

Uspostava digitalnog sustava evidencije odvodne infrastrukture grada Pazina i njegov značaj za porječje Pazinčice

Tominić, Kristina

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:876681>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-04**



Repository / Repozitorij:

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



Kristina Tominić

**Uspostava digitalnog sustava evidencije odvodne
infrastrukture grada Pazina i njegov značaj za porječje
Pazinčice**

Diplomski rad

**Zagreb
2023.**

Kristina Tominić

**Uspostava digitalnog sustava evidencije odvodne
infrastrukture grada Pazina i njegov značaj za porječje
Pazinčice**

Diplomski rad

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

**Zagreb
2023.**

Ovaj je diplomski rad izrađen u sklopu diplomskog sveučilišnog studija *Geografija*; smjer: *istraživački (Geografski informacijski sustavi)* na Geografskom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Dubravke Spevec

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Diplomski rad

Uspostava digitalnog sustava evidencije odvodne infrastrukture grada Pazina i njegov značaj za porječje Pazinčice

Kristina Tominić

Izvadak: Javni isporučitelji usluga odvodnje imaju nadležnost nad kompleksnom imovinom. Pregled i stanje infrastrukture od velikog su značaja za uspješno poslovanje pružatelja usluge. Glavnina diplomskog rada obuhvaća problematiku izrade digitalnog sustava evidencije odvodne infrastrukture grada Pazina. U prvom dijelu rada opisan je prostorni obuhvat istraživanja kojeg čine grad Pazin i porječje Pazinčice – prostori s kompleksnom ekološkom situacijom. U drugom dijelu rada opisuje se način funkcioniranja geografskih informacijskih sustava u oblaku. U trećem dijelu pojašnjen je postupak izrade digitalnog sustava evidencije pomoću GIS *Cloud* tehnologije. Završni dio rada daje opis prednosti izrađenog digitalnog sustava.

52 stranica, 27 grafičkih priloga, 0 tablica, 37 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: odvodnja, kanalizacija, Pazin, GIS Cloud, digitalizacija

Voditelj: doc. dr. sc. Dubravka Spevec

Povjerenstvo: prof. dr. sc. Aleksandar Toskić
doc. dr. sc. Dubravka Spevec
doc. dr. sc. Luka Valožić

Tema prihvaćena: 2. 2. 2022.

Rad prihvaćen: 9. 2. 2023.

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

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geography

Master Thesis

Establishment of digital system of drainage infrastructure of town of Pazin and its significance for the Pazinčica river basin

Kristina Tominić

Abstract: The public providers of drainage services have jurisdiction over a complex asset. The overview and condition of the infrastructure are of great importance for the successful operation of service providers. The main part of the Thesis consists of the creation of a digital system of drainage infrastructure of the town of Pazin. In the first part of the Thesis, the spatial area of the research that comprises the town of Pazin and the Pazinčica basin is described, two areas with a complex ecological situation. The second part of the Thesis describes the functioning of geographic information systems in the *Cloud*. In the third part, the process of modelling a digital system using GIS Cloud technology is explained. At the end, the advantages of the created digital system are listed.

52 pages, 27 figures, 0 tables, 37 references; original in Croatian

Keywords: drainage, sewerage, Pazin, GIS Cloud, digitalization

Supervisor: Dubravka Spevec, PhD, Assistant Professor

Reviewers: Aleksandar Toskić, PhD, Full Professor
Dubravka Spevec, PhD, Assistant Professor
Luka Valožić, PhD, Assistant Professor

Thesis title accepted: 02/02/2022

Thesis accepted: 09/02/2023

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

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Predmet i cilj istraživanja | 2 |
| 1.2. Metodologija rada | 2 |
| 1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja | 3 |
| 1.4. Prostorni obuhvat istraživanja | 4 |
| 1.4.1. Grad Pazin | 4 |
| 1.4.2. Porječje Pazinčice | 5 |
| 2. RAČUNARSTVO U OBLAKU I GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAVI | 8 |
| 2.1. Računarstvo u oblaku | 8 |
| 2.1.1. Ključne komponente računarstva u oblaku | 9 |
| 2.1.2. Modeli pružanja usluga | 10 |
| 2.1.3. Modeli implementacije | 11 |
| 2.2. Geografski informacijski sustavi | 12 |
| 2.2.1 GeoWeb | 13 |
| 2.3. <i>Cloud</i> geografski informacijski sustavi | 14 |
| 2.3.1. Primjer <i>Cloud</i> geografskog informacijskog sustava: <i>GIS Cloud</i> | 15 |
| 3. OTPADNE VODE I INFRASTRUKTURA | 19 |
| 3.1. Povijesni razvoj | 19 |
| 3.2. Odvodna infrastruktura | 20 |
| 3.3. Otpadne vode | 21 |
| 3.4. Upravljanje otpadnim vodama – pravni okvir i društvena odgovornost | 22 |
| 3.5. Odvodna infrastruktura grada Pazina – nadležnost, prostorni obuhvat i razvoj | 25 |
| 4. POSTUPAK IZRADE SUSTAVA EVIDENCIJE ODVODNE INFRASTRUKTURE | 26 |
| 4.1. Prikupljanje i priprema podataka | 26 |
| 4.2. Uređivanje podataka u QGIS-u | 29 |
| 4.3. Prikupljanje prostornih podataka u <i>GIS Cloudu</i> | 33 |

| | |
|--|--|
| 4.4. Uspostava sustava evidencije odvodne infrastrukture u GIS <i>Cloudu</i> | 37 |
| 5. DIGITALNA TRANSFORMACIJA I NJEZINE PREDNOSTI U SUSTAVU ODVODNJE | 40 |
| 5.1. Prednosti izrađenog sustava za evidenciju odvodne infrastrukture | 41 |
| 5.1.1. Registar odvodne infrastrukture | 41 |
| 5.1.2. Monitoring sustava | 42 |
| 5.1.3. Građanski nadzor i izvješćivanje..... | 43 |
| 5.1.4. Zaštita okoliša – odraz na Pazinčicu | 43 |
| 6. ZAKLJUČAK | 47 |
| LITERATURA..... | 48 |
| IZVORI | 51 |
| PRILOZI..... | Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana. |

Zahvala

Ovim putem se zahvaljujem svojoj obitelji koja mi je bila bezuvjetna podrška tijekom cijelog studiranja. Posebno hvala mojoj noni Mici na pruženoj ljubavi, potpori i danoj mudrosti.

Zahvaljujem se i svojim prijateljima koji su bili veliki dio moje studentske avanture.

Veliko hvala Smart Aqua Solutionu na korisnim savjetima i mogućnosti korištenja *GIS Cloud* tehnologija.

I za kraj, zahvaljujem se mentorici doc. dr. sc. Dubravki Spevec na vodstvu tijekom izrade diplomskog rada.

1. UVOD

Javni isporučitelji usluga odvodnje imaju nadležnost nad mrežom odvodne infrastrukture čija funkcionalnost utječe na kvalitetu pružene usluge. Veličina mreže infrastrukture ovisi o veličini i prostornom rasporedu naselja. Neovisno o veličini mreže, infrastruktura se sastoji od istih objekata koju u suštini čine: cijevi (u nastavku kolektori), šahtovi, crpne stanice, priključci i uređaji za pročišćavanje otpadnih voda.

Sukladno Zakonu o vodama (Narodne Novine 66/19, 84/21) javni isporučitelji usluga odvodnje imaju nadzor na područjima tzv. *aglomeracija*, područja s većom koncentracijom društvenih i gospodarskih aktivnosti. Područja istraživanja odabrana za ovaj diplomski rad nalaze se u aglomeraciji EU Pazin (ili aglomeraciji Središnja Istra). Aglomeracija obuhvaća Grad Pazin i sedam općina. Veličina područja, mreža infrastrukture, brojnost naselja i konfiguracija terena predstavljaju veliki izazov isporučiteljima po pitanju kontrole, održavanja i evidencije sustava odvodnje.

Za potrebe ovog diplomskog rada izrađen je digitalni sustav evidencije odvodne infrastrukture grada Pazina s pozitivnim utjecajem na okoliš. Sustav evidencije se nalazi na platformi *GIS Cloud*, mrežnom geografskom informacijskom sustavu. Korištenje digitalnih tehnologija u poslovanju u današnje vrijeme postaje nužno, a ovaj digitalni sustav evidencije predstavlja primjer uspostave digitalnog poslovanja koji je financijski povoljan, fleksibilan i jednostavan za korištenje i održavanje.

1.1. Predmet i cilj istraživanja

Predmet ovog diplomskog rada je izrada digitalnog sustava evidencije odvodne infrastrukture grada Pazina. Sustav odvodnje čini kompleksna imovina čiji se prostorni podaci i obilježja moraju evidentirati, pohraniti, urediti, ažurirati i naposljetku vizualizirati. Sustav evidencije biti će izrađen u GIS *Cloudu*, online geografskom informacijskom sustavu koji upotrebljava uslugu računarstva u oblaku. Sustav evidencije čini karta sa satelitskom podlogom na kojoj će se prikazivati slojevi koji reprezentiraju odvodnu infrastrukturu.

Cilj diplomskog rada je predstaviti javnim isporučiteljima usluga odvodnje jednostavno rješenje digitalizacije modela poslovanja s pozitivnim utjecajem na okoliš. GIS *Cloud* pruža korisnicima mogućnost poslovanja koji se temelji na prostornim podacima. Korištenje je neovisno o lokaciji korisnika, a razmjena informacija brza i jednostavna.

1.2. Metodologija rada

Prije izrade digitalnog sustava za evidenciju infrastrukture provedena je analiza literature s temama računarstva u oblaku, geografskih informacijskih sustava te otpadnih voda i poslovanja sustava odvodnje. Znanstvena literatura koja je procijenjena vrijednom koristila se u izradi ovog diplomskog rada. Isto tako, definirano je područje istraživanja koje čine grad Pazin i porječje ponornice Pazinčice, dva prostora u sinergiji.

Nadalje, prikupljeni su prostorni podaci koje je prije unosa u digitalni sustav evidencije bilo potrebno urediti i prilagoditi vizualizaciji. Dio diplomskog rada obuhvaćao je terensko istraživanje s ciljem nadopune prostornih podataka i primjera korištenja mobilne aplikacije za ažuriranje digitalnog sustava evidencije. Terensko istraživanje odvijalo se na dijelu odvodnog sustava duljine oko tri kilometara. Radi se o dijelu kanalizacijske infrastrukture koja je u procesu izgradnje i nije (još) digitalizirana od strane javnog isporučitelja usluga odvodnje, odnosno Usluge odvodnje d.o.o.

1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja

O gradu Pazinu i njegovom historijsko-geografskom razvoju piše Slukan Altić (2014). Muzej grada Pazina (2022) opisuje povijest i važnost Pazina i pazinskog kaštela, nekadašnjeg administrativnog i demografskog centra. Buzjak i Butorac (2019) te Grad Pazin u suradnji s Naturom Histricom (2021) pišu o problematici ponornice Pazinčice, odnosno njezinom narušenom i osjetljivom okolišu.

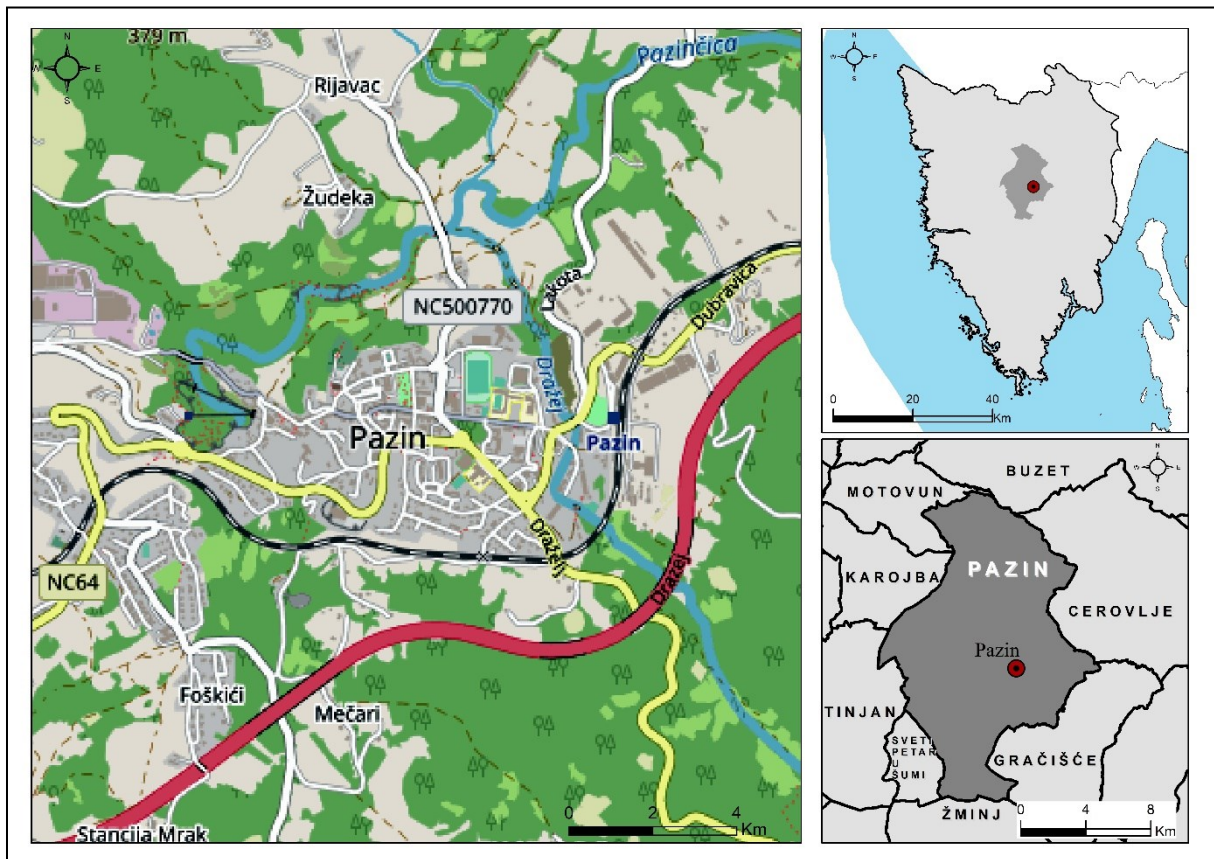
Računarstvo u oblaku relativno je novi pojam kojem je Nacionalni institut za standarde i tehnologiju iz Sjedinjenih Američkih država tek 2011. godine dodijelio definiciju. Definiciju, ali i osnovne komponente računarstva u oblaku spominju i opisuju Marinescu (2018) i Nacionalni CERT (2010). Longley i drugi (2015), Alfaqid i Hassan (2016), Lingel i Bishop (2014) te Al-Bayari (2018) interpretiraju korištenje računarstva u oblaku unutar geografskih informacijskih sustava te pronalaze njegovu ulogu u budućnosti. Kovač (2021) donosi nekoliko koraka za uspješnu implementaciju digitalnih tehnologija u poslovanju.

Povijest razvoja kanalizacijskih sustava i brige o otpadnim vodama donose radovi Alića (2017) i Žile (2007). O modernim kanalizacijskim sustavima, njihovoj infrastrukturi i karakteristikama pišu Novotni (2019), Tomas (2016) i Sablić (2017). Pristup prostornim podacima i više informacija o samom sustavu odvodnje grada Pazina omogućili su Usluga odvodnja d.o.o. i Grad Pazin, koji imaju nadležnost nad odvodnim sustavom grada. Kos (2017) i Ilakovac (2017) ukratko predstavljaju pravne okvire i jedinstvenu vodnu politiku Europske unije i Hrvatske oko zbrinjavanja otpadnih voda u cilju dobrobiti ljudi i okoliša.

1.4. Prostorni obuhvat istraživanja

1.4.1. Grad Pazin

Grad Pazin smješten je u središtu istarskog poluotoka te je administrativno središte Istarske županije (sl. 1). Jedinica lokalne samouprave (u nastavku JLS) Pazin graniči s osam JLS-a, a to su: Buzet, Cerovlje, Gračišće, Žminj, Sveti Petar u Šumi, Tinjan, Karojba i Motovun. U gradu Pazinu prema posljednjem popisu stanovništva iz 2021. godine živi 3 981 stanovnik (Popis stanovništva 2021., Državni zavod za statistiku, 2022). Grad bilježi pad broja stanovništva u odnosu na popis stanovništva iz 2011. godine kada broj stanovništva iznosio 4 386 stanovnika (Popis stanovništva, 2011, Državni zavod za statistiku).



Sl. 1. Smještaj grada Pazina

Izvor: Open street map, 2022; DGU, 2016 (GIS Shapefileovi)

Pazin se razvio na strateški povišenom platou iznad Pazinske jame, mjesta ponora rijeke Pazinčice. Povijesno se grad nalazio na križištu prometnih pravaca koji su povezivali Istru s unutrašnjošću kontinenta (Slukan Altić, 2014). Prvi pisani spomen Pazina dolazi iz 983. godine kada ga spominje car Oton II. kao 'castrum Pisinium' (Muzej grada Pazina, 2022). Iako se ne

zna točno vrijeme osnivanja, grad je „formiran kao pogranična vojna utvrda između bizantskih i franačkih sfera“ (Slukan Altić, 2014, 217). Unutar pazinskih utvrda se, osim civilizacijskih objekata, nalazio i Pazinski kaštel (sl. 2).



Sl. 2. Fotografija Pazinskog kaštela (lijevo) i njegov smještaj na karti Franciskanskog katastra iz 1820. godine

Izvor: Archivo di Stato di Trieste, 2022.

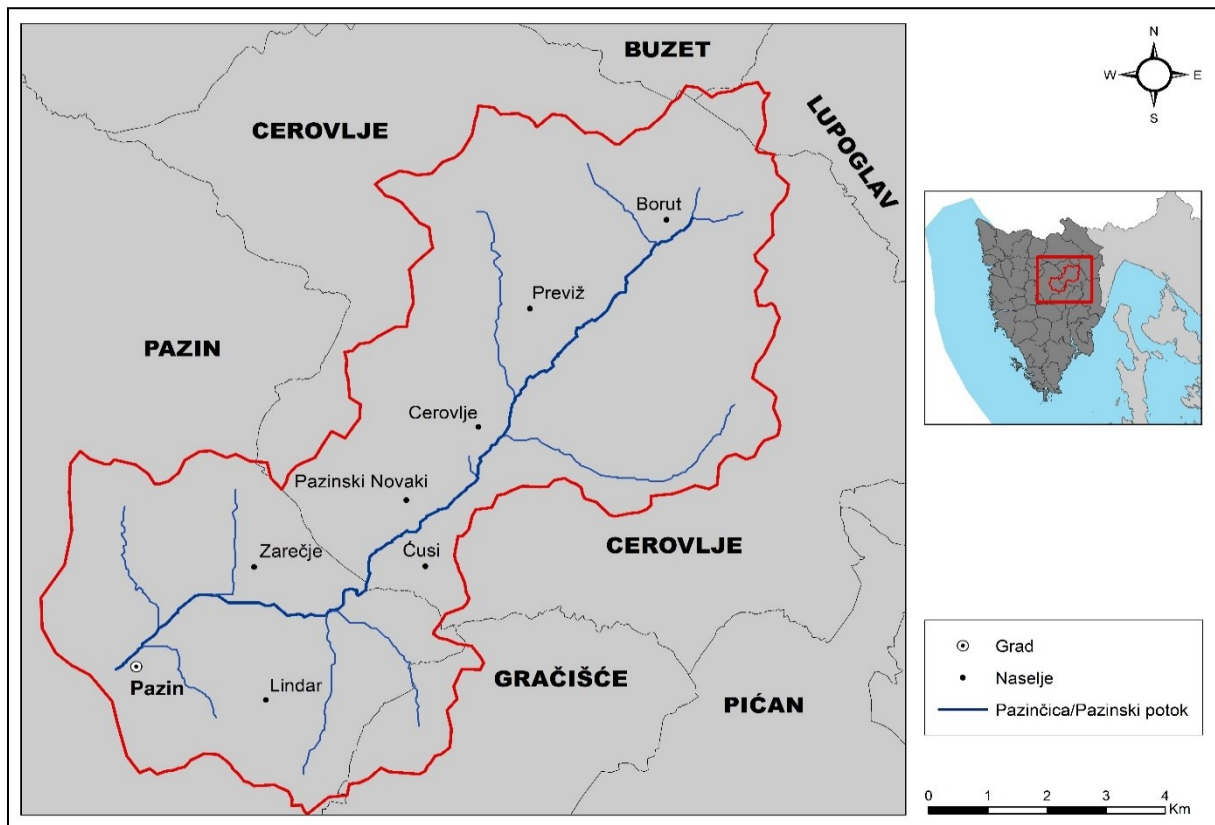
Pazinski kaštel je primjer najvećeg i najočuvanijeg srednjovjekovnog kaštela u Istri (Muzej grada Pazina, 2022). Zbog strateškog položaja pazinske utvrde te specifičnih topografskih uvjeta, kao što je omeđenost prostora Pazinskim ponorom i Pazinčicom na sjeveru i zapadu, grad se razvijao u smjeru istoka i juga.

1.4.2. Porječje Pazinčice

Pazinčica ili Pazinski potok je najdulja istarska ponornica. Tok Pazinčice dugačak je 16,83 kilometara te izvire u zaleđu naselja Borut (sl. 3). Opskrbljuje se vodom iz stalnih ili čestih bujičnih tokova (Brestovica, Toplica, Lipa, Rakov potok i Borutski potok) te iz povremenih bujičnih tokova (Drazej i Veli Potok). Površina porječja iznosi 77 kilometara kvadratnih te se prostire većim dijelom na područja Grada Pazina i općine Cerovlje, a manjim dijelom na području Grada Buzeta te općina Gračišće i Lupoglav.

Drenažna mreža i površina porječja dobiveni su računalnom analizom digitalnog modela reljefa rezolucije 25x25 metara (izvor *Copernicus Land Monitoring Service*).

Jugozapadni dio granice porječja samostalno je i prostoručno određen. Naime, u alatu za izradu drenažne mreže (*Drainage basin* u ArcMapu 10.8.) nije moguće definirati poniranje Pazinčice u Pazinsku jamu. Vodotoci su klasificirani prema Strahlerovoj klasifikaciji tokova gdje se grupiraju tekućice i dijele u pojedine klase.



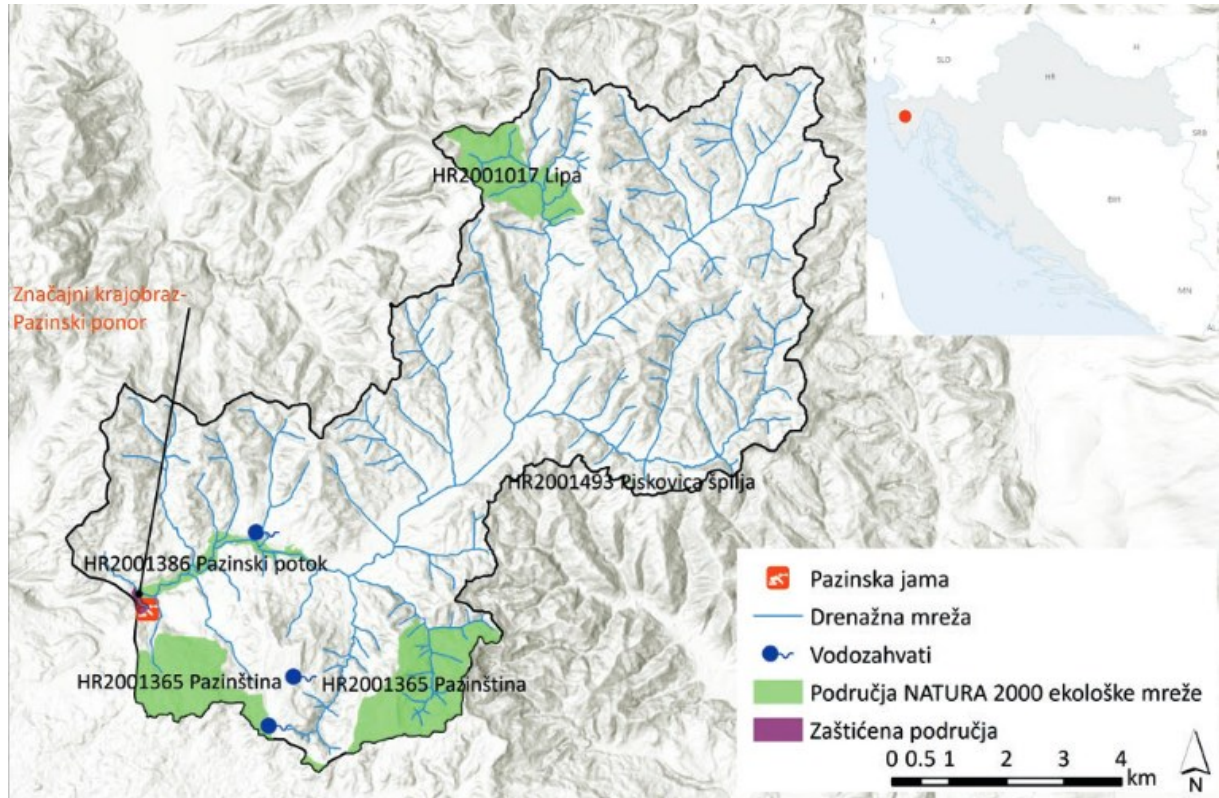
Sl. 3. Smještaj porječja Pazinčice

Izvor: DGU, 2016 (GIS shapefileovi); i *Copernicus Land Monitoring Service*, 2016

U geološkoj prošlosti Pazinčica je površinski otjecala prema Lirskom zaljevu riječnom dolinom koja je danas suha riječna dolina poznata pod imenom Lirska draga. Danas, Pazinski potok svojom riječnom dolinom dolazi do kanjonskog predjela Pazinske jame koji je nastao urušavanjem nekadašnjeg stropa špiljskog ulaza ponora uslijed padinskih, tektonskih i hidroloških procesa (Grad Pazin i *Natura Histrica*, 2021).

Dio toka i porječja je zaštićeno zbog specifičnih prirodnih obilježja. Zaštićeni dijelovi porječja Pazinčice prikazuju Buzjak i Butorac (2019) na niže priloženoj karti (sl. 4). Donji dio toka zaštićen je kao značajni krajobraz. Područje od Pazinske jame do željezničkog mosta, kraj naselja Zarečje, zaštićeno je područje Nature 2000 (HR2001386 Pazinski potok) pri čemu su posebno zaštićene životinjske vrste riječni rak (lat. *Astacus astacus*) i puž uskoućani zvrčić (lat. *Vertigo angustior*) (Hrvatske vode i dr. 2016). Na području porječja se također nalaze još tri

zaštićena područja Nature 2000: Pazinština (HR2004365), Lipa (HR2001017) i Piskovica špilja (HR2001493) (Buzjak i Butorac, 2019).



Sl. 4. Razine zaštite i okolišni elementi porječja Pazinčice

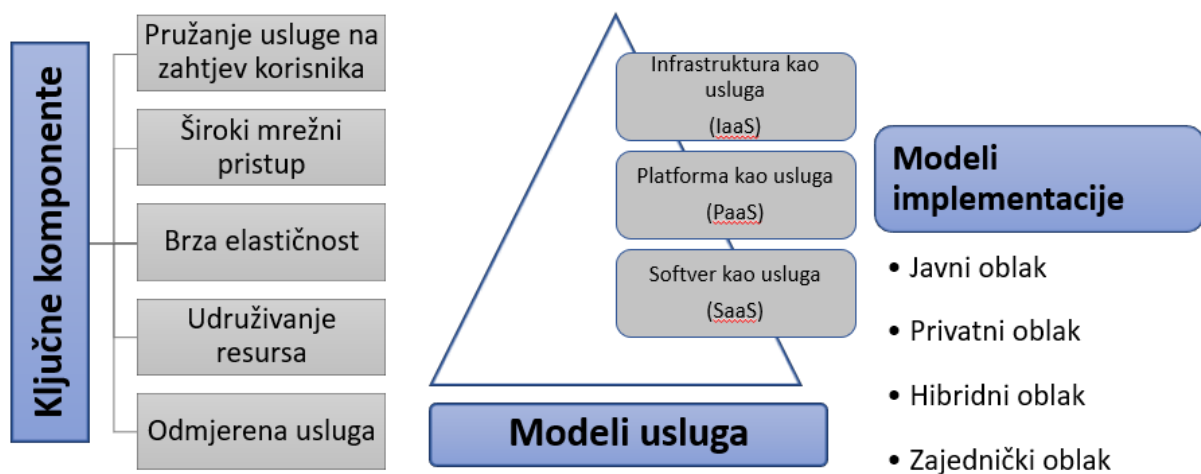
Izvor: Buzjak i Butorac, 2019

Istra ima trodiobnu geološku podjelu na Bijelu, Crvenu i Sivu Istru. U Bijeloj Istri prevladavaju kredni i paleogeni vapnenci, a u Crvenoj kredne karbonatne stijene prekrivene crvenicom. Porječje Pazinskog potoka nalazi se na području Sive Istre, flišno pobrđe u čijoj su pedosferi zastupljene sive gline, laporiti i pješčenjaci (Grad Pazin i Natura Histrica, 2021). Pazinski potok teče kroz dolinu urezanu u uglavnom flišnim naslagama, „glavnina porječja (97 %) razvijena je u nepropusnim i slabo propusnim flišnim i aluvijalnim naslagama na kojima prevladava površinsko otjecanje ... samo manji dio porječja pri kraju toka ima karakteristike fluviokrškog reljefa“ (Buzjak i Butorac, 2019, 73) Nakon nekoliko provedenih istraživanja ponirajuće vode došlo je do povezanosti poniranja Pazinčice i izvorišta uz rijeku Rašu među kojima je i kaptaža Rakonek koja se koristi u vodoopskrbi grada Pule (Buzjak i Butorac, 2019).

2. RAČUNARSTVO U OBLAKU I GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAVI

2.1. Računarstvo u oblaku

Računarstvo u oblaku (engl. *cloud computing*) sastoji se od uslužnih programa koji pružaju računalne usluge. Nastanak računarstva u oblaku razmjeran je razvoju interneta, odnosno brze komunikacije, ali i želje IT (engl. *infromation tehnology*) stručnjaka za povećanjem kapaciteta i dodanih mogućnosti informacijskih sustava. Nacionalni institut za standarde i tehnologiju (NIST) iz Sjedinjenih Američkih Država je 2011. godine u publikaciji 'Special publication 800-145' objavio definiciju: „računarstvo u oblaku je model za omogućavanje sveprisutnog, odgovarajućeg, mrežnog pristupa na zahtjev (engl. *on-demand*) za dijeljenje konfigurabilnih računalnih resursa (npr. mreže, servera, spremišta podataka, aplikacija i servisa/usluga) koji se mogu brzo omogućiti i dodijeliti uz minimalan napor i interakciju sa davateljem usluge. Ovakav model oblaka se sastoji od pet ključnih komponenti, tri modela usluga, te četiri implementacijska modela“ (sl. 5).



Sl. 5. Arhitektura računarstva u oblaku

Izvor: NIST, 2011 (prilagođeno)

2.1.1. Ključne komponente računarstva u oblaku

Ključne komponente, osim što evidentnije objašnjavanju računarstvo u oblaku, one čine i osnovnu razliku između tradicionalnog pristupa računarstvu njegovim resursima.

Pružanje usluge na zahtjev korisnika (engl. *On-demand self-service*) – korisnik može samostalno odabrati i pokrenuti računalne resurse (CERT, 2010), kao što su vrijeme posluživanja i mrežni prostor za pohranu bez ljudske interakcije sa davateljem usluge (NIST, 2011).

Široki mrežni pristup (engl. *Broad network access*) – usluga je dostupna putem interneta i njima se služi putem standardnih mehanizama (na primjer mobilni uređaj ili laptop) koji promoviraju uporabu „tankih“ i/ili „debelih“ klijentskih platformi. „Tanki“ klijent je mrežno računalo s malo lokalno pohranjenih programa i velikim ovisnostima o mrežnim resursima. „Debeli“ klijent je računalna radna stanica koja uključuje većinu ili sve komponente potrebne za neovisan rad (Marinescu, 2018).

Brza elastičnost (engl. *Rapid elasticity*) – sposobnost dinamičkog stjecanja računalnih usluga i podržavanje varijable obima posla (Marinescu, 2018). Mogućnosti koje se nude korisnicima mogu često biti automatski pokrenute kada su one potrebne, odnosno računalna usluga pokrenuta je proporcionalno potrebi.

Udruživanje resursa (engl. *Resource pooling*) – računalni resursi pružatelja usluga spajaju se kako bi poslužili sve korisnike koristeći model više zakupljenih jedinica (eng. *Multi-Tenant model*), s različitim fizičkim i virtualnim resursima, koji se dinamički dodjeljuju i uklanjaju prema zahtjevima korisnika. Korisnik uobičajeno nema nadzor i znanje o točnom mjestu uporabljenih resursa, ali ipak ga može odrediti na većoj razini apstrakcije. Primjeri resursa uključuju mrežni prostor, procesore, memoriju, mrežnu propusnost te virtualne strojeve (Nacionalni CERT, 2010).

Odmjerena usluga (engl. *Measured service*) – pružatelj usluge prati uporabu resursa korisnika i korištenju njegove usluge u određenom vremenskom razdoblju. Izrađuju se izvješća koja pružaju transparentan uvid korisnicima o potrošnji resursa i naplate usluga. Trošenje određenih računalnih resursa može se iskazati u količini zauzetog prostora pohrane, jačini procesorske snage, aktivnosti korisničkog računa i sl.

2.1.2. Modeli pružanja usluga

Modele pružanja usluga je NIST (2011) podijelio na tri arhitekturna modela koja se skraćeno zovu PPI model na hrvatskom, odnosno *SPI model* na engleskom koji obuhvaća usluge: programa (engl. *Software*), platforme (engl. *Platform*) i infrastrukture (engl. *Infrastructure*). Marinescu (2018) dodaje i model baze podataka kao model pružanja usluge zbog popularnosti i brzorastuće potražnje. Modeli se ne trebaju gledati zasebno, oni se međusobno nadograđuju i preklapaju u više segmenata.

Softver kao usluga (engl. *Cloud Software as a Service/SaaS*) – korisnici se koriste aplikacijom koja se nalazi u infrastrukturi oblaka. Aplikacije su dostupne na različitim uređajima pomoću interneta i klijentskog sučelja (web preglednika) te imaju višestruke korisnike. Mogućnost korištenja je na zahtjev i platforma je nezavisna što znači da korisnik ne treba instalirati program na svoj uređaj. Korisnici usluga ne upravljaju niti kontroliraju temeljnu infrastrukturu oblaka (Marinescu, 2018). SaaS čini računarstvo u oblaku financijski povoljnim i dostupnim velikom broju korisnika.

Platforma kao usluga (engl. *Platform as a Service/PaaS*) – primarno su od interesa programerima aplikacija koji se fokusiraju na kodiranje, a ne na temeljnu infrastrukturu aplikacije. Programer, odnosno korisnik gradi vlastitu aplikaciju na infrastrukturi davatelja usluge, isto tako sama aplikacija se pokreće preko sučelja poslužitelja usluge. Usluga ima svoja ograničenja, korisnik ne može provjeravati infrastrukturu oblaka, mrežu, sustave pohrane, operacijske sustave i poslužitelje (Nacionalni CERT, 2010). *Google App Engine* je jedan od primjera ovog modela. Pomoću njegovih alata može se kreirati aplikacija koja će se pokretati pomoću Googleovih servera.

Infrastruktura kao usluga (engl. *Infrastructure as a Service/IaaS*) – u suštini to je virtualni „stroj“, odnosno računalna infrastruktura u oblaku koja je jednako značajna programerima kao i administratorima sustava. 'Infrastruktura' obuhvaća tri skupine: računalna oprema (procesori), pohrana i (u)mreža(vanje). „Korisnici ne kupuju poslužitelje, programe, prostore za pohranu podataka ili mrežnu opremu, već kupuju navedene resurse kao vanjsku uslugu. Korisniku je pružena mogućnost upravljanja obradom, pohranom, umrežavanjem i drugim osnovnim računalnim resursima“ (Nacionalni CERT, 2010, 11).

Baza podataka kao usluga (engl. *Database as a Service/DBaaS*) – baza podataka se nalazi na infrastrukturi pružatelja usluge. Usluzi se pristupa putem aplikacijskog sloja koji posjeduje softverske usluge i prostor za pohranu. Baza podataka pruža učinkovitu i pouzdanu bazu podataka koja smanjuje vrijeme unosa podataka na temelju obrasca ponavljanja unosa podataka (Marinescu, 2018).

2.1.3. Modeli implementacije

Neovisno o modelima pružanja usluga (SaaS, PaaS, IaaS, DBaaS) postoje četiri različita modela provođenja računarstva u oblaku: javni oblak, privatni oblak, hibridni oblak, zajednički oblak.

Javni oblak – infrastruktura je dostupna i otvorena za javnost, neovisno radi li se o pojedincu ili organizaciji, a vlasnik je pružatelj usluge.

Privatni oblak – infrastruktura je operativna samo za jednu organizaciju/klijenta što pruža kontrolu nad aplikacijom, podacima i upravljanjem strukture oblaka.

Zajednički oblak – nekoliko organizacija dijeli istu infrastrukturu oblaka, većinom se njime koriste organizacije koje imaju zajedničke potrebe, misije, ciljeve i slično.

Hibridni oblak – strukturu oblaka čine dva ili više različitih oblaka koji postaju jedinstveni entitet, međusobno povezan standardiziranim ili prikladnim tehnologijama koje omogućavaju efikasan prijenos podataka, aplikacija, ali i proširivanje usluga oblaka (Nacionalni CERT, 2010).

2.2. Geografski informacijski sustavi

Kretanje ljudi je uglavnom ograničeno na prostor Zemljine površine ili prostor neposredno uz Zemljinu površinu. Na tom prostoru se odvija glavna ljudske interakcije, stvaraju se događaji, postoje objekti te se naposljetku gradi civilizacija. Znati gdje se nešto dogodilo, gdje se nešto nalazi ili gdje će nešto nastati od velikog je značaja za ljudske aktivnosti, politiku, stvaranje strategija i planova. Lokacija tih događaja kao i njihovi dopunski podaci stvaraju nešto što se naziva prostorni podatak. Za razliku od geopodatka, on se ne mora nalaziti na Zemljinoj površini (Longley i dr., 2015). Prostorni podaci su temelj za operativne i strategijske aplikacije geografskih informacijskih sustava. Prema Kemp (2008, 191) Geografski informacijski sustav (engl. *Geographic information system*) ili GIS ili GI sustav je „primijenjena tehnologija za rješavanje problema koja nam omogućuje stvaranje i dijeljenje generaliziranih prikaza svijeta... GIS nam pruža prostorne prikaze koji nam govore o definirajućim karakteristikama velikih prostora i velikog broja pojedinaca te ga upotrebljava široki raspon krajnjih korisnika“. GIS integrira hardver, softver i podatke za analizu, upravljanje i prikaz svih oblika geografski referenciranih informacija (Alfaqih i Hassan, 2016). GIS je valentan alat čije korištenje zahtijeva poznavanje njegovih brojnih osnovnih principa, odnosno svaka primjena GIS-a podrazumijeva usvajanje i provedbu neke strategije s obzirom na razmjere podataka, budući da nije moguće prikazati sve geografske detalje iz stvarnog svijeta (Kemp, 2008).

Općim znanjima, temeljnim pitanjima i unaprjeđenjem znanstvenog razumijevanja GIS-a bavi se geografska informacijska znanost (engl. *Geographic information science*) ili GI znanost ili GISci. Pojam 'geografske informacijske znanosti' skovao je Michael Goodchild 1992. godine, a danas se definicija sastoji od dva preklapajuća segmenta. Kao prvo, GISci je „znanost iza sustava“, odnosno skup istraživački pitanja čiji odgovori omogućuju GIS i pružaju osnovu za njegovo postojanje i napredak. Nadalje, termin GI znanosti se često koristi kako bi se referiralo korištenje GIS-a kao potporu znanstvenim istraživanjima u društvenim znanostima ili znanostima o okolišu gdje je važno pridržavanje normi i praksi (Kemp, 2008).

GISci ima specifičan odnos s geografijom. Nužno je da GIS operativci shvate važnost prirode geografskog svijeta, odnosno prirodu složenih odnosa koji postoje između svijeta i digitalnog svijeta unutar GIS baze podataka. Iako mnoge discipline doprinose tom razumijevanju, geografija je specifična zbog svog holističkog pristupa. Naime, neke države čije su discipline više ukorijenjene u geodeziji nego u geografiji koriste se drugim terminima sličnog

značenja GI znanosti poput: geomatike, geoinformatike ili prostorne informacijske znanosti (Kemp, 2008).

2.2.1 GeoWeb

Šezdesetih godina 20. stoljeća računala se počinju koristiti u organizacijama koje si mogu priuštiti za ono vrijeme skupocjena, teška i zahtjevna održavanja računala. Umirovljeni profesor sa Singapurskog sveučilišta, John McCallum (2022.) objavio je podatke o cijeni jednog megabajta (MB) memorije hard diska od 1956. godine do danas. IBM, vodeći američki proizvođač računala i pionir njihove proizvodnje, 1956. godine na tržište je plasirao hard disk 350-1 veličine 24 inča (60.69 centimetara) i memorije od 3.75 MB po cijeni od 34 500 američkih dolara, prema tome cijena jednog MB memorije hard diska iznosila je vrtoglavih 9 200 američkih dolara. Danas cijena jednog MB hard diska iznosi 1.50×10^{-5} američkih dolara. Pad cijene memorije, odnosno pohrane i hardwarea općenito, uvjetovane je većim ulaganjima u računalni sektor.

Niska cijena računala, a kasnije i prijenosnih računala osiguralo je njihovo korištenje u gotovo svakom modernom kućanstvu. Posjedovanje prijenosnog računala više nije luksuz nego potreba koja je omogućena ne samo tvrtkama i većim organizacijama, već i pojedincima. Korak dalje je način komunikacije i razmjene informacija od računala do računala. Nekada je to bilo moguće samo putem fizičke povezanosti žicom, odnosno putem LAN (*Local Area Network*) sustava dok je danas moguće i bežično povezivanje koje se naziva WLAN (*Wireless Local Area Network*). To znači da je nekada tradicionalni pristup GIS-u na jednom mjestu, odnosno desktopu, zamijenjen s pristupom softveru na daljinu.

Geoprostorni Web (engl. *Geospatial Web*) ili samo GeoWeb „odnosi se na skup geoprostornih tehnologija i geografskih informacija dostupnih na webu“, odnosno internetu, kao što su Google Maps i MapQuest, gdje se bilo kojem sadržaju ili podatku dodjeljuje prostorni atribut (Lingle i Bishop, 2014, 1). GeoWeb je, prema Longley i dr. (2015, 217), „vizija budućnosti“ koja je uvelike ostvarena, a omogućio ju je internet kao platforma GIS-u. Ta je platforma široko dostupna, povoljna, pruža uvid u *real-time* podatke te mogućnost integracije s drugim (ne)prostornim podacima. GeoWeb usluge imaju četiri cilja (Gong et al., 2015, 2):

1. Prikupljati prostorne podatke na globalnoj razini za sva godišnja doba i dane pomoću senzora unutar satelita, zrakoplova ili na Zemlji

2. Usavršiti proces prijenosa informacija od senzora do aplikacijskih usluga koristeći se bežičnom komunikacijom
3. Utvrditi bazu za prikupljanje podataka i njihovu obradu na softveru na internetu
4. Pružanje geoprostornih usluga koje su korisne, učinkovite i dostupne korisnicima.

GeoWeb u svojem sadržajnom okviru obuhvaća i web GIS. Web GIS je implementacija geografskih informacijskih sustava kroz World Wide Web preglednik. Nešto širi pojam takve implementacije je Internet GIS koji pruža GIS putem drugih servisa osim weba.

Longley i dr. (2015) navode kako se vodeće i velike tvrtke koje su korisnici GIS-a najčešće koriste softverom instaliranom na PC-u (osobnom računalu) ili preko weba i u oblaku. U slučaju korištenja PC-a (glavna hardverska platforma) *Microsoft Windows* je dominantan operativni sustav. Takav način poslovanja (tzv. *desktop GIS*) je poželjan prilikom korištenja geografskih informacijskih aplikacija visokih performansi poput onih koje uključuju 2D i 3D vizualizaciju, izradu karata, prostornu analizu, modeliranje i slično. Međutim, ističu Longley i dr. (2015), posljednjih nekoliko godina pojavljuje se interes za Web GIS odnosno Internet GIS. Autori ističu više razloga, a neki od njih su smanjeni troškovi implementacije, ali i korištenja i održavanja, lakši pristup informacijama te brza povezanost s klijentima koji su široko rasprostranjeni. Za korisnike GIS-a posebno je zanimljiv Internet GIS koji koristi cloud infrastrukturu za upravljanje resursima.

2.3. Cloud geografski informacijski sustavi

Cloud geografski informacijski sustavi (*Cloud* GI sustavi ili *Cloud* GIS) brzo su postali aktualni zbog jednostavnosti korištenja i ekonomičnosti. *Cloud* GIS specifičan je po tome što se rad obavlja na poslužiteljima koji se nalaze u podatkovnom centru koji je dostupan putem interneta. *Cloud* GIS aplikacije su jednostavnije za korištenje, odnosno ne zahtijevaju intervenciju GIS analitičara ili stručnjaka što ih plasira kao optimalno rješenje za brzo donošenje odluka i planiranje u hitnim slučajevima (Al-Bayari, 2018). Za razliku od desktop GIS-a imaju drukčiji spektar mogućnosti. Longley i dr. (2015) ne prognoziraju propadanje desktop GIS-a zbog razvoja mrežnog GIS-a već upravo suprotno, Internet GIS, kao i *Cloud* GIS, potiče razvoj desktop sustava na nekoj drugoj, profesionalnoj razini obrade geografskih baza podataka.

2.3.1. Primjer *Cloud* geografskog informacijskog sustava: *GIS Cloud*

GIS Cloud jedan je od pružatelja usluga *Cloud* GIS-a u svijetu. Godine 2010. platforma je pružala uslugu izrade, uređivanja i objavljivanja karata. Kroz vrijeme, *GIS Cloud* se pretvorio u platformu za prikupljanje i upravljanje podacima. Platforma se sastoji od web i mobilne aplikacije koje su međusobno povezane. Web aplikacije imaju funkciju uređivanja, upravljanja i dijeljenja podataka dok mobilne aplikacije omogućuju prikupljanje podataka s terena u stvarnom vremenu.

2.3.1.1. Model prostornog podatka

GIS Cloud kao svoju prednost ističe *real-time mapping* odnosno mogućnost kartiranja u stvarnom vremenu. Nešto poznatiji pojam od *real-time mappinga* je *real-time data* (RTD) što se prevodi kao 'podatak u stvarnom vremenu'. RTD je informacija koja je dostupna neposredno nakon što je prikupljena, a vremenski razmak između prikupljanja i prikaza sveden je na minimum. Korištenje Internet GIS-a za upravljanje podacima o okolišu u stvarnom vremenu može pomoći pri upravljanju i organizaciji prostora, odnosno donošenju odluka, kao i u razumijevanju samih informacija (Gong i dr., 2015).

Internet GIS se tek neko vrijeme koristi modelom prostornih podataka u stvarnom vremenu. Prije modela prostornih podataka u stvarnom vremenu koristili su se (i još se koriste) statistički modeli prostornih podataka i vremenski modeli prostornih podataka. Statistički modeli prostornih podataka „opisuje prostorne odnose te distribuciju geoprostornih objekata“ (Gong i dr., 2015, 2). Vremenski modeli prostornih podataka se baziraju na statističkom modelu uz nadogradnju vremenske informacije, prema Gong i dr. (2015, 2) „vremenski model prostornih podataka prikazuje distribuciju geografskih pojava i procesa te njihovu promjenu kroz vrijeme“. Taj prikaz je moguć putem pohrane ogromne količine povijesnih podataka i prikazuje promjenu stanja objekta ili procesa iz jednog stanja u drugo. Vremenski model prostornih podataka ne može udovoljiti potrebama vremenski osjetljivim aplikacijama zato iz njega nastaje model prostornih podataka u stvarnom vremenu. Model prostornih podataka u stvarnom vremenu podržava dinamičku simulaciju prostorno-vremenskih procesa jer prikuplja podatke u stvarnom vremenu iz različitih vrsta senzora (Gong i dr., 2015).

2.3.1.2. Povezanost i protok informacija

Prikupljanje prostornih podataka i prijenos informacije u GIS *Cloudu* izvodi se kroz nekoliko specijaliziranih skupina ljudi (sl. 6).



Sl. 6. Povezanost i protok informacija u GIS *Cloudu*

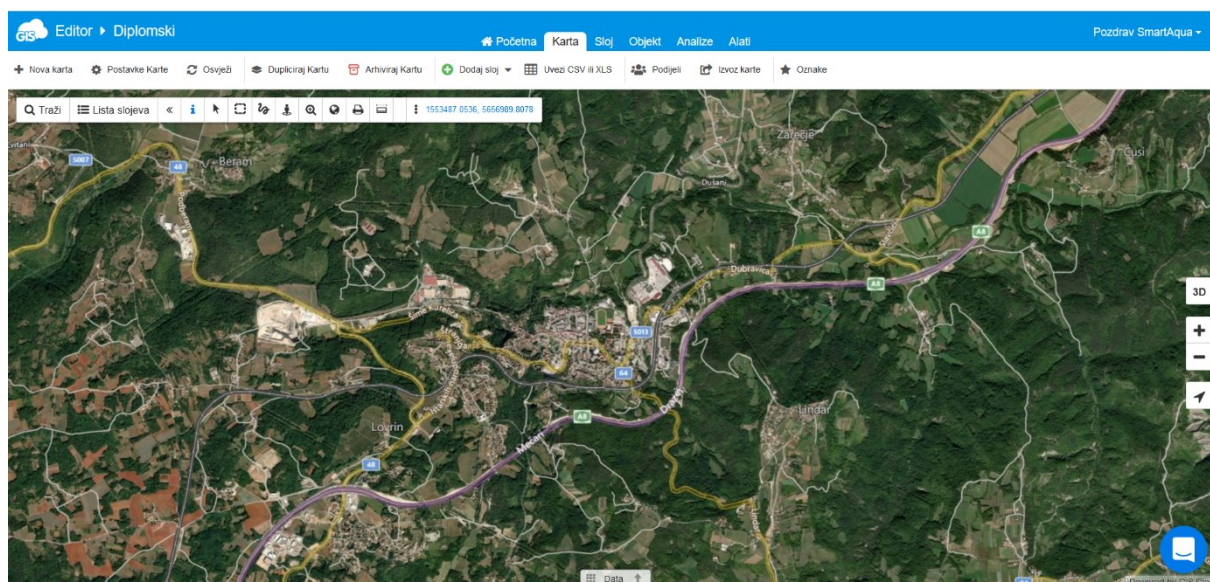
Izvor: GIS *Cloud*, 2022 (prilagođeno)

Fieldworkers ili terenski radnici (a) jesu oni koji iz prve ruke prenose informaciju o stanju na terenu. Njihova informacija, zahvaljujući sustavu lociranja, dobiva prostornu komponentu. Ostale skupine imaju pristup toj informaciji u trenutku njezine objave zbog ranije spomenutog *real-time* modela prikupljanja podataka. Inženjeri i menadžeri (b) pripremaju bazu za prikupljanje podataka s terena. Oni isto tako prilagođavaju vizualizaciju i provode analizu tih podataka. Sinteza i analiza prostornih podataka najvažnija je skupini koja donosi odluke (c) jer se kvaliteta njihove odluke temelji upravo na njima. Na kraju, pregled i pristup tim informacijama može imati i javnost (d) (GIS *Cloud*, 2022).

Svakodnevni život pojedinca ispunjen je kretanjem kroz prostor. Odlazak u trgovinu, školu ili na posao većinom je ustaljen, međutim moguće su promjene u prostoru koje utječu na obavljanje rutinskih obaveza što može biti izazovno i stresno za pojedinca. Puknuće vodovodne cijevi, kvar na dalekovodu, prometna nesreća ili začepljenje odvodne infrastrukture samo su neke od nepredvidljivih situacija koje mogu negativno utjecati na svagdašnjicu čovjeka. Iznimno je važno pravovremeno informirati javnost o novonastalim promjenama i poslovima kako bi se izbjegao stres promjene rutine i olakšao proces uklanjanja kvara.

2.3.1.3. Struktura i način funkcioniranja GIS Clouda

Prije unosa i prikupljanja prostornih podataka u GIS *Cloudu* potrebno je kreirati kartu koja služi kao podloga za rad. *Map Editor* je alat za izradu i dijeljenje karata, izgled njegovog sučelja prikazan je na slici 7.



Sl. 7. Izrađena karta u *Map Editoru* sa satelitskom podlogom *Bing Hybrid*

Jedna od funkcija *Map Editor*a je i vizualizacija prostornih podataka. On podržava prikaz vektorskih i rasterskih podataka i ima bogatu GIS simbologiju koja omogućuje konfiguraciju prikaza prostornih podataka ovisno o potrebama korisnika (GIS *Cloud*, 2022). *Map Editor* bi se, s obzirom na svoju funkciju i izgled sučelja, mogao usporediti s *Desktop* GIS-om. Sastoji se od sučelja koji pruža opcije uređivanja karte, sloja ili svojstva objekta. Isto tako, moguća je realizacija nekoliko prostornih analiza: *Near analysis*, *Buffer analysis*, *Area analysis* i *Heatmap analysis*. Karta koja je izrađena u *Map Editoru* može se dijeliti drugim GIS *Cloud* korisnicima.

Dodjeljivanjem različitih razina dopuštenja za kontrolu pristupa, više korisnika, odnosno pretplatnika GIS *Clouda*, može uređivati i/ili pregledavati istu kartu. GIS *Cloud* ima dvije aplikacije namijenjene isključivo za prikazivanje prostornih podataka. *Map Viewer* je aplikacija koja omogućuje pristup kartama i podacima, ali bez mogućnosti uređivanja. Primarna funkcija *Map Viewera* je pregled karte, projekta, praćenje procesa poslova i donošenje odluka (GIS *Cloud*, 2022). *Map Portal* je aplikacija stvorena kao interaktivno sučelje za prikaz prostornih podataka javnosti.

Unos i prikupljanje prostornih podataka u GIS *Cloudu* moguće je putem prethodno navedenog *Map Editor*a, ali i mobilne aplikacije *Mobile Data Collection* (u nastavku MDC). MDC je mobilna aplikacija namijenjena prikupljanju prostornih podataka s terena. Sustavi Android i iOS podržavaju rad mobilne aplikacije. Na prethodno izrađenoj karti u *Map Editoru* moguće je putem MDC aplikacije prikupljati prostorne podatke u točkastom, linijskom ili površinskom obliku. Prikupljeni podaci prikazani su u stvarnom vremenu što znači da su uneseni podaci vidljivi i dostupni svim korisnicima koji imaju pristup karti, koristili se oni MDC-om, *Map Editorom*, *Map Viewerom* ili *Map Portalom*. U nastavku diplomskog rada (poglavlje *Prikupljanje podataka u stvarnom vremenu*) opisan je postupak korištenja aplikacije i uloga unutar sustava evidencije odvodne infrastrukture.

3. OTPADNE VODE I INFRASTRUKTURA

3.1. Povijesni razvoj

Kanalizacijsku mrežu ili kanalizacijski sustav čini skup građevina za javnu odvodnju (Narodne novine 66/19, 84/21). Sustav ima ulogu prikupljanja i uklanjanja otpadnih voda nastalih u kućanstvu i industriji ili kao oborina. Moderni kanalizacijski sustavi i otpadne vode danas su nezamijećeni od strane korisnika zbog njihove integracije u podzemnoj infrastrukturi. Naličje kanalizacijske infrastrukture kakvu danas poznajemo potječe tek iz kraja 19. stoljeća u velikim europskim gradovima. Međutim, prije nove ere neke civilizacije i narodi uspostavili su svoje sustave odvodnje (Alić, 2017).

Na području Mezopotamije, gdje su se izmjenjivali brojni narodi, pronađene su cijevi od pečene gline, koljena cijevi i T-spojnice kanalizacijskih cijevi iz četvrtog tisućljeća prije nove ere. Nadalje, u neolitskom selu Skara Brae naseljenom između 3180. i 2500. godine prije nove ere, u svakoj kamenoj nastambi je pronađen nužnik. To je najstariji pronađeni nužnik izgrađen unutar nastambe. Sve kuće u selu bile su spojene na zajednički sustav odvodnje koji je otpadne vode vodio u more. U Mohenjo Daru kanalizacijski sustav je izgrađen oko 2500. godina prije nove ere. Gotovo svaka kuća je posjedovala zahod i kupaonicu, a glinene cijevi u zidovima bile su spojene s natkrivenim slivnicima koji su bili spojeni sa ciglenim podzemnim kanalima. Kanalizacijski sustav je prekrivao površinu od 200 hektara (Alić, 2017).

Tijekom 19. stoljeća veliki europski gradovi poput Beča, Londona i Pariza izgradili su impresivne kanalizacijske sustave koji danas imaju funkciju turističkih atrakcija. Takvi modeli sustava proizašli su iz srednjovjekovnih kanalizacijskih infrastruktura. Jedan od prvih srednjovjekovnih sustava pronalazimo u nekadašnjoj Dubrovačkoj Republici, današnjem gradu Dubrovniku. U Dubrovačkom statutu kodificiranom 1272. (knjiga br. V) i njegovim nadopunama tijekom 14. i 15. stoljeća određuju se parametri za izgradnju septičkih jama i kanala za odvodnju. Konkretno, septičke jame su se trebale graditi ispod kuće ili ulice te su se čistile svakih 10 godina o trošku vlasnika (Žile, 2007). U početku su kanali na ulicama bili otvoreni sve do 1376. godine kada gradske vlasti donose odluku za njihovo popločavanje i zatvaranje. Svrha nastanka knjige V je suzbijanje epidemije kuge, kolere i ostalih bolesti nastalih zbog nehigijenskih uvjeta života. Na nekim dijelovima oborinska voda je ulazila u glavnu kanalizaciju i ispirala kanal. „Dijelovi kanalizacije su bili niži od prosječne razine mora, pa je tijekom plime more ulazilo u kanale, a tijekom oseke izlazilo i odnosilo zaostali otpad“

(Alić, 2017, 104). Usporedno s rješavanjem odvoda fekalija pobrinuli su se za rješavanje problema oborinskih voda, tako se 1407. godine donosi uredba o određivanju tokova voda po gradskim ulicama (Žile, 2007). Današnja kanalizacijska infrastruktura i oborinski sustav temelje se na srednjovjekovnoj mreži uz pratnju suvremenih promjena.

3.2. Odvodna infrastruktura

Prema Zakonu o Vodama (Narodne Novine 66/19, 84/21, Članak 25.) kanalizacijski sustav čini nekoliko građevina za javnu odvodnju: „kanali za prikupljanje i odvodnju komunalnih voda, kolektori, crpne stanice, uređaji za pročišćivanje otpadnih voda, građevine i oprema za gospodarenjem muljem nastalim u postupku pročišćavanja otpadnih voda, lagune, ispusti u prijamnik i druge građevine pripadajuće ovim građevinama, uključujući sekundarnu mrežu kanala.“

Prema Hrvatskom jezičnom portalu (2022.) kolektor je „glavna cijev gradske kanalizacije“ kao i „uređaj za skupljanje, nakupljanje, pribiranje, koncentriranje čega“. Kanalizacijski kolektor je složena hidraulička struktura koju, osim glavne (primarne) cijevi većeg promjera (profila), čine grane cijevi manjeg (sekundarne) promjera (profila). Osim što kolektori prikupljaju otpadnu vodu oni i odvođe otpadne vode na mjesto pročišćavanja ili skladištenja. Kanalizacijske cijevi su obično pozicionirane u zemlji na način da otpadna voda iz sekundarnih cijev gravitacijski otječe prema glavnom kolektoru pa u pročišćivač ili prijamnik otpadnih voda. Međutim, zbog konfiguracije terena takve je uvjete često teško zadovoljiti stoga postoje crpne stanice. Crpne stanice su postrojenja koja u kanalizacijskom sustavu „služe za podizanje otpadnih voda iz dubljeg kolektora i za potiskivanje na višu razinu odvodne kanalizacije“ (Hrvatska enciklopedija, 2022).

S obzirom na način gradnje kanalizacijski sustav se dijeli na tri vrste (Okoliš Go!, 2021).

Odvojeni kanalizacijski sustavi sastoje se od zasebnih kanalizacijskih mreža za odvodnju oborinskih voda i za odvodnju otpadnih voda. Kolektori oborinske mreže su usmjereni prema bazenu za zadržavanje ili mjestu pogodnom za trenutni otpust u prirodu (rijeka, potok, more i sl.). Time se smanjuje volumen otpadne vode u postrojenju za pročišćavanje ili prijemnicima. Međutim, kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, oborinske vode i dalje imaju ulogu čišćenja kanalizacijske mreže što smanjuje vjerojatnost začepjenja.

Kombinirani ili mješoviti kanalizacijski sustav sastoji se od kanalizacijskih mreža koje prikupljaju i odvođe oborinsku i otpadu vodu. Takva vrsta kanalizacijskih sustava češća je u starijim gradovima, a danas nije poželjna zbog veće vjerojatnosti stvaranja poplava tijekom obilnijih kiša.

U djelomično odvojenom kanalizacijskom sustavu postoje razdjelna okna koja prvi dotok oborinske vode odvođe u mrežu s otpadnim vodama, dok kasnije prilikom većeg dotoka oborinske vode sustav se razdvaja na oborinski i otpadni. Velika prednost ovog sustava je pročišćavanje mreže oborinskom vodom (Novotni, 2019).

Novotni (2019) u svom radu opisuje i kombinirani sustav odvodnje koji sadrži nekoliko zasebnih gore navedenih sustava. „Kombinirani sustav nastaje kao rezultat širenja naselja“ ističe autor.

Kako bi kanalizacijska mreža funkcionirala izgrađeni su i popratni objekti koji služe upravljanju i održavanju cjelokupnog sustava. Tomas (2016) navodi neizostavne objekte: slivnici (za prihvatanje oborinske vode), revizijska okna ili šahta (za pristup kanalu ili prekid pada), okna/šahat za ubacivanje snijega, ulazne građevine, priključne (spojne) građevine i ispust.

3.3. Otpadne vode

Prema Zakonu od vodama (Narodne Novine 66/19, 84/21, Članak 4.) otpadne vode su „sve potencijalno onečišćene industrijske, sanitarne, oborinske i druge vode“. Damijanjevnić (2019, prema Prelec Z., 2018) prema izvoru nastanka dijeli otpadne vode na: kućne (komunalne), industrijske, oborinske i poljoprivredne. Hrvatski Zakon o vodama dijeli otpadne vode prema vrsti nastanka na: industrijske, sanitarne i oborinske otpadne vode. Dakle, otpadne vode su vode čiji je kemijski sastav znatno izmijenjen. Takve promjene imaju negativan utjecaj na kvalitetu vode te potencijalno mogu utjecati na izgled, boju, okus i miris. Imajući na umu da je voda vrlo važan, ali i ograničeni prirodni resurs važno je njome ispravno gospodariti.

Na temelju članka 60. stavka 3. Zakona o vodama (Narodne Novine 66/19, 84/21) donesen je *Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda* čije opće odredbe klasificiraju stupanj pročišćavanja otpadnih voda. Stupanj pročišćavanja određen je na temelju karakteristika otpadnih voda i prijemnika, namjenu prijemnika i sposobnost samopročišćavanja prijemnika (Sablić, 2017). Razlikujemo četiri stupnja pročišćavanja (*Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda*, članak 2) :

- 1) Prethodno pročišćavanje obuhvaća obradu „otpadnih voda u skladu sa zahtjevima za ispuštanje tehnoloških otpadnih voda u sustavu javne odvodnje“.
- 2) Prvi stupanj (I) pročišćavanja „je obrada komunalnih otpadnih voda fizikalnim i/ili kemijskim postupkom koji obuhvaća taloženje suspendiranih tvari ili druge postupke u kojima se ¹BPK ulaznih otpadnih voda smanjuje za najmanje 20 % prije ispuštanja, a ukupne suspendirane tvari ulaznih otpadnih voda za najmanje 50 %“.
- 3) Drugi stupanj (II) pročišćavanja „je obrada komunalnih otpadnih voda postupkom koji općenito obuhvaća biološku obradu sa sekundarnim taloženjem kojim se uklanja 70 – 90 % BPK5 ulaznih otpadnih voda i 75 % ²KPK ulaznih otpadnih voda“.
- 4) Treći stupanj (III) pročišćavanja „je obrada komunalnih otpadnih voda postupkom kojim se uz drugi stupanj pročišćavanja još dodatno uklanja fosfor za 80 % i/ili dušik za 70 – 80 %.“

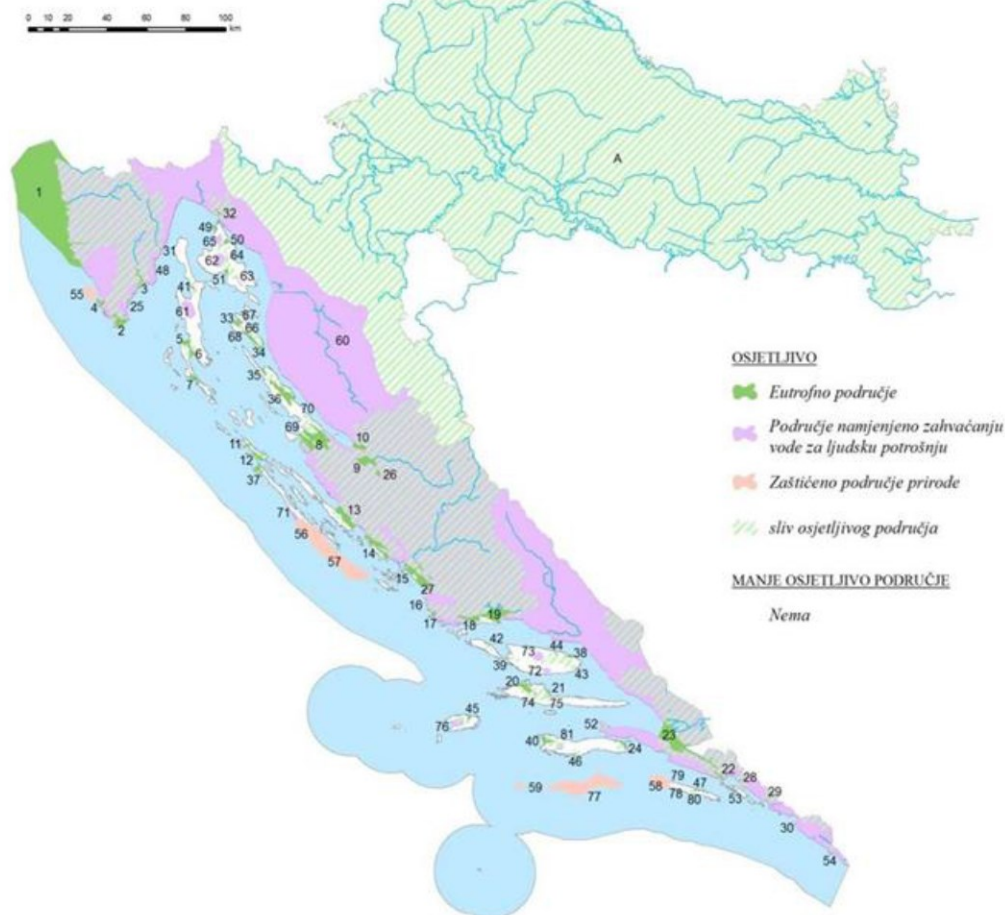
3.4. Upravljanje otpadnim vodama – pravni okvir i društvena odgovornost

Republika Hrvatska pri samom je vrhu Europe po količini raspoloživosti vodnih resursa po glavi stanovnika. Osim toga, radi se o vodi iznimno visoke kvalitete i niskog stupnja zagađenja. Očuvanje tog standarda je prilično težak zadatak s obzirom na veličinu površine osjetljivih područja koja obuhvaća cijelo područje RH (sl. 8). Osjetljiva područja su „područja na kojima je zbog postizanja ciljeva kakvoće voda, prije ispuštanja pročišćenih komunalnih voda u vodna tijela predmetnog osjetljivog područja potrebno provesti viši stupanj pročišćavanja otpadnih voda od sekundarnog pročišćavanja u aglomeraciji sa ukupnim opterećenjem većim od 10 000 ES (ekvivalent stanovnika)“ (Državna geodetska uprava, 2023a).

¹BPK označava biokemijsku potrošnju kisika koja označava „količinu kisika koja se u određenom vremenu potroši na razgradnju organske tvari pomoću mikroorganizama“. (Sablić, 2017). Što je veća količina otopljenog kisika to je više aerobnih organizama (Strephon Says, 2021).

² KPK označava kemijsku potrebu za kisikom „neizravna je metoda određivanja ukupnih organskih spojeva u vodi“ odnosno „mjeri količinu kisika koja je potrebna za kemijsku oksidaciju organskih i anorganskih tvari bez sudjelovanja mikroba“. (Strephon Says, 2021).

OSJETLIVOST PODRUČJA RH



Sl. 8. Kartografski prikaz osjetljivih područja RH

Izvor: Narodne Novine, 79/22

Nadalje, Zakon o vodama (Narodne Novine 66/19, 84/21) određuje Zaštićena područja – područja posebne zaštite voda koja čine područja gdje je „radi zaštite voda i vodnog okoliša potrebno provesti dodatne mjere zaštite vode i vodnog okoliša“ (Državna geodetska uprava, 2023b). Sukladno članku 48. Zakona o Vodama (Narodne Novine 66/19, 84/21), uspostavljen je Registar zaštićenih područja gdje se nalaze podaci o zaštićenim područjima.

Prilikom pristupanja Hrvatske Europskoj uniji doneseni su osnovni planski dokumenti upravljanja vodom kako bi se hrvatsko vodno zakonodavstvo uskladilo s Pravnom stečevinom Europske unije u područjima upravljanja vodama (Kos, 2017). U ovom kontekstu je važno istaknuti *Plan upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2016. – 2021.* i *Višegodišnji program gradnje komunalnih vodnih građevina 2014. – 2023.* *Plan upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2016. – 2021.* je opsežni planski dokument koji predstavlja osnovu za upravljanje vodama, ali je i preduvjet za financiranje EU projekata. Planom se, između ostalog,

„utvrđuje sadašnji i planirani utjecaj otpadnih voda na stanje vodnih tijela kao i niz mjera koje se odnose na pročišćivanje svih vrsta otpadnih voda...“ (Kos, 2017, 13).

Okvirna direktiva o vodama Europske unije donosi niz pravila čiji je cilj poboljšati stanje vodnih resursa EU. *Direktiva o vodi za kupanje, Direktiva o vodi za piće i Direktiva o odvodnji i pročišćivanju komunalnih otpadnih voda* tri su ključna zakonska akta za upravljanje vodama u EU (Ilakovac, 2017). Te direktive države članice integriraju u svoje zakonodavstvo. „Zakonodavstvo EU postavlja obvezujuće standarde svojim članicama ... Države moraju redovito izvještavati o ključnim parametrima kakvoće voda i upravljanja prema tim pravilima što uključuje osiguravanje da sva značajnija ispuštanja otpadnih voda iz domova i industrije prolaze sakupljanje i obradu, definiranje kvalitete te vode pogodne za kupanje i postavljanje zahtjeva za kvalitetu pitke vode radi zaštite ljudskog zdravlja“ (Ilakovac, 2017, 25 – 26)

Više puta spomenuti Zakon o vodama (Narodne novine 66/19, 84/21) je zakon s kojim se „uređuju pravni status voda, vodnoga dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštita od štetnog djelovanja voda, detaljna melioracijska odvodnja i navodnjavanje, djelatnosti javne vodoopskrbe i javne odvodnje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro“.

Zakon o vodama (Narodne novine 66/19, 84/21) detaljno uređuje područje otpadnih voda kroz podzakonske propise, pravilnike i uredbe. Kos (2017) ukratko navodi ciljeve i propise koje zakon navodi, a da su povezani s odvodnjom i otpadnima vodama. Pa tako se propisuje smanjenje i u konačnici prekid ispuštanja emisija opasnih i štetnih tvari pomoću propisa i monitoringa (otpadnih) voda. Uveden je program mjera za postizanje cilja zaštite vodnog resursa. Uvedena su i prethodno navedena zaštićena područja koja su utvrđena odlukom Vlade RH. I za kraj Kos (2017) navodi propisane obaveze pročišćavanja otpadnih voda, kontrolu kakvoće otpadnih voda i ispravnost građevina za odvodnju.

Upravljanje otpadnim vodama mora biti postavljano na način da održava ekološku funkciju okoliša i bude ekonomski održivo. Zaštita okoliša i između ostalog ljudskog blagostanja ovisi o ispravno postavljenim prioritetima i mjerama za ispunjavanje krajnjeg cilja.

3.5. Odvodna infrastruktura grada Pazina – nadležnost, prostorni obuhvat i razvoj

Ulogu javnog isporučitelja usluge odvodnje na području grada Pazina ima trgovačko društvo Usluga odvodnja d.o.o. Kao predmete poslovanja navode skupljanje otpadnih voda i njihovo pročišćavanje, usluge crpljenja i odvoza otpadnih voda iz individualiziranih sustava odvodnje. Isto tako, provode aktivnosti projektiranja i gradnje vodnih građevina. Trgovačko društvo je nastalo 2014. godine nakon što je 2012. godine izglasan Zakon o vodama (Narodne Novine 66/19, 84/21) koji nalaže da „svi isporučitelji vodnih usluga moraju biti ustrojeni kao trgovačka društva ili javne ustanove koje se bave samo djelatnostima vodoopskrbe pitkom vodom i/ili odvodnje otpadnih voda“ (Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2022.). Istim zakonom je propisano da se usluga djelatnosti otpadnih voda vrši na takozvanim područjima aglomeracije. „Aglomeracija je područje na kojem su stanovništvo i/ili gospodarske djelatnosti koncentrirane da se komunalne otpade vode mogu prikupljati i dovoditi do uređaja za pročišćavanje otpadnih voda ili do krajnje točke ispuštanja. Područje koje obuhvaća jedno ili više vodoopskrbnih područja i/ili aglomeracija zove se uslužno područje. Usluga odvodnja d.o.o. nadležna je nad aglomeracijom Središnja Istra u čiju potkategoriju spada aglomeracija Pazin“ (Usluga odvodnja, 2021).

Skupštinu Društva Usluga odvodnja čini Grad Pazin uz općine Cerovlje, Gračišće, Lupoglav, Motovun, Sveti Petar u Šumi, Tinjan i Karojba. Skupština odlučuje o poslovanju i financijskim izvješćima Društva. Grad Pazin 'Odlukom o priključenju na komunalne vodne građevine za javnu odvodnju' (Službene novine Grada Pazina, broj 31/13. i 9/14.) propisuje obavezu o priključenju i postupku priključenja na javni sustav odvodnje, kao i rokove za priključenje te način i uvjete financiranja gradnje sustava javne odvodnje.

Na području aglomeracije Pazin živi 21 332 stanovnika (Popis stanovništva 2021., Državni zavod za statistiku, 2022). Duljina kanalizacijske mreže je 2016. godine na tom području iznosila 42 460 metara. Na području grada Pazina duljina mreže odvodne infrastrukture iznosi 29 778 metara. Postotak priključenosti, odnosno spojenosti kućanstava grada Pazina na sustav odvodnje iznosi 86 %. Na odvodnom sustavu djeluju čak četiri crpne stanice i uređaj za pročišćavanje otpadnih voda (u nastavku UPOV) kapaciteta 7000 ES. Odvodni sustav Grada Pazina čini grad Pazin i dijelovi naselja Lovrin, Heki i Lindar (Usluga odvodnja Pazin, 2022).

4. POSTUPAK IZRADE SUSTAVA EVIDENCIJE ODVODNE INFRASTRUKTURE

4.1. Prikupljanje i priprema podataka

GIS *Cloud* podržava prikaz nekoliko formata podataka, a podijeljeni u kategorije to su: vektorski i rasterski podaci, fotografije te Excel 2003 i CSV datoteke (GIS *Cloud* 2022). Vektorski podaci predstavljaju objekte pomoću točaka koje mogu biti individualno pozicionirane u prostoru ili mogu biti povezane kreirajući linije ili poligone. Svaki objekt opisan je svojim položajem u prostoru kroz koordinate. Vektorski format podataka pogodan je za prikaz objekata poput prometnica, granica, zgrada i sl. Infrastruktura sustava odvodnje grada Pazina unutar sustava evidencije odvodne infrastrukture sastoji se od mreže kolektora, šahtova, septičkih jama i UPOV-a. Vizualizacija odvodne infrastrukture u GIS *Cloudu* je u vektorskom formatu iz dva razloga. Prvi razlog je prostorni raspored objekata infrastrukture koji je linijski (kolektori) ili točkasti (šahtovi, septičke jame, pročišćivač). Nadalje, vektorski format podataka u GIS *Cloudu* pruža mogućnost kreiranja i uređivanja atributivnih podataka svakog objekta u stvarnom vremenu. GIS *Cloud* podržava vizualizaciju nekoliko vektorskih formata podataka: .shp, .mif, .mid, .tab, .kml, .gpx, .dxf, SQLite (GIS *Cloud*, 2022). ³*Shapefile* (.shp) je jedan od formata pohrane vektorskih podataka te sadrži informacije o obliku geografskih značajki. Međutim, prostorni podatak nije u potpunosti prikazan samo .shp datotekom već su potrebne popratne datoteke koje sadrže podatke o lokaciji, atributivnim značajkama i sl.

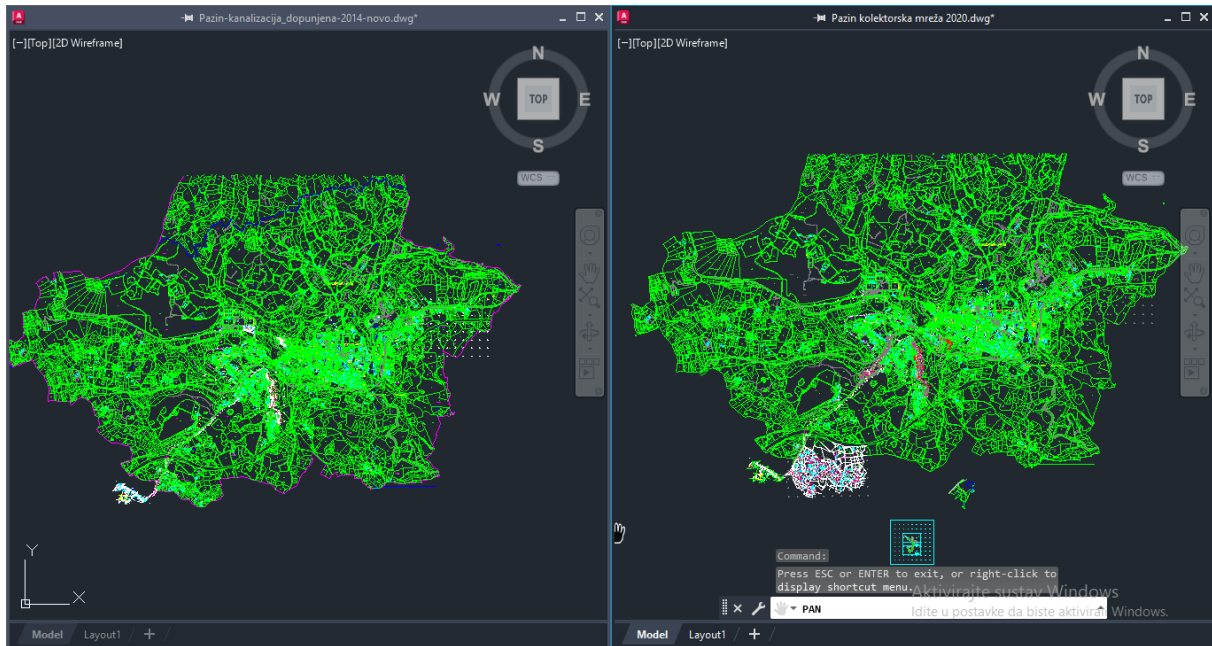
Usluga odvodnja d.o.o. i Grad Pazin bili su primarni izvori podataka o radu i arhitekturi sustava odvodnje grada Pazina zbog svoje nadležnosti i funkcije u pružanju usluge javne odvodnje. Osim različitih elaborata i izvješća dobivenih na korištenje, dobiveni su i prostorni podaci o odvodnoj infrastrukturi grada. Niti jedna institucija ne posjeduje potrebne podatke u *shapefile* formatu niti se koriste GIS softverom kao alatom za uređivanje, pohranu i vizualizaciju prostornih podataka. Podaci su dobiveni u ⁴*Drawing file formatu* ili skraćeno DWG formatu, a za pristup i preuzimanje tih podataka koristio se ⁵*AutoCAD 2023*. Podaci dobiveni iz Grada i Usluge odvodnja d.o.o., prikazani na slici 9, razlikuju se u ažuriranosti

³ ESRI (Environmental Systems Research Institute), globalni lider za izradu GIS softvera, kreator je *shapefile* formata za pohranu i prikaz prostornih podataka.

⁴ *Drawing file format* ili DWG format je AutoCAD-ov standardni format datoteke crteža u binarnom obliku (Lapaine, Vučetić i Tutić, 2001).

⁵ AutoCAD je program za kreiranje i uređivanje crteža na grafičkom zaslonu. Izraz 'CAD' znači Computer Aided Desing što u prijevodu znači računalno podržano dizajniranje (Lapaine, Vučetić i Tutić, 2001).

podataka. Usluga odvodnja d.o.o. služi se podacima koji su nadopunjeni relativno nedavno (2020. godine) dok podaci od grada datiraju iz 2014. godine.



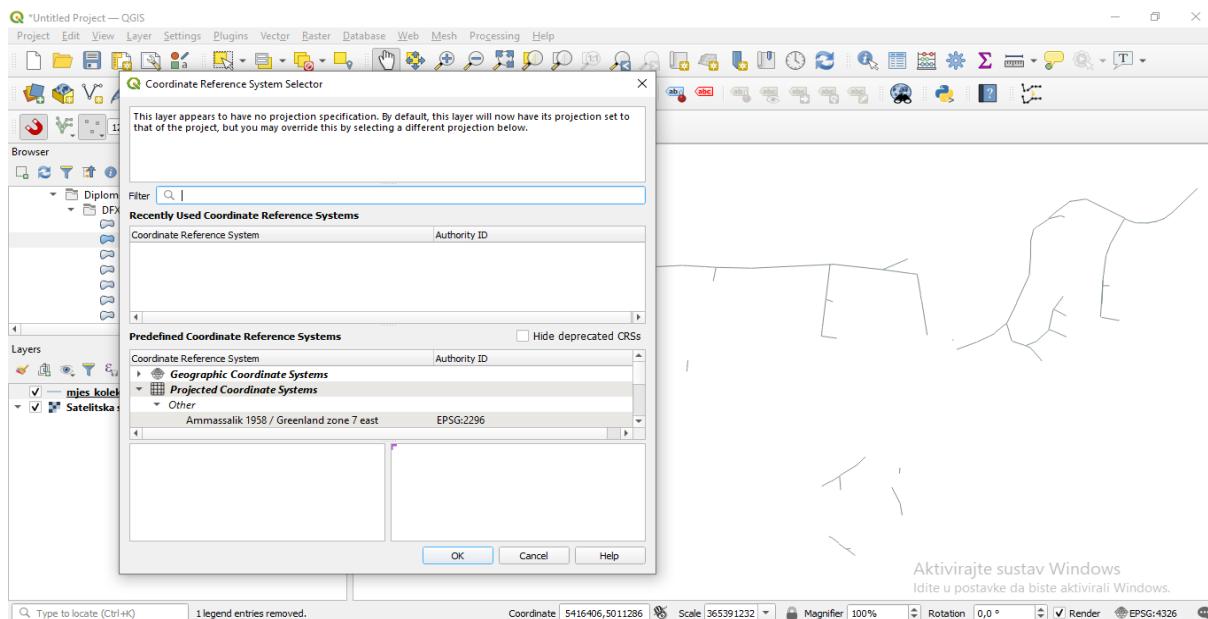
Sl. 9. Odvodna infrastruktura aglomeracije Pazin, DWG dobiven od Grada Pazina (lijevo) i DWG dobiven od Usluga odvodnja d.o.o. (desno)

Izvor: Grad Pazin i Usluga odvodnja d.o.o. (DWG datoteke)

Podaci u DWG-u imaju svoje koordinate. *AutoCAD* se koristi dvama koordinatnim sustavima *World Coordinate System* (u nastavku WCS) i *User Coordinate System* (UCS). WCS se koristi prilikom unošenja geometrije koja se treba preklapati s lokacijom u stvarnom svijetu. Zbog brojnosti podataka selektirani su dijelovi infrastrukture koji će se prikazivati u digitalnom sustavu za evidenciju infrastrukture. Selektirani dijelovi infrastrukture preuzeti su i spremljeni u obliku DXF (*Drawing Exchange Format*) datoteke iz razloga što ⁶Quantum GIS ili QGIS podržava prikaz DXF datoteke.

DXF datoteka unutar QGIS-a nema definirani koordinatni sustav. Kako bi vektorski sloj odgovarao stvarnom prostornom rasporedu potrebno je definirati koordinatni sustav (sl. 10). Prostorni podaci su definirani u MGI 1901 / Balkans zone 5 (EPSG:3907) koordinatnom sustavu.

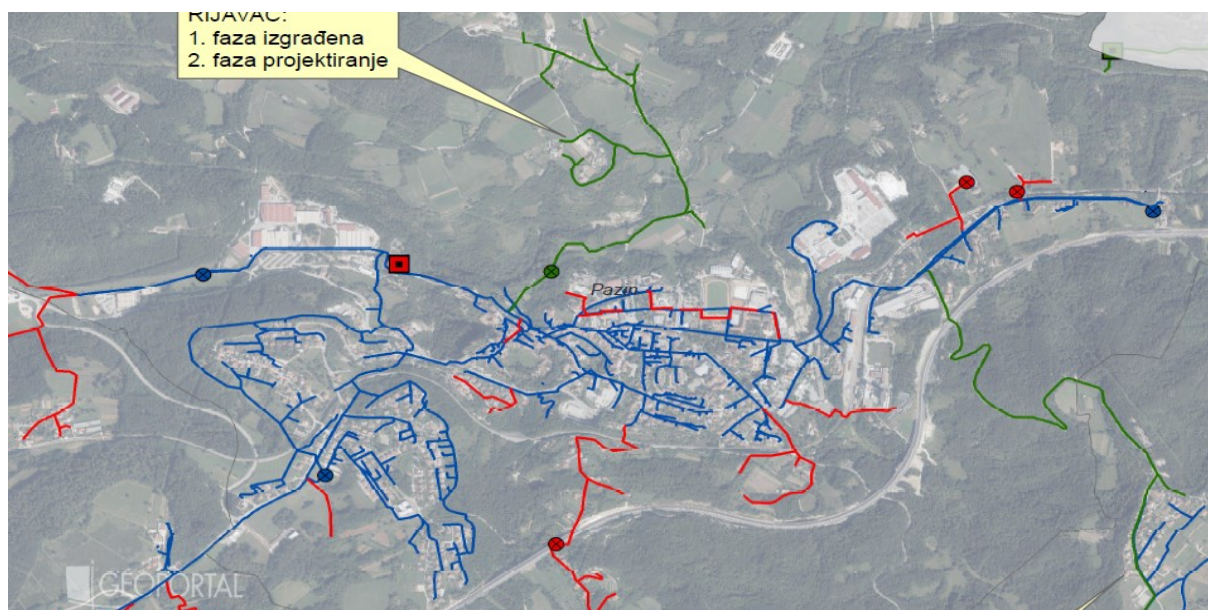
⁶ Quantum GIS ili QGIS je besplatni geografski informacijski sustav otvorenog koda.



Sl. 10. Definiranje koordinatnog sustava DXF datoteke u QGIS-u

Nakon što je definiran koordinatni sustav odrađena je transformacija koordinatnog sustav u HTRS96 / Croatia TM (EPSG:3765), referentni koordinatni sustav Republike Hrvatske.

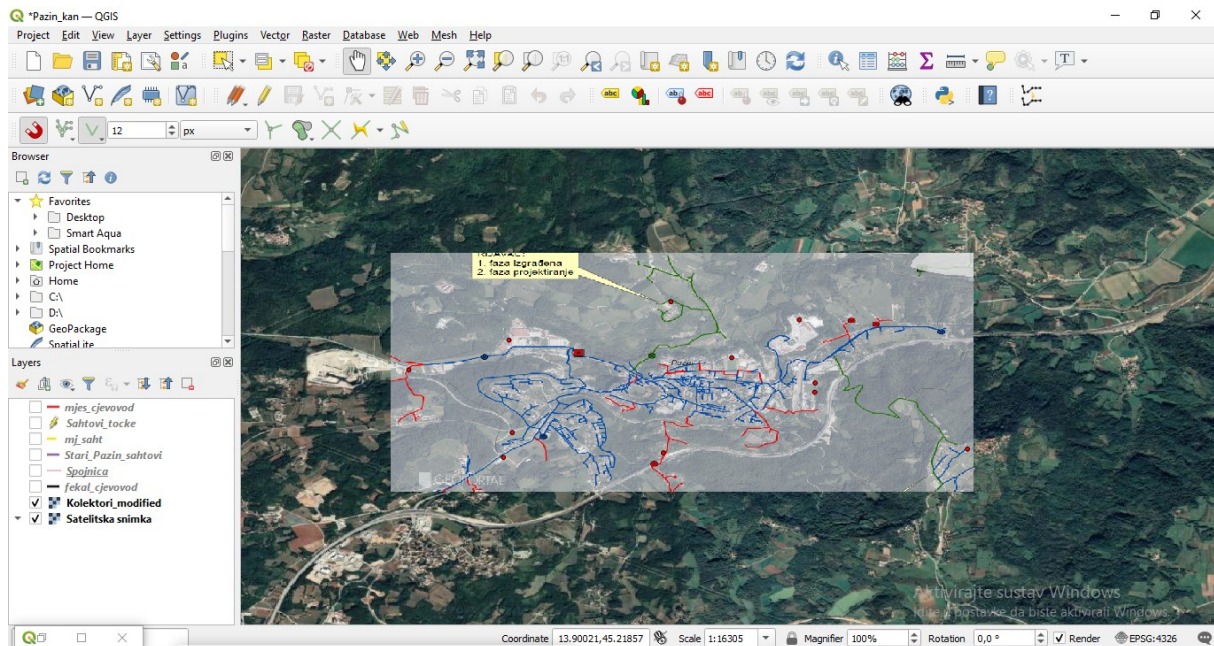
Osim DWG datoteka na korištenje su dobivene i digitalne karte koje prikazuju kolektore u izgradnji te kolektore koji su podvrgnuti izradi projekta za izgradnju (sl. 11). S obzirom da ti podaci nisu digitalizirani unutar DWG datoteke, elemente s karte je bilo potrebno digitalizirati.



Sl. 11. Primjer digitalne karte namijenjene georeferenciranju i digitalizaciji

Izvor: Usluga odvodnja d.o.o.

Karte je bilo potrebno prvo georeferencirati. Georeferenciranje je postupak koji se koristi za pridruživanje geografskih ili pravokutnih koordinata pojedinim točkama određenog objekta. S obzirom da karte nemaju prikazanu koordinatnu mrežu, georeferenciralo se na temelju istih lokacija u prostoru na digitalnoj karti i na podlozi, odnosno satelitskoj snimci u QGIS-u. Rezultat georeferencirane karte sa slike 11 prikazan je na slici 12.

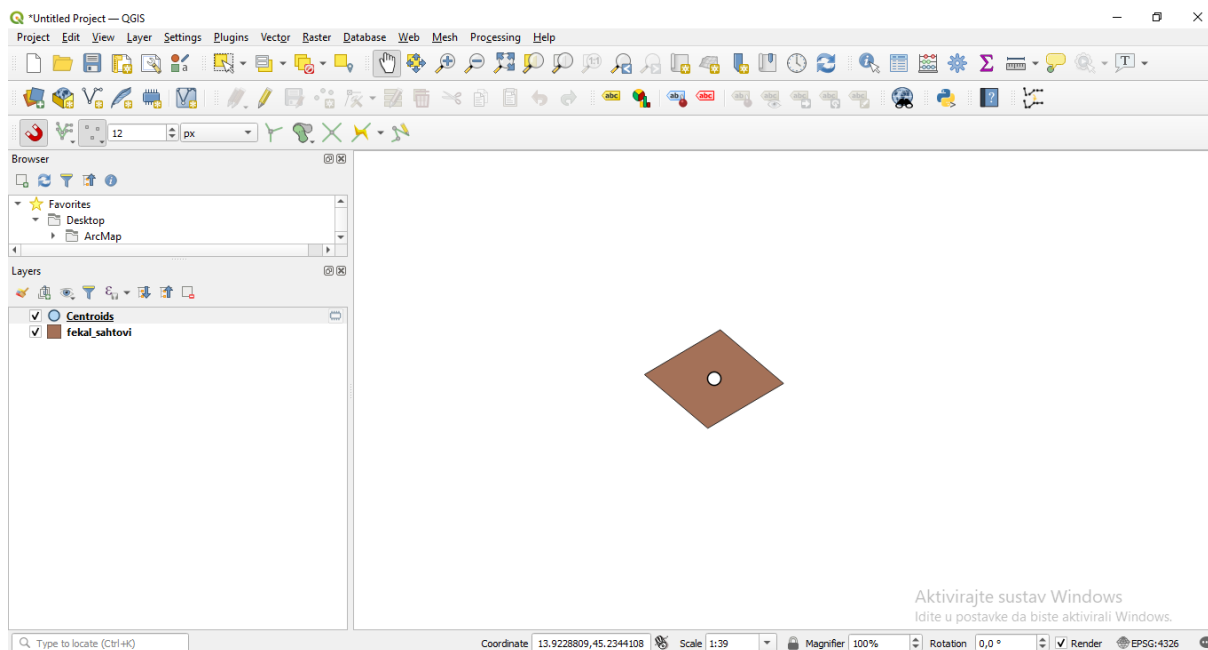


Sl. 12. Prikaz georeferencirane karte

4.2. Uređivanje podataka u QGIS-u

Nakon što su svi potrebni prostorni podaci infrastrukture prebačeni iz DWG formata u *shapefile* u prikladnoj projekciji, bilo je potrebno urediti podatke pomoću QGIS-a. Iako se sustav evidencije infrastrukture nalazi u GIS *Cloudu* on nije pogodan za uređivanje velikog seta prostornih podataka u kratkom vremenu. Potreba za uređivanjem proizlazi iz toga da su preuzeti prostorni podaci bili nepotpune geometrijske strukture. Pa tako su linije kolektora bile isprekidane, a šahtovi su bili prikazi kao isprekidane linije koje opisuju granice šahte. QGIS prilagođen je uređivanju slojeva i sadrži alate koji uvelike olakšavaju i ubrzavaju proces promjene svakog sloja. Iako će se GIS *Cloud* kasnije koristiti za nadopunu i prikupljanje podataka o infrastrukturi (poglavlje *Prikupljanje podataka u stvarnom vremenu*), QGIS se koristi za pripremu podataka prije prikaza u GIS *Cloudu*.

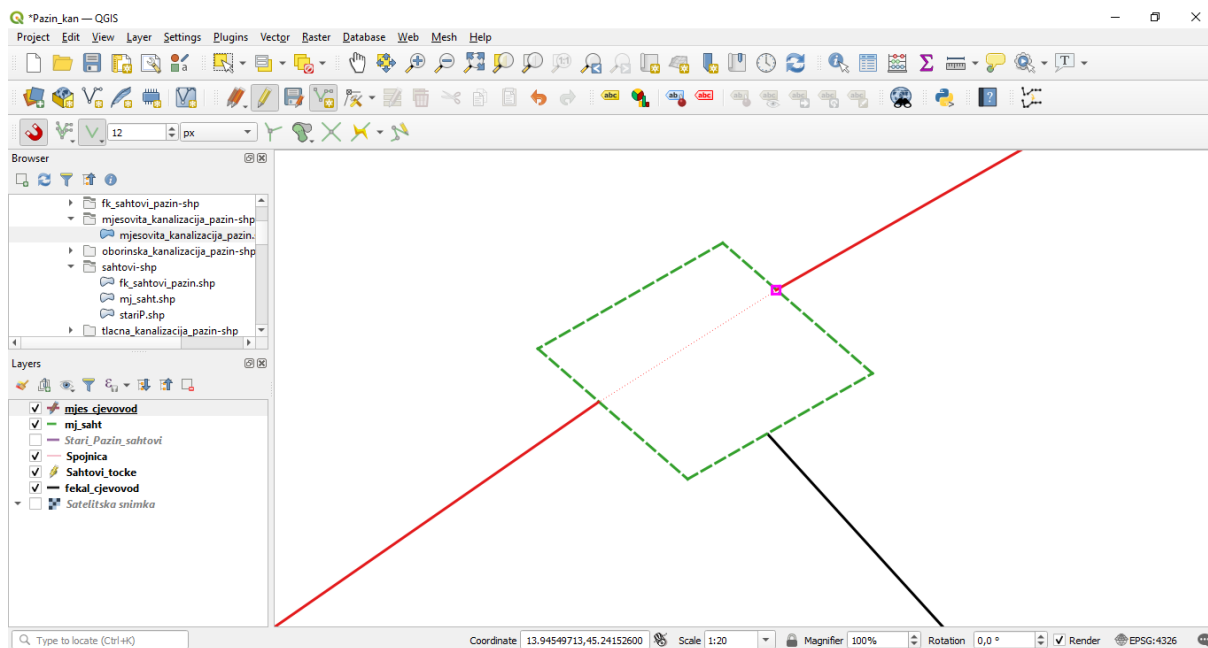
Dio podataka o šahtovima, prikazani linijom, pretvoreni su u poligone pomoću alata *Lines to polygons*. Poligonski sloj šahtova je pomoću alata za pretvorbu vektorskih slojeva *Centroids* transformiran u točkasti sloj (sl. 13).



Sl. 13. Šaht prikazan u obliku poligona i točke nastale pomoću alata *Centroids*

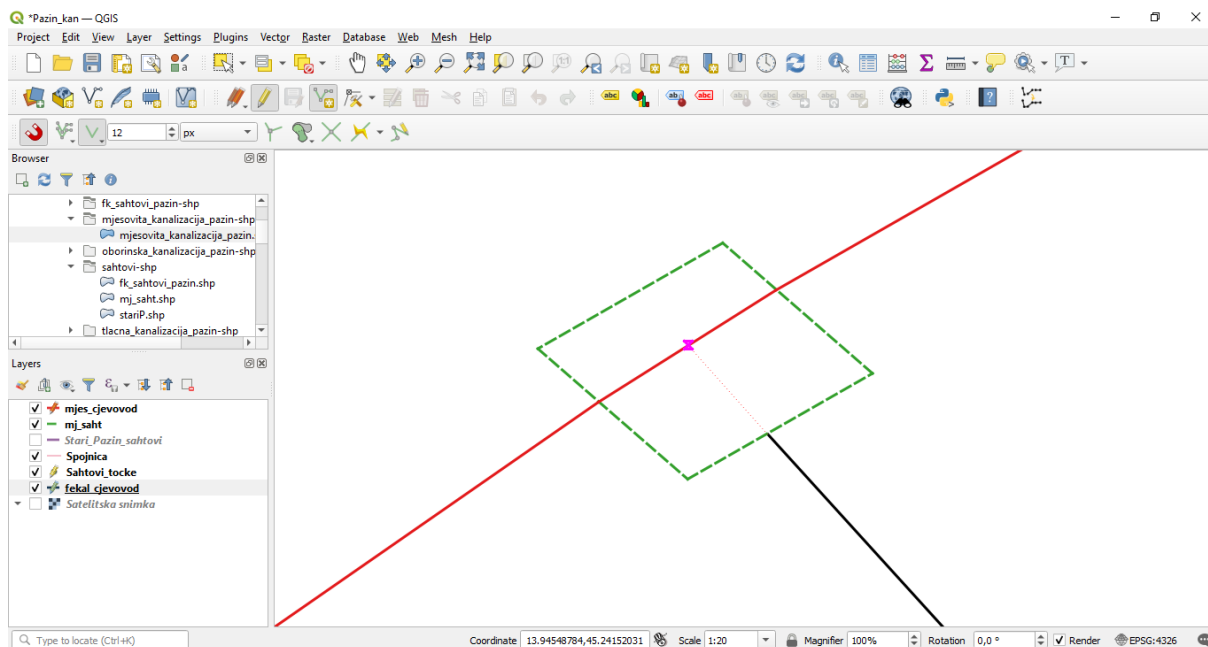
Dio podataka o šahtovima nije bilo moguće prikazati kao poligone zbog pogrešne geometrije i nemogućnosti QGIS-a da prepozna svaki šaht kao zasebni objekt stoga je bilo potrebno ručno označi takve šahtove.

Kolektori su bili rascjepkani i isprekidani na svakom šahtu. Njihovo spajanje je odrađeno ručno s uključenom opcijom *Snapping* kako bi se osiguralo podudaranje i povezanost linijskih segmenata. Slike 14, 15, 16 i 17 prikazuju primjer postepenog ručnog uređivanja podataka infrastrukture u QGIS-u. Slika 14 prikazuje kolektore mješovitog otpada (crvene linije), kolektor fekalnog otpada (crna linija) i okvir šahte (isprekidana zelena linija).



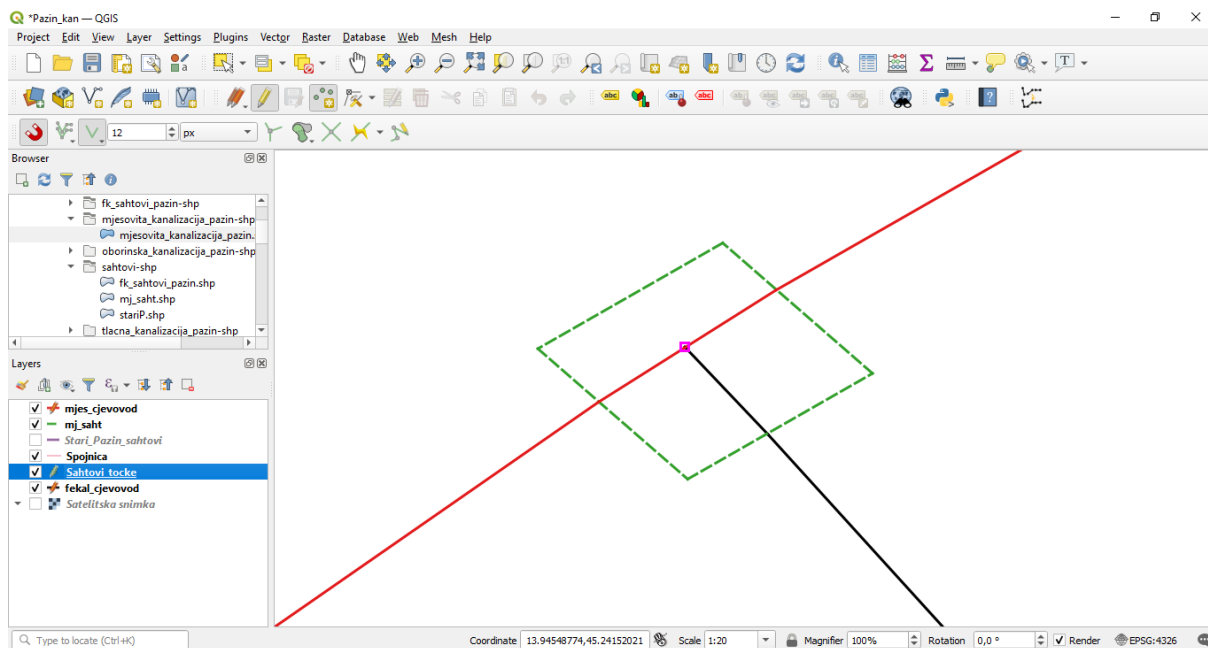
Sl. 14. Isprekidani linijski prikaz kolektora miješanog (crveno) i fekalnog (crno) otpada i šahte (zeleno)

Prvo su se povezale linije mješovitih kolektora pomoću njihovih rubnih točaka linije, odnosno *vertexa*, nakon toga se na njih nadovezala linija fekalnog kolektora (sl. 15).



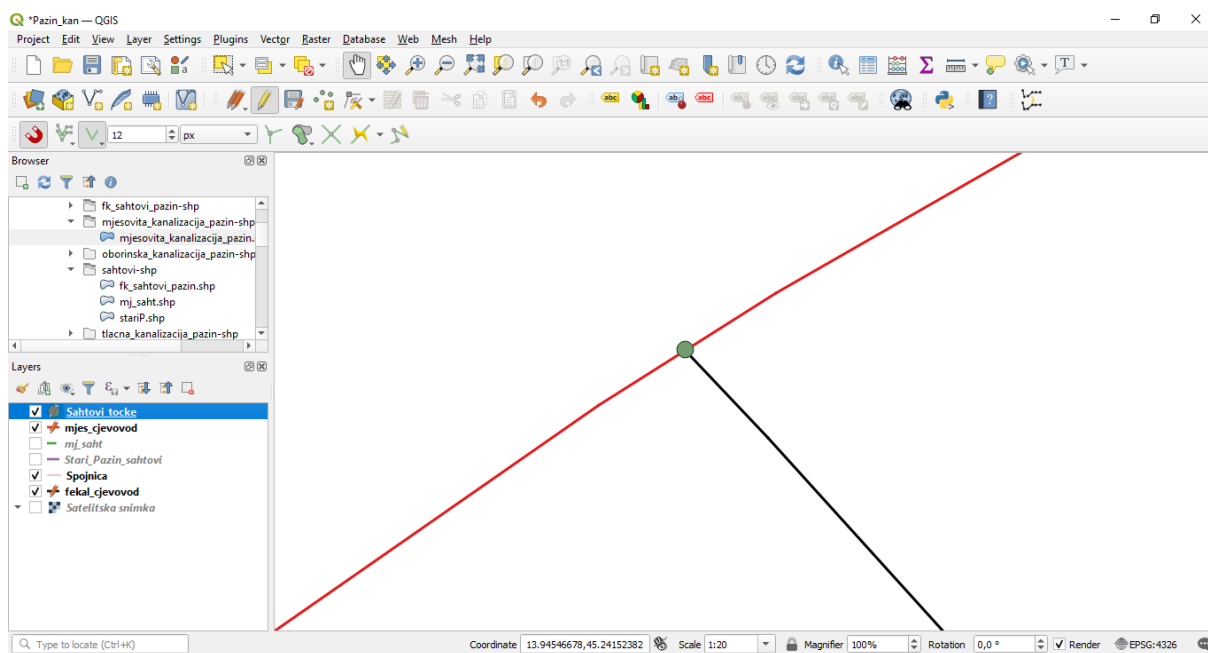
Sl. 15. Povezivanje linijskih segmenata kolektora mješovitog (crveno) i fekalnog (crno) otpada

Na sjecište linija kolektora postavljena je točka koja reprezentira šahtu (sl. 16).



Sl. 16. Označavanje šahte na sjecištu kolektora

Slika 17 prikazuje konačni prikaz dijela odvodne infrastrukture u vektorskom formatu, gdje su kolektori prikazani linijskim segmentima, a šaht točkastim.

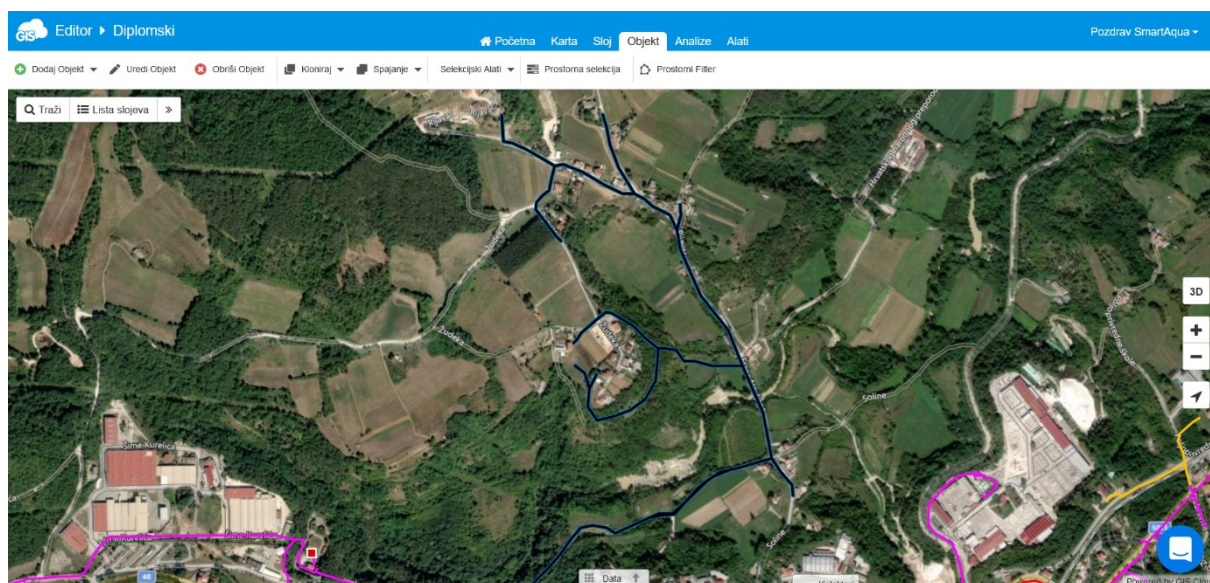


Sl. 17. Prikaz uređenih podataka gdje zelena točka predstavlja šahtu

Najveći nedostatak uređivanja podataka ručno, kao što je pokazano na slikama 14, 15, 16 i 17 je to što točka, koja prikazuje šahtu, ne prikazuje središte samog šahta. Međutim, ona se i dalje nalazi unutar granica šahte što ne narušava samu preciznost lokacije šahte.

4.3. Prikupljanje prostornih podataka u GIS Cloudu

Kao što je spomenuto u poglavlju *Struktura i način funkcioniranja GIS Clouda*, GIS Cloud pruža mogućnost korištenja mobilne aplikacije MDC čija je funkcija prikupljanje prostornih podataka s terena. Karta koja se uređuje i prikazuje u MDC-u mora biti prethodno kreirana u *Map Editoru*. U izradi digitalnog sustava za evidenciju infrastrukture mobilna aplikacija je poslužila u nadopuni prostornih podataka. Slika 18 prikazuje dio odvodnog sustava na kojem nedostaju podaci o lokaciji šahta. Radi se o novoizgrađenoj kanalizacijskoj mreži u ulicama Soline, Rijavac i Žudeka. Novi dio kanalizacijske mreže i dalje nije spojen na preostali sustav odvodnje. Kanalizacijska mreža Soline-Rijavac-Žudeka ucrtana je pomoću georeferencirane karte prikazane na slici 11. Terensko istraživanje se provodilo na trasi duljine oko tri kilometra. Vrijeme trajanja boravka na terenu iznosilo je dva sata bez pauze.



Sl. 18. Kanalizacijska mreža Soline-Rijavac-Žudeka ucrtana pomoću georeferencirane karte

Unos podatka putem MDC aplikacije sastoji se od tri koraka.

Prvi korak je priprema za terensko istraživanje. Ona obuhvaća pregled i upoznavanje terena. S obzirom da sam građanka grada Pazina, upoznata sam s konfiguracijom terena i njegovom pedološkom podlogom. Nadalje, bilo je potrebno sastaviti obrazac za prikupljanje podataka. Prilikom unosa lokacije objekta (šahta) u aplikaciji pojavljuje se obrazac (sl. 19) u koji se unose atributivna obilježja objekta. Obrazac sadrži sljedeće unose: *Ulica* (upisuje se ukoliko se šaht nalazi u ulici), *Kućni broj* (upisuje se ukoliko se šaht nalazi ispred kućanstva), *Fotografija šahta i okoliša*, *Dubina*, *Fotografija unutrašnjosti šahta* i *Napomena* (procjenjuje

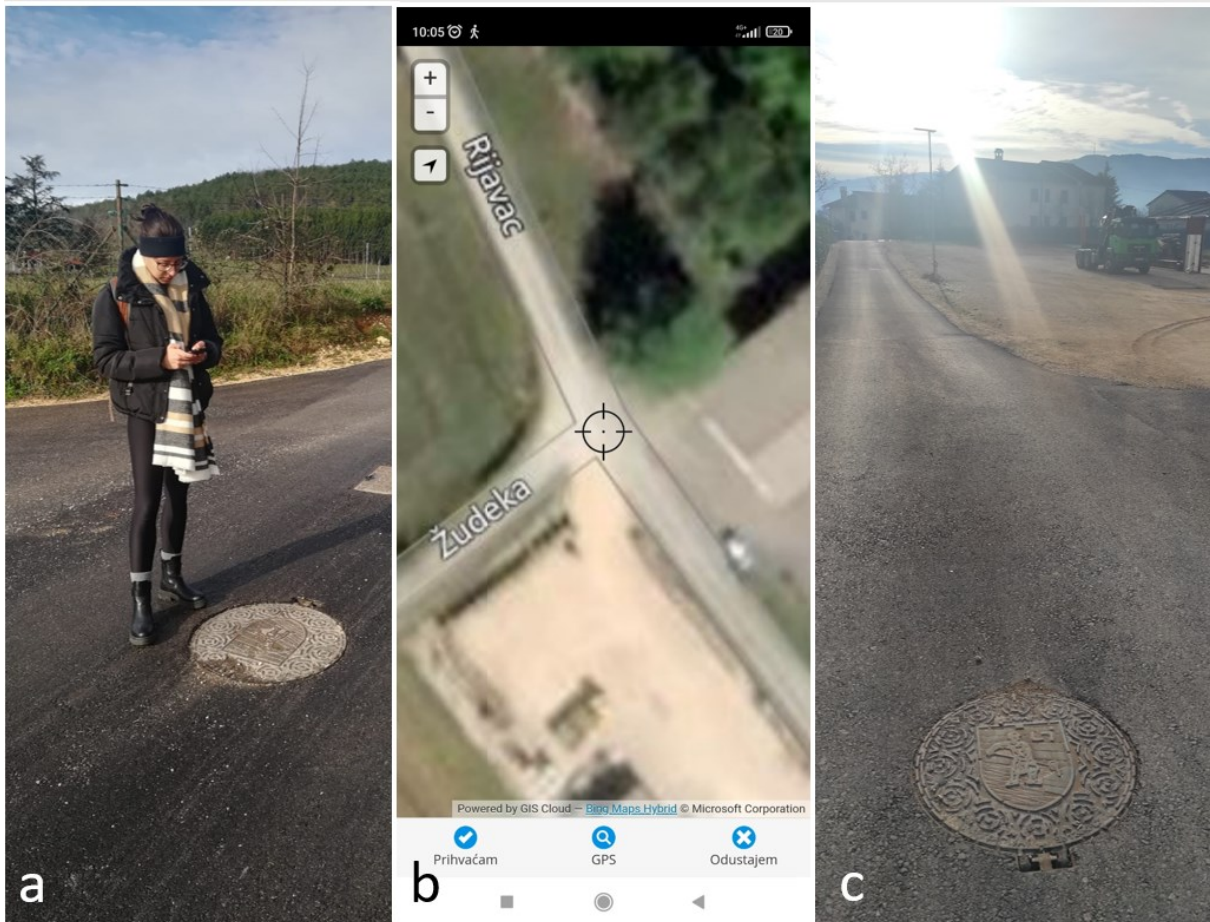
se potreba za upisom). Vrlo je bitno predvidjeti koja atributna obilježja možemo prikupiti tijekom terenskog istraživanja. Na terenskom istraživanju prikupljeni su i uneseni podaci o ulici, kućnom broju, fotografija šahta i okoliša te je upisana napomena. Ostale podatke nije moguće prikupiti jer njima ima pristup samo ovlaštena osoba. Obilježja su ostavljena u obrascu u slučaju nadopune sustava evidencije u budućnosti.

The screenshot shows a mobile application interface for data entry. At the top, the status bar displays the time 10:04, signal strength, and battery level at 20%. The app title is 'Pazin_sahtovi_Diplomski'. Below the title, there are two rows of controls: the first row has 'GPS' (selected) and 'Prikaži na karti'; the second row has 'Ručno' and 'Preciznost: 20m'. The 'Unos s terena' section has 'Da' selected. The 'Ulica' field contains 'Žudeka'. The 'Kućni broj' field contains '1'. The 'Fotografija šahta i okoliša' section shows a photo thumbnail with the filename 'mdc_b95522_tmp_IMG_2...' and time '@10:04', along with 'Album' and 'Kamera' options. The 'Napomena' and 'Dubina' fields are empty text boxes. The bottom of the screen shows standard Android navigation icons.

Sl. 19. Obrazac za ispunjavanje podataka u šahtu u aplikaciji MDC

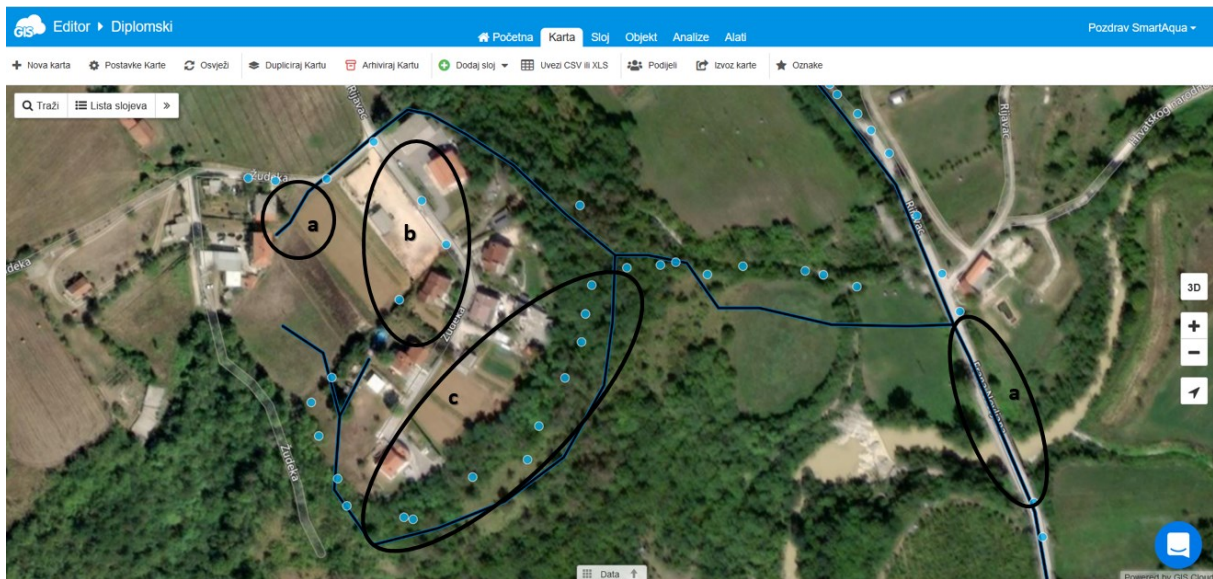
Evidencija šahtova i prikupljanje podataka **drugi je korak** terenskog istraživanja. Slika 20 prikazuje provedbu terenskog istraživanja. Ono započinje pronalaskom šahta kanalizacije (sl. 20a), a zatim se nastavlja označavanjem njegove točne lokacije u aplikaciji (sl. 20b). To je moguće putem automatskog lociranja pomoću GPS-a ili ručnog određivanja lokacija. U slučaju evidencije koristila su se oba načina lociranja, prvo GPS kako bi se dobila približna lokacija, zatim ručna kako bi se povećala preciznost. Zatim se ispunjavao obrazac u koji se unosila fotografija šahta i okoliša (sl. 20c). Fotografija okoliša donosi pregršt informacija. Dodatno

opisuje lokaciju šahta prilikom njegova pronalaska, prikazuje stanje šahta i izgled te pristupačnost terena.



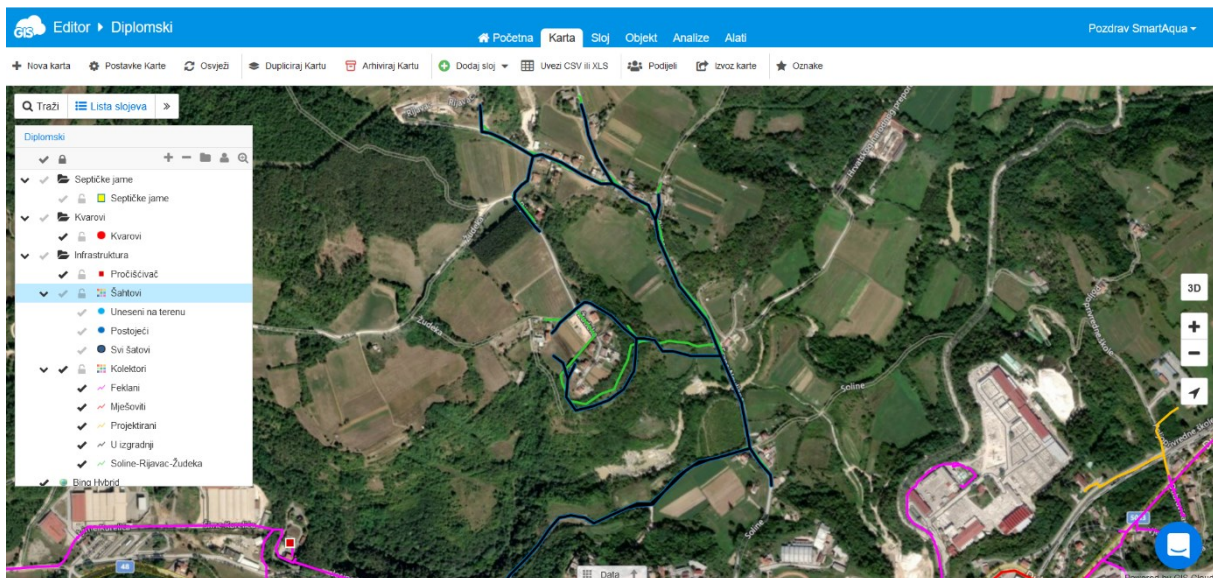
Sl. 20. Evidencija i postupak prikupljanja podataka na terenskom istraživanju u mobilnoj aplikaciji MDC

Treći korak je pregled prikupljenih podataka i uređivanje. Pregledom provjeravamo ispravnost unosa podataka. U ovom slučaju nije primijećena pogreška unosa evidentiranih objekata, svi objekti/šahтови imaju priložene fotografije, a nekoliko njih ima tekstualnu napomenu, ulicu i kućni broj. Slika 21 prikazuje odstupanje slojeva infrastrukture kanalizacijske mreže (digitalizirane pomoću georeferencirane karte) i šahtova (unesenih prilikom terenskog istraživanja). Dio kanalizacije mreže nije izrađen na mjestu na kojem je ucrtan jer radovi nisu dovršeni (sl. 21a). Na nekim mjestima postoje šahтови, ali nije ucrtana kanalizacija mreža zbog promjena prilikom izgradnje (sl. 21b). Dok je na nekim dijelovima tijekom izgradnje došlo do blage promjene trase mreže pa se šahтови i mreža ne preklapaju (sl. 21c).



Sl. 21. Prostorni raspored evidentiranih šahtova i prethodno digitalizirane kanalizacijske mreže

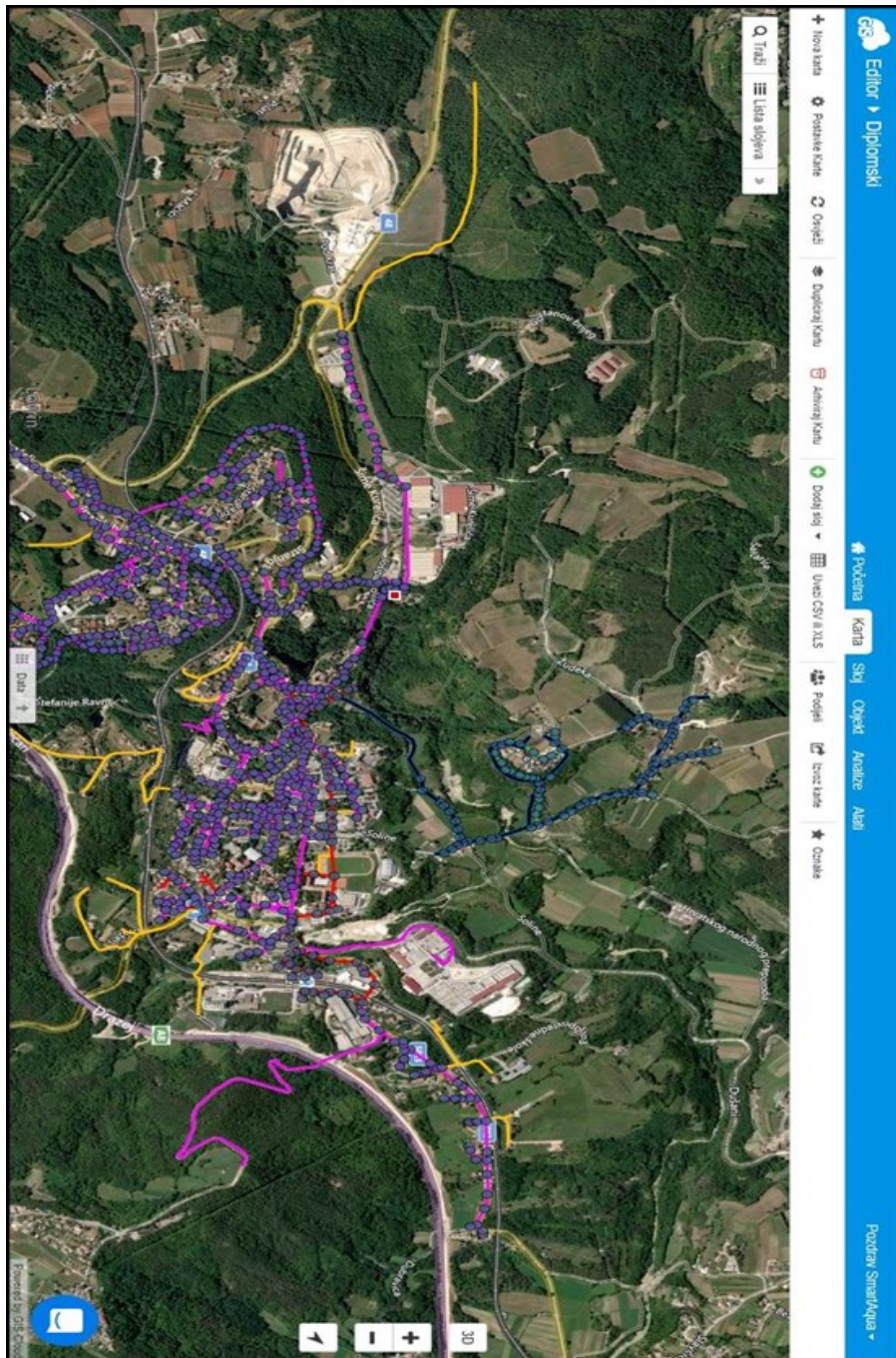
U *Map Editoru* kanalizacijska mreža Soline-Rijavac-Žudeka prilagođena je položajima šahtova. Mreža Soline-Rijavac-Žudeka nakon odrađenih prilagodbi u *GIS Cloudu* prikazana je na slici 22. Zelena linija predstavlja izmijenjenu kanalizacijsku mrežu prilagođenu položajima šahtova, dok crno-plava linija prikazuje prethodno ucrtanu kanalizacijsku mrežu. Isprekidanom zelenom linijom označeni su dijeli kanalizacijske mreže Soline-Rijavac-Žudeka koje tek treba izgraditi.



Sl. 22. Prostorni raspored prethodno ucrtane kanalizacijske mreže (plavo-crna linija) i izmijenjene linije kanalizacije mreže prema položaju šahtova

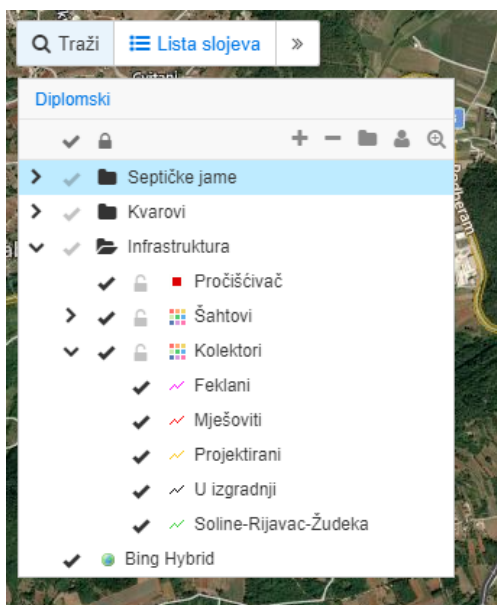
4.4. Uspostava sustava evidencije odvodne infrastrukture u GIS Cloudu

Nakon pregleda i obrade podataka u QGIS-u te odrađenog terenskog rada podaci su bili za prikaz unutar GIS Clouda. Slika 23 prikazuje izgled odvodne infrastrukture grada Pazina u sklopu sustava za evidenciju u GIS Cloudu.



Sl. 23. Sustav evidencije odvodne infrastrukture grada Pazina

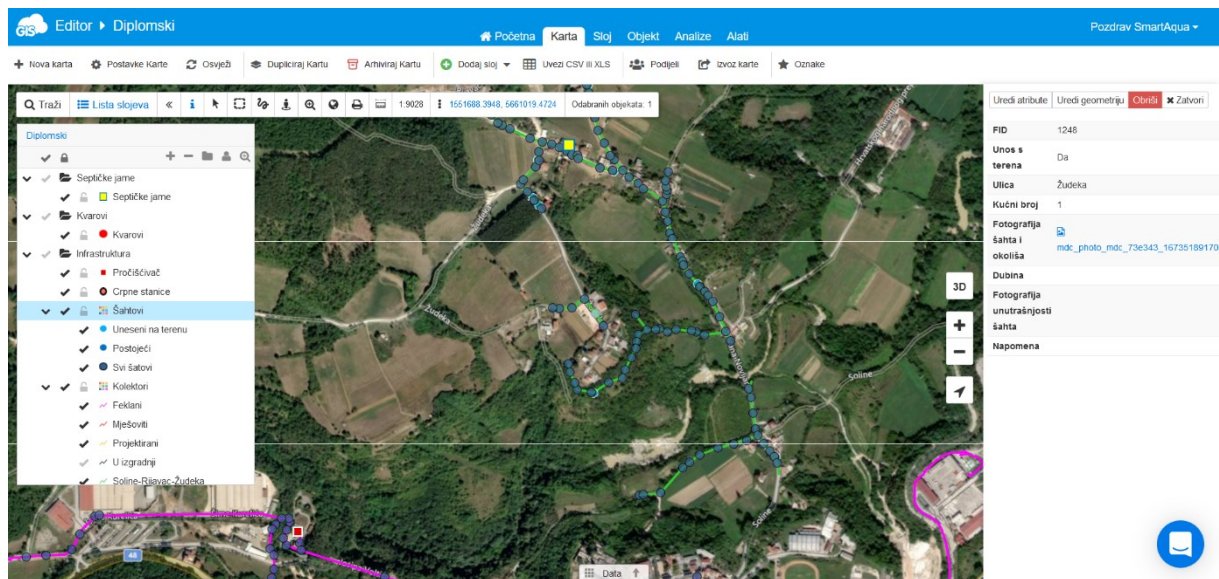
Opcija 'Lista slojeva' u GIS Cloudu prikazuje slojeve koji se nalaze na karti. Slika 24 prikazuje slojeve koji se nalaze na prethodno prikazanoj karti (sl. 23).



Sl. 24. Lista slojeva sustava evidencije u GIS *Cloudu*

Infrastruktura se sastoji od kolektora koji su podijeljeni u četiri kategorije, šahtova te UPOV-a. Funkcija slojeva *Septičke jame* i *Kvarovi* opisana je u poglavlju *Zaštita okoliša – odraz na Pazinčicu*. Kolektori prikazani ružičastom linijom su kolektori namijenjeni odvodnji fekalnog otpada, crvena linija prikazuje kolektore miješanog otpada, žuta linija prikazuje kolektore koji su projektirani, odnosno u pripremi za izgradnju dok crne linije prikazuju kolektore u izgradnji. Zelena linija (Soline-Rijavac-Žudeka) izrađena je nakon provedenog terenskog istraživanja.. Svaki sloj se može prikazati ovisno o potrebi i želji korisnika, što utječe na preglednost karte. Prikaz slojeva se uključuje i isključuje pritiskom miša na znak 'kvačice' ✓.

Opisna svojstva, odnosno kvalitativna i kvantitativna svojstva infrastrukture nalaze su u atributivnoj tablici. Selektiranjem objekta infrastrukture otvara se tablica s opisnim podacima na desnoj strani preglednika što je prikazano na slici 25.



Sl. 25. Atributivna tablica selektiranog objekta na karti

Obilježja atributivnih podataka ovise o tipu infrastrukture, ali i potrebi korisnika. Podaci preuzeti od Usluge odvodnja d.o.o. sadržavali su samo nekoliko opisnih obilježja o infrastrukturi. Za kolektore dobiveni su kvantitativni podaci o dubini i duljini kolektora te materijalu i profilu cijevi. Za šahtove dobiveni su podaci samo o nadmorskoj visini. Poradi širenja mreže odvodnje i ažuriranja baze podataka kroz različita vremenska razdoblja dio infrastrukture ne posjeduje prethodno navedena obilježja, a dio infrastrukture, posebice šahtovi, nisu uopće evidentirani.

5. DIGITALNA TRANSFORMACIJA I NJEZINE PREDNOSTI U SUSTAVU ODVODNJE

Kompleksnost imovine traži uspostavu modela upravljanja i poslovanja koji je pripravan pohrani i obradi velike količine podataka. Kako bi se uspostavio učinkovit model poslovanja nužno je implementirati digitalne tehnologije, a termin *digitalna transformacija* opisuje upravo taj postupak. Kovač (2021, 80) digitalnu transformaciju definira kao „proces korištenja digitalnih tehnologija za stvaranje novih ili izmjenu postojećih poslovnih procesa, kulture i korisničkog iskustva kako bi se zadovoljili promjenjivi poslovni i tržišni zahtjevi“. U digitalnoj transformaciji digitalne tehnologije postaju nositelj svih poslovnih procesa.

Javni isporučitelji usluga odvodnje (u nastavku JIUO) su s jedne strane primorani ući u proces digitalne transformacije kako bi unaprijedili svoju učinkovitost poslovanja. Danas se susrećemo s brojnim novim problemima koje otkrivaju razna područja znanosti stoga suvremeni izazovi traže i nova rješenja. Iako je tehnologija u središtu transformacije njezin uspjeh i brzina implementacije ovisi ponajviše o ljudima koji uvode tu promjenu. Kovač (2021) izdvaja devet čimbenika uspjeha digitalne transformacije:

- 1) Uvijek uključite upravu poduzeća – u slučaju JIUO-a uprava treba biti prisutna u procesu promjena zajedno s ostatkom zaposlenog kadra.
- 2) Plan komunikacije od prvog dana – JIUO treba zaposlenicima na svima jasan način objasniti proces digitalne transformacije i njezinu dobrobit u poslovanju.
- 3) Prepoznati ključne prvake unutar organizacije – to su nositelji promjena i o njima ovisi brzina i uspjeh provedene digitalizacije.
- 4) Prepoznati zaostatke i kočničare – postoji dio zaposlenika koji će neutemeljeno odbijati promjene. Prema njima JIUO treba imati drugačiji pristup.
- 5) Osposobljavanje i nagrađivanje zaposlenika – obuhvaća razvoj i obuku na radnom mjestu ovisno o sposobnosti i interesu zaposlenika.
- 6) Odrediti ciljeve, pokazatelje i procese – „Promjena mora biti mjerljiva tijekom cijele transformacije..., a poslovni procesi usklađeni s novim načinom rada (Kovač, 2021: 83)“.
- 7) Koristiti moćnu tehnološku platformu
- 8) Priprema na održavanje – kada se digitalna transformacija jednom usvoji i implementira u poslovanje ona i dalje zahtijeva primjene novih alata
- 9) Faznost projekta

Dakle, proces digitalne transformacije zahtijeva uključenost svakog zaposlenika JIUO-a te po potrebi investiranje u njihovu edukaciju. JIUO imaju svoje uprave koje se sastoje od direktora, zamjenika, tajnika i sl. te ispostava koje se sastoje od poslovođa i terenskih radnika. Radi se o jednoj širokoj lepezi poslovnih pozicija, svaka sa svojom značajnom ulogom u poslovanju. Međutim, radi se i o osobama koje imaju drugačiji stupanj informatičke pismenosti koji može izrazito varirati. Stoga prilikom provedbe procesa digitalne transformacije od iznimne je važnosti odabrati ispravnu platformu koja će biti prihvatljiva cijelom kadru zaposlenika. Sustav evidencije za odvodnu infrastrukturu izrađen tijekom ovog diplomskog rada pruža upravo jednu takvu platformu. Više o prednostima sustava biti će predstavljeni u slijedećem poglavlju.

5.1. Prednosti izrađenog sustava za evidenciju odvodne infrastrukture

5.1.1. Registar odvodne infrastrukture

Veličina sustava odvodnje ovisi o veličini i položaju naselja. Sustav odvodnje čini kompleksna imovina različitih vrsta objekata, svaka s jednako značajnom ulogom. Znati stanje infrastrukture u bilo kojem trenutku od velikog je značaja za uspješno poslovanje JIUO-a. Dakle, potrebno je da JIUO-i imaju platformu koja će im služiti kao pohrana i preglednik infrastrukture, odnosno sustava.

U priloženom sustavu za evidenciju JIUO-i imaju pregledan prikaz cijelog sustava odvodnje sa svim svojim elementima. Nadalje, svi prikazani elementi imaju svoj položaj kao u stvarnome svijetu. Svaki element u atributivnoj tablici ima upisana svoja obilježja koja nam donose informaciju o stanju cjelokupnog sustava. Obilježja objekata, koja mogu biti zabilježena unutar sustava evidencije, ovise o potrebama i željama korisnika. Prednost sustava za evidenciju je njegova fleksibilnost po pitanju izmjene obilježja unutar atributivne tablice. Međutim, što je više obilježja infrastrukture zabilježeno i pohranjeno, to će stvarno stanje odvodnog sustava biti pouzdanije. Tako nam godina i materijal nekog objekta govori o mogućem vremenskom roku isteka njegove funkcionalnosti. Na taj način se pravovremeno mogu ukloniti ili zamijeniti objekti ili blokovi sustava.

Ono što je bitno znati je da registar odvodne infrastrukture nije nikada konačan. Sustav odvodnje se sukcesivno izmjenjuje, što implicira na ažuriranje podataka u registru. Ovaj sustav evidencije omogućuje brzo i jednostavno nadopunjavanje podataka. Kao što je prikazano u

poglavlju *Prikupljanje podataka u stvarnom vremenu*, izrađena je forma za unos podataka u atributivnu tablicu. Zaposlenici odvodnje mogu, bez obzira na razinu informatičke pismenosti, savladati način unosa podataka, a sve zahvaljujući GIS *Cloud* platformi koja je namijenjena osobama bez prethodnog znanja o GIS-u.

Nadalje, nadopuna registra infrastrukture je moguća tijekom obilaska ili odlaska na terena što je također detaljno opisano u poglavlju *Prikupljanje podataka u stvarnom vremenu*. Prednosti unosa podataka o infrastrukturi s terena ima nekoliko. Prva prednost je unos ispravne lokacije položaja objekta. Druga prednost je direktna procjena promatrača, odnosno radnika o stanju objekta. Radnik može navesti informacije koje on smatra da su bitne, što nam daje uvid o trenutnom stanju objekta, ali i okoliša. Uz to može priložiti fotografiju kao potporu svojoj procjeni.

Ukoliko se ovaj sustav evidencije koristi prilikom izgradnje novih dijelova sustava odvodnje prednosti u nadopuni registra su sljedeće: smanjeni su troškovi (financijski i vremenski) prikupljanja podataka o infrastrukturi jer se oni postupno unose u sustav evidencije ovisno o završetku izgradnje. Nadalje, podatke unose osobe koje su prisutne prilikom izgradnje što znači mogu u trenutku postavljanja podati informacije o dubini, izgledu kostura sustava, problemima na terenu, mogućim budućim izmjenama i sl. Sve te informacije su kasnije teže dostupne.

5.1.2. Monitoring sustava

Kontrola ispuštanja otpadnih voda propisana je vodopravnim aktima s ciljem smanjenja onečišćenja vodnih površina. Redovita ispitivanja kakvoće ispuštene vode jedna su od mjera koja se provode. Gospodarske djelatnosti s vodopravnim dozvolama koje ispuštaju komunalne ili tehnološke otpadne vode dužni su ispitivati sastav ispuštenih otpadnih voda. Pravilno prikupljanje i pročišćavanje otpadnih voda postiže zadovoljavajuću razinu kvalitete ispuštene otpadne vode što ima pozitivan utjecaj na okoliš i budući preradu vode za piće (Antolić, 2017). Monitoring je sistematizirano praćenje stanja, u slučaju otpadnih voda stanja kvalitete. Rezultati monitoringa upućuju na pozitivne ili negativne pojave, što može biti ključno u donošenju odluka.

GIS *Cloud* je 2022. godine uveo novi proizvod GIS *Cloud Track* koji između ostalog daje informacije u stvarnom vremenu o IoT-u. IoT je skraćenica za izraz *Internet of things* koji

se odnosi na mrežu povezanih stvari (uređaja) koji međusobno razmjenjuju prikupljene podatke. U slučaju sustava odvodnje IoT uređaj bi bio uređaj ili senzor koji prikuplja podatke o tlaku, gustoći, temperaturi, sastavu otpadnih voda i sl. Povezivanjem IoT-a sa GIS *Cloud* sustavom za evidenciju donosi jednu korisnu nadogradnju u monitoringu i prikazu podataka. Na jednoj platformi se nadohvat ruke nalazi cijela infrastruktura sustava, njezina točna lokacija, a ovom nadogradnjom i njezino trenutno stanje.

5.1.3. Građanski nadzor i izvješćivanje

Podaci o radu JIUO-a prikupljaju se i objedinjuju u definiranim izvješćima na nacionalnoj razini (Antolić, 2017). Sve s ciljem kvalitetnog upravljanja i donošenja odluka. Antolić (2017, 31) navodi: „Izvješća o stanju izgrađenosti sustava javne odvodnje i funkcioniranja uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda te njihovog ispuštanja u osjetljiva i druga područja, svaka država članica Europske unije dužna je uputiti Europskoj komisiji svake dvije godine. Također, Komisiju se istom dinamikom izvješćuje o planiranim projektima gradnje i/ili rekonstrukcije sustava u nadolazećem razdoblju“. Izraditi izvješće znači i imati na raspolaganju podatke koji su potrebni za njezinu izradu. Zahvaljujući GIS *Cloudu* kao sustavu za evidenciju svi značajni podaci i pokazatelji se mogu filtrirati i prikazati na *dashboardu* ili nadzornoj ploči. Nadzorna ploča je korisničko sučelje u kojem su prostorni podaci prikazani pomoću statističkih pokazatelja te mogu biti vizualizirani pomoću grafova. Dakle, sustav evidencije infrastrukture dobiva novi način vizualizacije koji se odmiče od striktnog kartografskog prikaza.

Javnost ovim sustavom evidencije infrastrukture dobiva uvid u trenutno stanje cijelog sustava. Javnost je tim putem obavještena od trenutnoj provedbi projekata, prekidima pružanja usluga (zbog kvarova ili izgradnje), poslovanju pružatelja usluga i sl. Isto tako pružanje boljih i jasnijih informacija može rezultirati većim interesom javnosti za otpadnim vodama što se može pozitivno odraziti na individualni pogled i pogled zajednice na očuvanje i zaštitu okoliša.

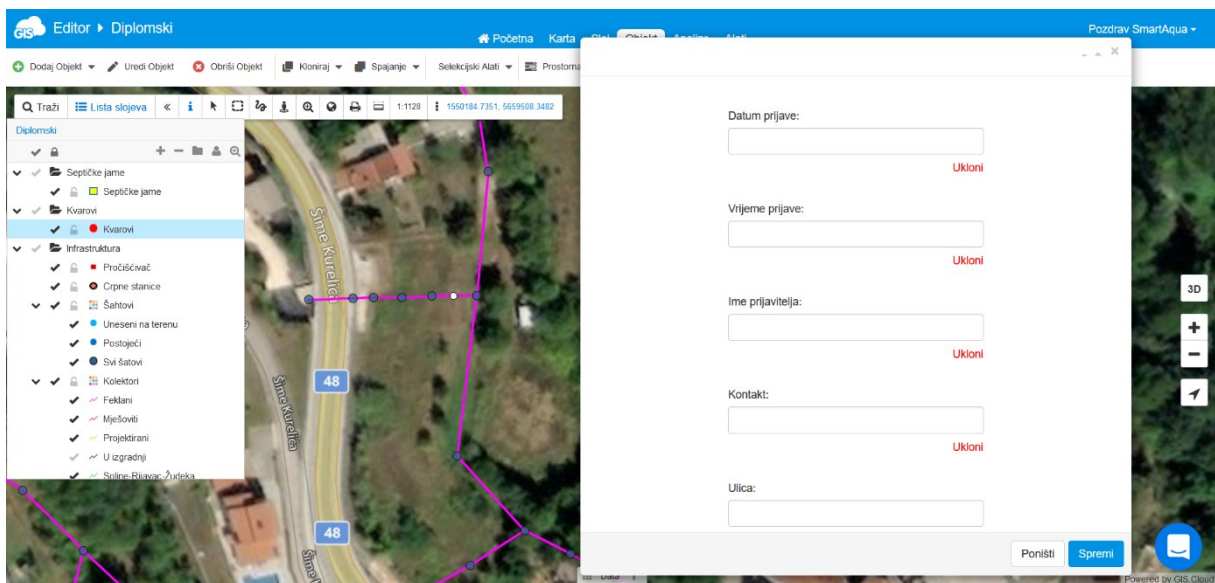
5.1.4. Zaštita okoliša – odraz na Pazinčicu

U poglavlju *Porječje Pazinčice* opisana je kompleksna pozicija Pazinčice kao i njezin značaj ne samo za Pazin već i cijelu Istru. Njezina osjetljiva priroda i nevjerojatan turistički

potencijal nepresušan je izvor rasprava Pazinjanki i Pazinjana. Tijekom povijesti ljudski rod je više puta posustao u zaštiti porječja Pazinčice. Na području sliva odvijaju se brojne gospodarske i antropogene aktivnosti, a u prilog ne ide činjenica izgrađenosti prostora neposredno uz sam tok potoka. Ekološki pritisak je iznimno velik na tom području. Područje je nekoliko puta bilo zahvaćeno većim i težim ekološkim incidentima kao što je izlijevanje otpadnih voda, problemi s odlagalištima otpada, korištenje vode za navodnjavanje poljoprivrednih područja, intenzivna poljoprivreda te deforestacija. Uz sve to Pazinčici prijete i suvremeni problemi koje donose klimatske promjene.

Sustav za evidenciju posjeduje mogućnost kontrole i upravljanja cijelog odvodnog sustava. Otpadne vode velika su prijetnja ekološkom sustavu Pazinčice. Ispuštanje otpadnih voda moguće je uz opetovanu analizu sastava ispusta. Kao što je navedeno u prethodnom poglavlju, sustav za evidenciju pruža mogućnost stalnog nadzora kvalitete otpadnih voda pomoću GIS *Cloud Tracking* opcije.

Nadalje, ispus otpadnih voda može biti slučajan uslijed kvara na odvodnoj mreži. U tom slučaju dulje vrijeme reakcije znači veće posljedice za okoliš. U sustavu za evidenciju izrađen je sloj pod nazivom *Kvarovi*. Sloj *kvarovi* je novi sloj nastao unutar GIS *Clouda*. Ideja je da njegove geoprostorne podatke čini lokacija svakog kvara na odvodnoj mreži. Prilikom unosa, odnosno prijave kvara ispunjavaju se do sada poznati podaci o samom kvaru, slika 26 prikazuje primjer obrasca za ispunjavanje podataka o zaprimljenom kvaru.

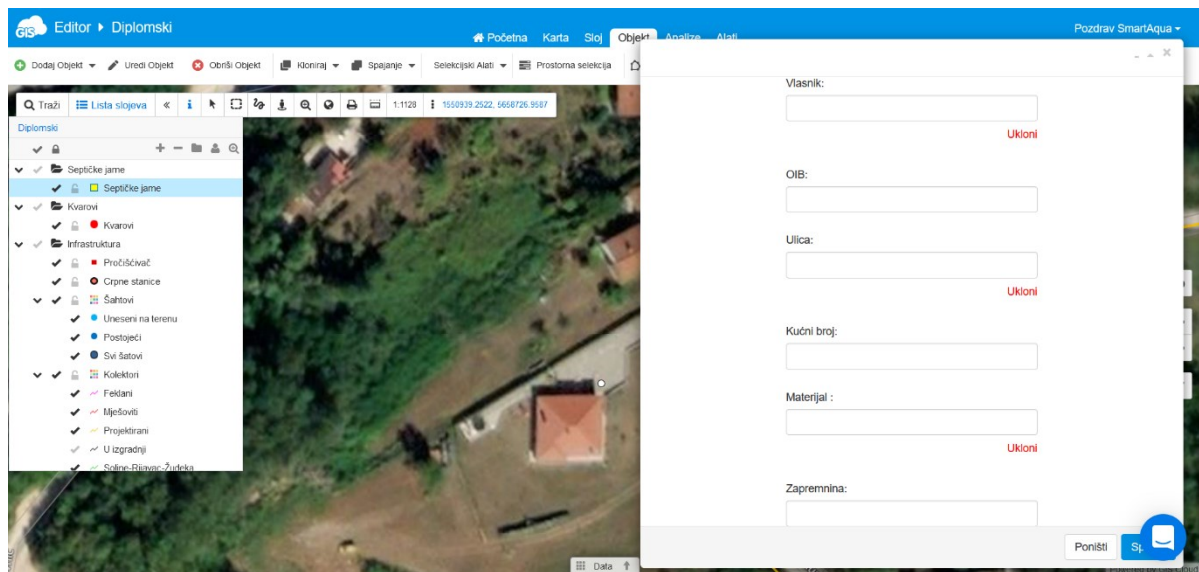


Sl. 26. Evidentiranje kvara na temelju prijave u *Map Editoru* i obrazac za unos podataka

U obrascu se nalaze sljedeće stavke koje se ispunjavaju prilikom unosa kvara u sustav evidencije: *Datum prijave*, *Vrijeme prijave*, *Ime prijavitelja*, *Kontakt (prijavitelja)*, *Ulica (kvara)*, *Kućni broj (kvara)*, *Napomena*, *Fotografija prijave* (ako postoji), *Vrsta prijave* (puknuće, izlivanje, prepuni šaht itd.), *Hitnost* (procjena primatelja prijave kvara), *Stanje* (potreban popravak ili završeno).

Zabilježena prijava bila bi prikazana svima koji za to imaju dozvolu, što osim zaposlenika odvodnje može biti i javnost. Zaposlenici koji izlaze na teren imaju pristup informacija o samom kvaru, lokaciji kvara i prijavitelju. Prilikom obilaska terena i pregleda kvara zaposlenik ima mogućnost vođenja dnevnika rada unutar sustava evidencije pomoću ispunjavanja obrasca o određenom kvaru. Zaposlenici na terenu ispunjavaju obrazac koji je njima prilagođen. Stavke obrasca za ispunjavanje na terenu su sljedeće: *Točnost lokacije kvara*, *Fotografija kvara*, *Vrsta kvara*, *Datum popravka*, *Način popravka kvara*, *Korišteni materijali*, *Monteri*, *Datum završetka popravka*. Prilikom popravka moguća je promjena ekipe ili zaposlenika u smjeni. Zahvaljujući sustavu evidencije lokacija kvara i prijašnji radovi detaljno su zabilježeni što ubrzava prijenos informacija među zaposlenicima. Označavanje i vizualizacija kvarova na mreži mogu ukazati na dijelove mreže podložne kvarovima.

Veliki dio kućanstava u Pazinu su spojena na kanalizacijsku mrežu što smanjuje mogućnost ispuštanja kućanskih otpadnih voda. Međutim, dio stanovništva svoje otpadne vode zbrinjava pomoću septičkih jama. Kako bi septičke jame ispunjavale svoju funkciju sakupljanja sanitarnog fekalnog otpada, jame se moraju prazniti kada dosegnu svoj maksimalni kapacitet. U suprotnom dolazi do izlivanja otpadnih voda u prirodu. U sustavu evidencije je izrađen sloj pod nazivom *Septičke jame* čije geoprostorne podatke čine lokacije septičkih jama na području grada Pazina. Sloj *Septičke jame* novi je sloj nastao unutar *GIS Clouda*. Ideja je da sloj *Septičke jame* ima ulogu vođenja evidencije pražnjenja septičkih jama na području grada Pazina ponajprije zahvaljujući mogućnosti rada na terenu. Prilikom evidentiranja septičke jame na karti otvara se obrazac za ispunjavanje podataka o septičkoj jami i vlasniku (sl. 27). Redovita provedba kontrole obavljenih pražnjenja septičkih jama pozitivno bi se odrazila na uklanjanje nelegalnih ispusta otpadnih voda iz kućanstava.



Sl. 27. Primjer evidencije septičke jame u *Map Editoru* i prikaz obrasca za unos podataka

U obrascu se nalaze sljedeće stavke za ispunjavanje: *Vlasnik* (ime i prezime), *OIB* (vlasnika), *Ulica*, *Kućni broj*, *Materijal* (od kojeg je izgrađena septička jama), *Zapremnina*, *Datum posljednjeg pražnjenja*, *Količina ispumpane otpadne vode*, *Mastolov* (ugrađen ili ne) i *Napomena*.

6. ZAKLJUČAK

GIS *Cloud* jedan je od primjera geografskog informacijskog sustava koji koristi prednost interenta za pristup, pohranu i upravljanje prostornim podacima. Digitalni sustav evidencije odvodne infrastrukture grada Pazina samo je ogledni primjer onoga što sustav može biti. Potencijal GIS *Clouda* pa tako i izrađenog sustava evidencije krije se u kreativnosti i potrebi korisnika. Digitalni sustav odvodnje lako je promjenjiv na temelju potreba korisnika što znači da je sustav primjenjiv u poslovanju bilo kojeg isporučitelja usluga odvodnje.

Kao što je Kovač (2021) naveo u svom radu, uspjeh digitalne transformacije poslovanja najviše ovisi o samom isporučitelju. Međutim, odabir digitalne tehnologije koja čini temelj poslovanja isto je od velikog značaja. Digitalni sustav evidencije s namjerom je izrađen na platformi GIS *Clouda* jer ona pruža broje prednosti. Kao prvo, isporučitelji ne trebaju uložiti značajna sredstva za opremu poduzeća digitalnim tehnologijama, GIS *Cloudu* se pristupa putem bilo kojeg web preglednika. Drugo, razmjena informacija unutar poduzeća se obavlja na jednom mjestu. Treće, sustav evidencije prikazuje stanje infrastrukture i status radova u stvarnom vremenu. Četvrto, sustav uspostavlja kvalitetnu kontrolu kanalizacijske mreže što ima pozitivan utjecaj na okoliš. Peto, informacije o sustavu odvodnje su transparentni i lako dostupni javnosti. Šesto, olakšana je izrada izvješća i prijava za sufinanciranje budućih projekata. I sedmo, sustav evidencije je zrcalo poslovanja isporučitelja, ono je dokaz kvalitetnog rada.

LITERATURA

O. Al-Bayari, 2018: GIS Cloud Computing Methodology, *2018 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)*, 1-5, DOI: <https://doi.org/10.1109/CITS.2018.8440176>.

Alfaqid, T. M., Hassan, M. M., 2016: GIS Cloud: Integration between cloud things and geographic information systems (GIS) opportunities and challenges, *International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE)*, DOI: <https://www.researchgate.net/publication/326160592>.

Alić, M., 2017: Otpadne vode kroz povijest, *Hrvatska vodoprivreda*, 218 (25), 100-104.

Antolić, J., 2017, Upravljanje otpadnim vodama – briga za okoliš i zdravlje ljudi, *Hrvatska vodoprivreda*, 218 (25), 29-32.

Buzjak N., Butorac V., 2019: Problematika zaštite Pazinskog potoka i Pazinske jame u Istri, *Geografski horizont*, 65 (1), 71-73.

Državna geodetska uprava, 2023a: <https://registri.nipp.hr/izvori/view.php?id=227> (9.12.2022.).

Državna geodetska uprava, 2023b:

<https://geoportal.nipp.hr/geonetwork/srv/hrv/catalog.search#/metadata/e857f4c8-6aed-43d7-adbe-385940d297df>, (9.12.2022.).

Državni zavod za statistiku, 2022: <https://popis2021.hr/>, (15.9.2022.).

Gong, J., Geng, J., Chen, Z., 2015: Real-time GIS data model and sensor web service, *International Journal of Health Geographics*, 14(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/1476-072X-14-2>.

Grad Pazin i Natura Histrica, 2021: Plan upravljanja područjem ekološke mreže i značajnim krajobrazom 2021. – 2030., Pazin.

Hrvatska enciklopedija, 2022: <https://www.enciklopedija.hr/>.

Hrvatski jezični portal, 2022: <https://hjp.znanje.hr/>.

Ilakovac, B., 2017, Europska vodna politika i ljudsko zdravlje, *Hrvatska vodoprivreda*, 218 (25), 25-27.

- Kemp, K. K., 2008: *Encyclopedia of Geographic Information Science*, SAGE Publications, Los Angeles.
- Kos, E., 2017: Otpadne vode – pravni okvir, projekti i reforma vodnokomunalnog sektora, *Hrvatska vodoprivreda*, 218 (25), 13-17.
- Kovač, J., 2021: Kako uspješno provesti digitalnu transformaciju?, *Hrvatska vodoprivreda*, 236 (29), 81-84.
- Lapaine, M., Vučetić, N., Tutić, D., 2001: *Kartografija i AutoCAD Map*, Sveučilište u Zagrebu, Geodetski fakultet, Zagreb.
- Lingel, J., Bishop, B. W., 2014: The Geoweb and Everyday Life: An Analysis of Spatial Tactics and Volunteered Geographic Information, *First Monday*, 19 (7), DOI: <https://doi.org/10.5210/fm.v19i7.5316>.
- Longley, P. A., Goodshild, M. F., Maguire, D. J., Rhind, D. W., 2015: *Geographic information science & systems*, New Jersey, Wiley.
- Marinescu, D. C., 2018: Introduction, u: *Cloud Computing: Theory and Practice*. Cambridge, Morgan Kaufmann Publisher, Elsevier, 1-19.
- Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, 2022: Isporučitelji vodnih usluga, <https://mingor.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug/uprava-vodnoga-gospodarstva-i-zastite-mora-2033/vijece-za-vodne-usluge/ispoucitelji-vodnih-usluga/2066> (1.12.2022.).
- Muzej grada Pazina, 2022: Pazinski kaštel, <http://www.muzej-pazin.hr/kastel> (20.10.2022.).
- Nacionalni CERT, 2010: Cloud Computing: NCERT-PUBDOC-2010-03-193, Dostupno na: <http://www.cert.hr/sites/default/files/NCERT-PUBDOC-2010-03-293.pdf> (30. travnja 2022.).
- Nacionalni institut za standarde i tehnologiju, 2011: The NIST Definition od Cloud Computing, Special Publication 800-145, <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final> (30.5.2022.).
- Novotni M., 2019: *Sustavi za pročišćavanje otpadnih voda zemljišta*, Završni rad, Veleučilište Karlovac.
- Okoliš Go!, 2021: 3 vrste kanalizacijskih sustava i kako oni rade, <https://environmentgo.com/hr/types-of-sewer-systems/> (2.12.2022.).

Popis stanovništva kućanstava i stanova 2011. godine: stanovništvo prema starosti i spolu, po, www.dzs.2011. (15.9.2022.).

Sablić, B., 2017: *Uređaji za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda na području općine Medulin*, Završni rad, Politehnika Pula - Visoka tehničko-poslovna škola s pravom javnosti.

Slukan Altić, M., 2014: *Historijsko-geografska osnova razvoja Pazina: kartografska analiza, Tabula*, (12), 217-232.

Službene novine Grada Pazina broj 9/14., <https://www.pazin.hr/grad-pazin/sluzbene-novine/> (20.12.2022.).

Službene novine Grada Pazina broj 31/13., <https://www.pazin.hr/grad-pazin/sluzbene-novine/> (20.12.2022.).

StrephonSays, 2021., *Razlika između BPK i KPK*, <https://hr.strephonsays.com/bod-and-vs-cod-6509> (1.12.2022.).

Tomas, A., 2016: *Otpadne vode – karakteristike, zaštita, zakonska regulativa*, Završni rad, Veleučilište Karlovac.

Usluga odvodnja, 2021: *GODIŠNJE IZVJEŠĆE O POSLOVANJU za 2020. godinu*, 50-1/21.

Usluga odvodnja, 2022: *Studijsko-tehnička dokumentacija na području aglomeracije EU PAZIN (Središnja Istra sa JLS-e: Grad Pazin i Općine: Cerovlje, Gračišće, Lupoglav, Motovun, Sv.Petar u Šumi, Karojba, Tinjan i Žminj) za financiranje iz EU fondova, radna verzija studije izvodljivosti*.

Narodne Novine 66/19, 84/21: *Zakon o Vodama na snazi od 31. 7. 2021.*

Narodne novine 79/22, 2022: *Odluka o određivanju osjetljivih područja, odluka donesena 8.7.2022.*

Žile, I., 2007: *Srednjovjekovna kanalizacija grada Dubrovnika, Starohrvatska prosvjeta*, 3 (34), 437-449.

IZVORI

Državna geodetska uprava (DGU) 2016: Statistički registar prostornih jedinica Republike Hrvatske (GIS shapefileovi), Zagreb

Copernicus Land Monitoring Service, 2016: EU-DEM (2011),
<https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-dem/eu-dem> (2.12.2022.)

Open street map, 2022: <https://www.openstreetmap.org/#map=15/45.2389/13.9364>
(19.10.2022.)

Grad Pazin, 2022: Odvodna infrastruktura Grada Pazina (DWG datoteke)

Usluga odvodnja d.o.o., 2022: Odvodna infrastruktura Grada Pazina (DWG datoteke)

Archivio di Stato di Trieste, 2022: Mappa catastale del Comune di Pisino foglio VII, sezione VII (1820 - sec. XIX secondo quarto),
<https://a4view.archiviodistatotrieste.it/patrimonio/d923ec51-4251-4709-b7c0-0e3900269ae5/348-b-07-mappa-catastale-del-comune-di-pisino-foglio-vii-sezione-vii-1820-sec-xix-secondo-quarto> (1.10.2022.)

PRILOZI

Popis slika

| | |
|--|----|
| Sl. 1. Smještaj grada Pazina | 4 |
| Sl. 2. Fotografija Pazinskog kaštela (lijevo) i njegov smještaj na karti Franciskanskog katastra iz 1820. godine | 5 |
| Sl. 3. Smještaj porječja Pazinčice..... | 6 |
| Sl. 4. Razine zaštite i okolišni elementi porječja Pazinčice | 7 |
| Sl. 5. Arhitektura računarstva u oblaku..... | 8 |
| Sl. 6. Povezanost i protok informacija u GIS <i>Cloudu</i> | 16 |
| Sl. 7. Izrađena karta u <i>Map Editoru</i> sa satelitskom podlogom <i>Bing Hybrid</i> | 17 |
| Sl. 8. Kartografski prikaz osjetljivih područja RH..... | 23 |
| Sl. 9. Odvodna infrastruktura aglomeracije Pazin, DWG dobiven od Grada Pazina (lijevo) i DWG dobiven od Usluge odvodnja d.o.o. (desno) | 27 |
| Sl. 10. Definiranje koordinatnog sustava DXF datoteke u QGIS-u | 28 |
| Sl. 11. Primjer digitalne karte namijenjene georeferenciranju i digitalizaciji..... | 28 |
| Sl. 12. Prikaz georeferencirane karte..... | 29 |
| Sl. 13. Šaht prikazan u obliku poligona i točke nastale pomoću alata <i>Centroids</i> | 30 |
| Sl. 14. Isprekidani linijski prikaz kolektora miješanog (crveno) i fekalnog (crno) otpada i šahte (zeleno)..... | 31 |
| Sl. 15. Povezivanje linijskih segmenata kolektora mješovitog (crveno) i fekalnog (crno) otpada | 31 |
| Sl. 16. Označavanje šahte na sjecištu kolektora | 32 |
| Sl. 17. Prikaz uređenih podataka gdje zelena točka predstavlja šahtu | 32 |
| Sl. 18. Kanalizacijska mreža Soline-Rijavac-Žudeka ucrtana pomoću georeferencirane karte | 33 |
| Sl. 19. Obrazac za ispunjavanje podataka u šahtu u aplikaciji MDC..... | 34 |
| Sl. 20. Evidencija i postupak prikupljanja podataka na terenskom istraživanju u mobilnoj aplikaciji MDC..... | 35 |

| | |
|--|----|
| Sl. 21. Prostorni raspored evidentiranih šahtova i prethodno digitalizirane kanalizacijske mreže | 36 |
| Sl. 22. Prostorni raspored prethodno ucrtane kanalizacijske mreže (plavo-crna linija) i izmijenjene linije kanalizacije mreže prema položaju šahtova | 36 |
| Sl. 23. Sustav evidencije odvodne infrastrukture grada Pazina | 37 |
| Sl. 24. Lista slojeva sustava evidencije u GIS <i>Cloudu</i> | 38 |
| Sl. 25. Atributivna tablica selektiranog objekta na karti | 39 |
| Sl. 26. Evidentiranje kvara na temelju prijave u <i>Map Editoru</i> i obrazac za unos podataka..... | 45 |
| Sl. 27. Primjer evidencije septičke jame u <i>Map Editoru</i> i prikaz obrasca za unos podataka ... | 46 |