda je 212,89 m. Slika 7.4 prikazuje sliku atributne tablice za vod s ID - em kod upravitelja voda 3204252.



Slika 7.4: Prikaz atributne tablice za vod s id kodom upravitelja voda 3204252

8. Zaključak

U završnom radu detaljno je prikazan proces prikupljanja podataka za katastar infrastrukture u Hrvatskoj, s posebnim naglaskom na evidentiranje elektroenergetskih vodova. Katastar infrastrukture sastoji se od pisanog i grafičkog dijela, koji uključuju popis infrastrukture, popis vlasnika te plan infrastrukture i zbirku geodetskih elaborata. Pisani dio obuhvaća ključne informacije o vrsti, namjeni, korištenju i položaju infrastrukture, dok grafički dio osigurava vizualni prikaz putem digitalne ortofotokarte i digitalnog katastarskog plana.

Izrada geodetskog elaborata zahtijeva preciznu geodetsku izmjeru koja uključuje prikupljanje podataka o lomnim točkama infrastrukture, križanjima s postojećim vodovima te osnovnim tehničkim karakteristikama. Ovi elaborati sadrže niz ključnih dokumenata kao što su skice izmjere, popis koordinata i tehničko izvješće. Za otkrivanje podzemne infrastrukture korišteni su uređaji za detektiranje vodova koji omogućuju pasivno i aktivno lociranje voda.

Pasivno lociranje vodova radi na principu lociranja elektromagnetskih signala koji se već postoje u vodovima, dok aktivno lociranje je spajanje direktno na vod. Obje metode imaju svoje prednosti i nedostatke. Pasivno lociranje je korisno za identificiranje napuštenih ili nepoznatih vodova, dok aktivno lociranje omogućuje precizno praćenje samo određenog voda.

Tijekom terenskih mjerenja provedenih na Sveučilištu Sjever, korišteni su uređaji Leica ULTRA i GNSS prijammnik Trimble R12i. Praćenje vodova obavljeno je pasivnom metodom, čime je identifikacijom izvor struje za zgradu UNIN 3, ali kod terenskih mjerenja susreli su se mnogi izazovi, uključujući ometanje signala zbog vegetacije i metalnih cijevi, što je otežalo točno određivanje položaja i smjera voda.

Važno je napomenuti da trenutni katastar infrastrukture nije potpun jer ne sadrži podatke o Sveučilištu Sjever. Preporučuje se provesti dodatna mjerenja i nadopuniti katastar kako bi se osigurala sveobuhvatna i točna evidencija infrastrukture.

9. Literatura

- [1] Državna geodetska uprava, »Katastar infrastrukture,« [Mrežno]. Available: <https://dgu.gov.hr/proizvodi-i-usluge/katastarski-podaci/katastar-infrastrukture-364/364>. [Pokušaj pristupa 19 Svibanj 2024].
- [2] Narodne novine, »Pravilnik o katastru infrastrukture,« 7 Srpanj 2021.. [Mrežno]. Available: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_07_77_1438.html. [Pokušaj pristupa 19 Svibanj 2024].
- [3] S. Williams, »Locating Underground Services: The Expert Guide to Utility Locating Equipment and Procedures,« 12 Rujan 2022.. [Mrežno]. Available: <https://geoscopelocating.com.au/locating-underground-services-the-expert-guide-to-utility-locating-equipment-and-procedures/>. [Pokušaj pristupa 15 Travanj 2024].
- [4] Leica geosystems, Leica Ultra User Manual, Heerbrugg: Leica geosystems, 2015.
- [5] Utility Logic, »Direct Connection Leads,« [Mrežno]. Available: <https://utility-logic.com/product/leads/>. [Pokušaj pristupa 13 Svibanj 2024].
- [6] RD-Palmer Technology, »Earth Stake – Genny,« [Mrežno]. Available: <https://rd-palmer.my/product/earth-stake-genny/#description>. [Pokušaj pristupa 13 Svibanj 2024].
- [7] Indepth utility solutions , »VIVAX-METROTECH TRANSMITTER CLAMPS,« [Mrežno]. Available: https://www.indepthutilitiesolutions.com/accessory_products/vivax-metrotech-transmitter-clamps/. [Pokušaj pristupa 13 Svibanj 2024].
- [8] Hexagon Geosystems, »How cable locators work – Principles of buried utility detection,« 12 Veljača 2024. [Mrežno]. Available: <https://blog.hexagongeosystems.com/how-cable-locators-work-principles-of-buried-utility-detection/>. [Pokušaj pristupa 5 Travanj 2024].
- [9] SeeScan, »Passive Utility Locating,« [Mrežno]. Available: <https://www.seescan.com/passive-utility-locating/>. [Pokušaj pristupa 5 Travanj 2024].

- [10] S. Williams, »The Best Utility Locating Method,« 14 Ožujak 2023.. [Mrežno]. Available: <https://geoscopelocating.com.au/the-best-utility-locating-method/>. [Pokušaj pristupa 13 Travanj 2024.].
- [11] Leica Geosystems, »Leica ULTRA Precision utility tracing,« Leica Geosystems, Heerbrugg.
- [12] »Trimble R12i,« Trimble, [Mrežno]. Available: <https://geospatial.trimble.com/en/products/hardware/trimble-r12i>. [Pokušaj pristupa 25 Lipanj 2024.].
- [13] J. V. Sickel, GPS for Land Surveyors, New York: CRC Press, 2008..
- [14] Tigers supplies, »Buyers Guide To Cable Locators,« 20 Ožujak 2020. [Mrežno]. Available: <https://tigersupplies.com/blogs/buyers-guides/buyers-guide-to-cable-locators>. [Pokušaj pristupa 19 Travanj 2024.].
- [15] Geomatika Smolček, »Trimble R12i Pro-Point rover, bez 3G i radio modema,« [Mrežno]. Available: <https://geomatika-smolcak.hr/proizvod/trimble-r12i-gnss-prijemnik-bez-3g-i-radio-modema/>. [Pokušaj pristupa 18 Svibanj 2024.].

Popis slika

| | |
|---|----|
| Slika 3.1: Odašiljač..... | 6 |
| Slika 3.2: Prijamnik..... | 6 |
| Slika 3.3: Kablovi za direktno spajanje na vod | 7 |
| Slika 3.4: Kolci za uzemljenje..... | 7 |
| Slika 3.5: Signalne stezaljke..... | 8 |
| Slika 4.1: Rešetkasti pregled terena na kojem se odrađuje pasivno lociranje [4]..... | 9 |
| Slika 4.2: Prikaz postavljanja odašiljača pri provođenju detektiranja voda indukcijom [4] | 10 |
| Slika 4.3: Prikaz procesa spajanja odašiljača za detektiranje pri direktnom spajanju na vod [4] . | 10 |
| Slika 4.4: Prikaz spajanja odašiljača na vod putem stezaljke [4] | 11 |
| Slika 4.5: Prikaz spajanja vodiča kod detektiranje voda spajanjem na vodiče pod naponom [4] . | 11 |
| Slika 4.6: Prikaz razlike aktivnog i pasivnog lociranja vodova [14]..... | 12 |
| Slika 6.1: Trimble R12i GNSS prijamnik [15]..... | 15 |
| Slika 7.1: Postojeći katastar infrastrukture preklopljen s DOF-om..... | 19 |
| Slika 7.2: Prikaz skice obavljanja pasivnog lociranja vodova oko UNIN 3..... | 18 |
| Slika 7.3: Prikaz pronađene infrastrukture preklopljen s DOF-om | 19 |
| Slika 7.4: Prikaz atributne tablice za vod s id kodom upravitelja voda 3204252..... | 20 |

Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tablica 5.1: Specifikacije Leica ultra lokatora | 13 |
| Tablica 5.2: Specifikacije a Leica ultra odašiljača | 14 |
| Tablica 6.1: Specifikacije Trimble R12i GNSS prijamnik..... | 15 |