



Dr. Klemen Prah

Univerza v Mariboru
Fakulteta za logistiko
klemen.prah@um.si



Ervin Suljanović

Univerza v Mariboru
Fakulteta za logistiko
ervin.suljanovic@student.um.si
COBISS: 1.04

GIS kot orodje za ugotavljanje storitvenih območij – primer gasilskih postaj

Using GIS to Identify Public Service Locations - Example of Fire Stations

Izvleček

Geografski informacijski sistemi predstavljajo široko uporabno orodje v najrazličnejših strokah. V našem primeru smo uporabili računalniški program ArcGIS Pro in njegovo razširitev Network Analyst, da bi ugotovili storitvena območja gasilskih postaj v občini Prebold ter časovno najkrajšo dosegljivost od gasilskih postaj do 35 izbranih javnih objektov. Storitvena območja od 0 do 3 minute in od 3 do 5 minut dobro pokrivajo severne, nižinske, gosto poseljene predele občine, medtem ko so južni, hriboviti predeli slabše pokriti ali nepokriti. Gasilska postaja PGD Prebold-Dolenja vas-Marija Reka dosega znotraj 5-minutnega potovalnega časa kar 31 javnih objektov. GIS orodja so uporabna tudi za preučevanje in načrtovanje v sodobnih, nemalokrat izrednih razmerah, povezanih z epidemijo in migranti.

Ključne besede: geografski informacijski sistemi (GIS), prometna mrežna analiza, gasilske postaje, občina Prebold

Abstract

Geographic information systems are widely used tools in a variety of fields. In our case, we used the ArcGIS Pro computer programme and its extension Network Analyst to determine the service areas of fire stations in the municipality of Prebold, as well as the shortest time to reach 35 selected public facilities from the fire stations. The service areas of 0 to 3 minutes and 3 to 5 minutes provide adequate coverage of the municipality's northern, lowland, densely populated areas, while the southern, hilly areas are less well covered or uncovered. Within a 5-minute drive, the Prebold-Dolenja vas-Marija Reka PGD fire station can reach up to 31 public facilities.

GIS tools are also practical for studying and planning during present-day, often emergency situations, such as epidemics and migrations.

Key words: geographic information systems, transportation network analysis, fire stations, municipality of Prebold

Uvod

Večkrat nas zanima dosegljivost neke lokacije z vidika potovalnega časa ali potovalne razdalje. Kadar načrtujemo potovanje, uporabimo najrazličnejše spletne interaktivne aplikacije, na primer Google Zemljevidi. Za bolj sofisticirane analize pa obstajajo računalniški programi, ki omogočajo kompleksnejše nastavitve, na primer opredelitev parametrov transportnega omrežja in vozil, vstavljanje različnih ovir itd.

Primer takšne programske opreme je ArcGIS Pro podjetja Esri. To je široko uporaben plačljiv računalniški program, ki med drugim vključuje transportne mrežne analize, pri katerih ne gre le za ugotavljanje najboljših poti, ampak tudi storitvenih območij okrog objektov, računanje stroškovnih matrik med izvornimi in destinacijskimi objekti, optimalno usmerjanje voznega parka ter ugotavljanje ustreznih lokacij za najrazličnejše dejavnosti.

V okviru sorodne programske opreme ArcGIS Online obstaja tudi brezplačen spletni kartografski pregledovalnik, imenovan Map Viewer. Z njim je možno ustvariti interaktivne spletne zemljevide ter jih posredovati v skupno rabo. Med drugim omogoča dodajanje podatkovnih slojev, ugotavljanje lokacij (npr. najdi centroide, ustvari razvodja), analiziranje vzorcev (npr. najdi gruča), ugotavljanje bližine (npr. najdi najbližje), upravljanje podatkov (npr. prekrij sloje), razne meritve itd. Če imamo ustrezen računalnik, je možno tudi delo s 3D prizori. Pregledovalnik najdemo na spletni strani <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html>.

V našem primeru smo uporabili program ArcGIS Pro in njegovo razširitev Network Analyst, da bi ugotovili storitvena območja gasilskih postaj v občini Prebold ter časovno najkrajšo dosegljivost od gasilskih postaj do izbranih javnih objektov. Menimo namreč, da je pomembno, da so gasilske postaje oz. njihove storitve učinkovite za vse uporabnike v občini. To pomeni, da so locirane tako, da v čim krajšem času pokrijejo čim večje območje, za katero so kompetentne, ter da v ustreznem času servisirajo katerikoli objekt.

Občina Prebold ima 8 naselij, od tega 2 hribovski in 6 obcestnih. V občini je 6 gasilskih postaj. Skozi skrajni severni del občine poteka regionalna cesta, ki povezuje Žalec, Šempeter, Prebold in Šentrupert. Proti jugu se omenjena cesta povezuje z občino Trbovlje.

Metodološki vidik

Ugotavljanje storitvenih območij (angl. *Service Areas*) in računanje stroškovne matrike izvor–destinacija (angl. *Origin-Destination Cost Matrix*) spadata na področje prometnih mrežnih analiz. Naj omenimo, da so se na področju prometa takšni geografski informacijski sistemi (GIS), ki so raziskovalne narave, pojavili šele v poznih osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Takrat je prometni sektor postal zelo multidisciplinaren, GIS-i pa so že veljali kot vrhunska tehnologija za integracijo informacij (Church, 2002).

Storitveno območje je pravzaprav regija, ki zajema vse ceste, ki so dosegljive znotraj dane razdalje ali potovalnega časa od enega ali več objektov (Esri, b. d.). V našem primeru smo ugotavljali storitvena območja gasilskih postaj v okviru potovalnega časa 3 in 5 minut. Rezultat so poligoni, ki zajemajo vse ceste, ki jih je mogoče doseči v 3 in 5 minutah. Storitvena območja običajno uporabljamo, da bi vizualizirali in merili dostopnost. V našem primeru ugotavljamo,

katere javne objekte, kot so trgovine, šole in zdravstveni dom, je možno doseči znotraj 3 in 5 minut od gasilskih postaj in jih torej servisirati v doglednem času. Nekatere napredne nastavitve, ki jih je mogoče uporabiti pri analizi, so na primer:

- vključevanje odzivnega časa, ki ga porabijo urgentna vozila, preden izvozijo iz postaje,
- smer potovanja od objekta ali k objektu,
- upoštevanje hierarhije cest,
- poenostavitev poligonov,
- upoštevanje prepovedi, na primer prepoved vožnje za urgentna vozila.

Kot omenjeno, smo naše preučevanje nadgradili še z analizo stroškovne matrike izvor–destinacija (Esri 1, b. d.). Matrika stroškov je pravzaprav tabela, ki vsebuje potovalni čas in potovalno razdaljo od vsakega izvora (v našem primeru gasilske postaje) do vsake destinacije (v našem primeru javni objekti). Poleg tega v naraščajočem vrstnem redu razvršča destinacijske objekte, s katerimi se povezuje vsak izvorni objekt, in sicer glede na minimalni čas ali razdaljo, ki je potrebna za potovanje od tega izvora do posamezne destinacije. Ugotovljena je najboljša pot za vsak par izvor–destinacija, potovalni časi in potovalne razdalje pa so shranjeni kot atributni podatki prikazanih linij na karti. Čeprav so poti na karti prikazane z ravnimi linijami, pa vedno hranijo potovalni čas in potovalno razdaljo vzdolž prometnega omrežja. Preprosto povedano, s tovrstno analizo odgovorimo na vprašanje, katera gasilska postaja naj oskrbi določen objekt v občini Prebold. Nekatere napredne nastavitve, ki jih je možno uporabiti pri analizi, so na primer:

- največja sprejemljiva vrednost za potovalni čas in potovalno razdaljo (v našem primeru smo potovalni čas omejili na 5 minut),
- upoštevanje prometnih razmer,
- dodajanje točkovnih (npr. prometna nezgoda), linijskih (npr. protestni pohod po ulici) ali območnih ovir (npr. poplava).

Rezultati

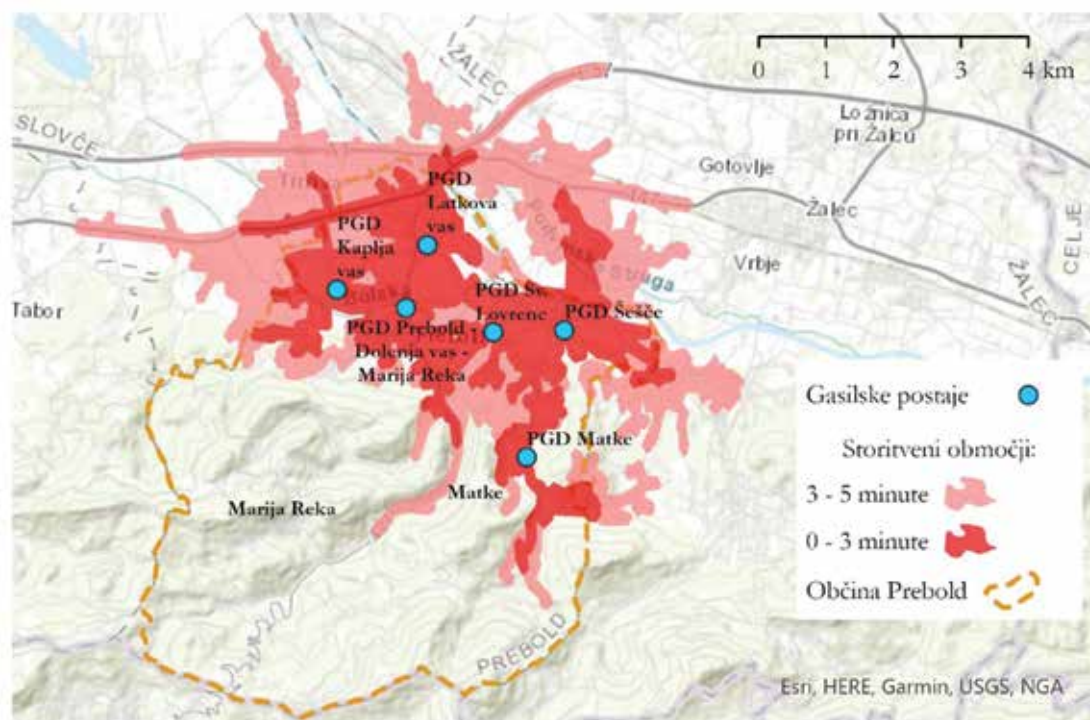
Slika 1 prikazuje rezultat analize storitvenih območij. Modri krogi predstavljajo šest gasilskih postaj v občini, rdeči poligoni zajemajo območje vseh cest, ki jih je mogoče doseči v maksimalno treh minutah od gasilskih postaj, svetlo rdeči poligoni pa območje cest, dosegljivih v petih minutah. Kot je razvidno, poligoni niso koncentrični krogi, saj niso upoštevane evklidske razdalje, ampak razdalje po cestni mreži. Tako so poligoni nepravilnih oblik. Na široko pokrivajo predvsem severne, torej nižje in gostejše naseljene predele občine, ki so dobro prepleteni s cestno

mrežo. Z ozkimi obrobnimi kraki pa se najbolj zajedajo v prostor na območjih cest višjega ranga in v hribovitih predelih z redkejšo cestno mrežo. Na cestah višjega ranga so dovoljene večje hitrosti, ceste pa so speljane bolj naravnost. V hribovitih predelih je manj možnosti za potek poti, saj je cestna mreža redka.

Z orodjem »clip«, pri čemer sta bila prekrita podatkovna sloja območja občine in storitvenih območij, je bilo izračunano, da lahko gasilska

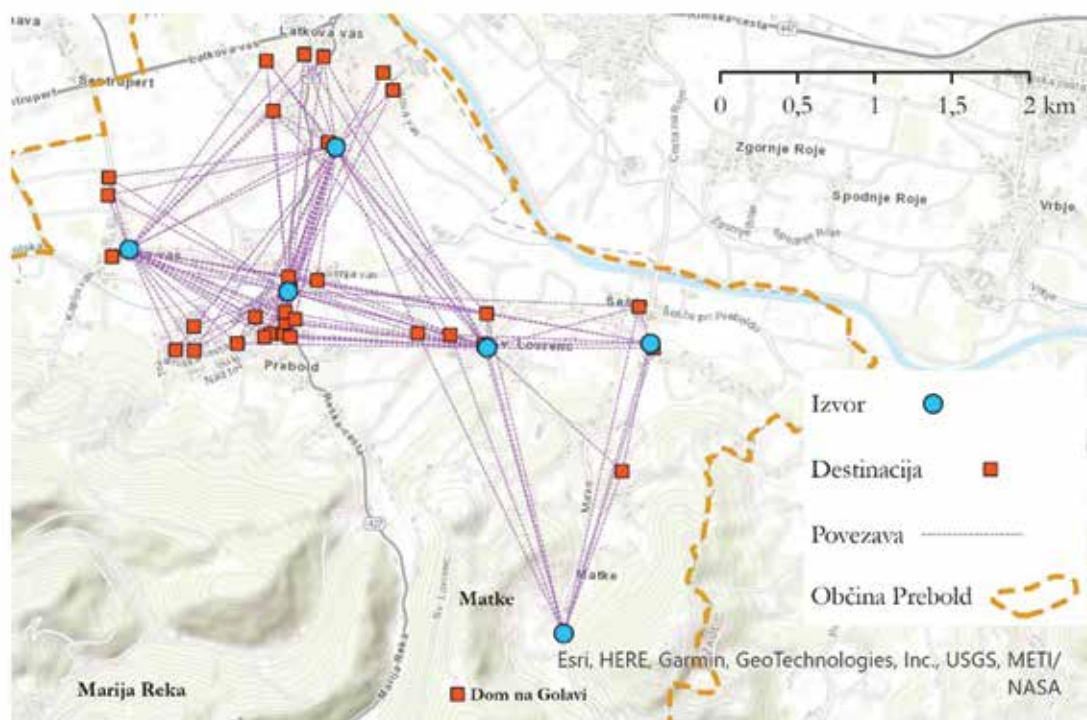
vozila v časovnem okviru 5 minut pokrijejo dobrih 35 % površine občine. Kot rečeno, gre predvsem za nižje severne predele občine. Gasilske postaje v tem času le delno pokrijejo razloženo hribovsko naselje Matke v jugovzhodnem delu občine. Ne pokrijejo pa obsežnega razloženega hribovskega naselja Marija Reka v jugozahodnem delu občine.

Slika 2 predstavlja kartografski prikaz rezultatov analize stroškovne matrike izvor–destinacija.



Slika 1: Storitvena območja gasilskih postaj v občini Prebold za časovni omejitvi 3 in 5 minut potovalnega časa

Avtorja vsebine in zemljevida: Klemen Prah in Ervin Suljanovič



Slika 2: Kartografski prikaz rezultatov stroškovne matrike za časovni okvir 5 minut potovalnega časa

Avtorja vsebine in zemljevida: Klemen Prah in Ervin Suljanovič

Vijoličaste premočrtne povezave podajo informacijo, katere javne objekte lahko servisira vsaka od gasilskih postaj znotraj 5 minut potovalnega časa. Nekatere javne objekte lahko servisira več gasilskih postaj. Največ od 35 obravnavanih javnih objektov, in sicer 31, lahko servisira PGD Prebold–Dolenja vas–Marija Reka, ki se nahaja v naselju Prebold in je tako najbližje številnim javnim objektom. PGD Latkova vas lahko servisira 30 objektov, PGD Sv. Lovrenc in PGD Kaplja vas po 26 objektov, PGD Šešče 10 objektov in PGD Matke 8 objektov. Razvidno je, da Dom na Golavi, ki se nahaja v spodnjem delu karte, ni dosegljiv znotraj 5 minut potovalnega časa niti za najbližjo gasilsko postajo PGD Matke.

Kot že zapisano, predstavlja stroškovno matriko izvor–destinacija tabela, ki je sestavni del podatkovnega sloja povezav, prikazanih na Sliki 2. Preglednica 1 prikazuje izsek iz stroškovne matrike, in sicer za gasilsko postajo PGD Šešče. Razvidno je, da se omenjena gasilska postaja poveže z desetimi javnimi objekti, ki so znotraj njenega 5-minutnega dosega. Najbližja je Trgovina in bistro As, ki je le 50 metrov oziroma 0,12 minute vstran in ima zaradi tega destinacijski rang 1. Najbolj je oddaljena Muzejska zbirka, in sicer 4,85 minute in ima destinacijski rang 10.

Sklep

Zgornji rezultati se zdijo realni, saj program ArcGIS Pro omogoča natančen izračun potovalnega časa in razdalj. Analizo lahko dodatno obogatimo še z vključitvijo prometnih razmer ob danem dnevu in uri. Na ta način prispevamo k večji realnosti rezultata. Nedvomno pa bi realnost rezultata povečala tudi navezava stika s predstavniki obravnavane občine in z gasilsko službo te občine.

Predstavljeno analizo gasilskih postaj in storitvenih območij v občini Prebold bi bilo dobro nadgraditi z ugotavljanjem smiselnosti in opredelitvijo lokacije za dodatno gasilsko postajo na hribovitem območju Marija Reke. Za takšno analizo bi uporabili še tretje iz sklopa orodij za prometne mrežne analize, in sicer orodje lokacija – alokacija (angl. *location – allocation*). Kot pove že samo ime, rešuje orodje dvojni problem, locira (angl. *locate*) objekte in hkrati objektom dodeli (angl. *allocate*) točke povpraševanja.

Orodja, ki jih omenjamo v članku, so zanimiva in uporabna tudi v sodobnih, nemalokrat kriznih družbenih razmerah. Tako lahko z njimi prispevamo k reševanju na primer sledečih problematik:

Preglednica 1: Prikaz stroškovne matrike izvor–destinacija na primeru gasilske postaje PGD Šešče

Izvor–destinacija	Destinacijski rang	Potovalni čas (min)	Potovalna razdalja (km)
PGD Šešče–Trgovina in bistro As	1	0,12	0,05
PGD Šešče–Frizerski studio Andrea	2	0,58	0,30
PGD Šešče–Trgovina ADAMIČ	3	2,07	1,46
PGD Šešče–Poslovno svetovanje	4	2,47	1,71
PGD Šešče–Geološke storitve	5	2,91	1,72
PGD Šešče–Gostilna Zmet	6	3,41	1,91
PGD Šešče–Hillside Bio Resort	7	3,61	1,20
PGD Šešče–Gostinstvo	8	4,26	2,12
PGD Šešče–Avtopralnica Herman	9	4,37	3,07
PGD Šešče–Muzejska zbirka	10	4,85	3,35

- storitvena območja nujne medicinske pomoči,
- ugotavljanje ustreznosti lokacij obstoječih zaklonišč in načrtovanje novih,
- načrtovanje zaloga pitne vode,
- načrtovanje humanitarnih akcij za begunce (npr. zbirni centri),
- določanje lokacij za izvajanje testiranja v primeru epidemij in učinkovita oskrba s testi.

Program ArcGIS Pro je eden od študentov uporabnikov takole pokomentiral: »Je zelo uporaben program tistim, ki ga seveda znajo uporabljati. Ko pa enkrat spoznamo njegove funkcije, nam odpre veliko novih načinov za analizo, interpretacijo in prikazovanje prostorskih podatkov.«

Viri in literatura

- Church, R. L. (2002). Geographical information systems and location science. *Computers & Operations Research*, 29(6), 541–562. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0305-0548\(99\)00104-5](https://doi.org/10.1016/S0305-0548(99)00104-5)
- Esri. (b. d.). Generate Service Areas. ArcGIS Pro. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/ready-to-use/itemdesc-generate-service-areas.htm>
- Esri. (b. d.). Generate Origin Destination Cost Matrix. ArcGIS Pro. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/ready-to-use/itemdesc-generateorigindestinationcostmatrix.htm>