

Predlog sistema za enovito zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru

Proposal for a Unified System for Detecting Physical Changes in the Environment

Luka Zaletelj, Primož Kete, Alen Mangafić, Mihaela Triglav Čekada, Andrej Mesner, Alen Šraj, Krištof Oštir, Ana Potočnik Buhvald, Andreja Švab Lenarčič

1 Uvod

Zaznava in interpretacija fizičnih sprememb v izbranem časovnem obdobju sta pomembni, saj imata lahko neposredne učinke na družbo, okolje, gospodarstvo in prostor okoli nas. Poleg tega je evidentiranje sprememb v čim krajšem času od njihovega pojava v prostoru ključnega pomena za zagotavljanje ažurnosti prostorskih evidenc ter spremljanje in nadzor posegov v prostoru. Relevantnost obravnavane tematike je prepoznana tudi v Zakonu o urejanju prostora (ZUreP-3), ki uvaja monitoring posegov v prostoru in evidentiranje zaznanih sprememb. V zadnjih letih, zlasti v sklopu ministrstva, pristojnega za prostor, in organov v njegovi sestavi, poteka v Sloveniji več operativnih projektov na temo zaznave sprememb v prostoru (Mangafić, Skumavc in Mivšek, 2021; Kete in Tič, 2023; Novak in Mangafić, 2024). Na bolj konceptualni ravni je bila tematika obravnavana tudi v projektu ciljnega raziskovalnega programa (CRP) V2-24072 z naslovom *Razvoj sistema za enovito zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru z umetno inteligenco* (Triglav Čekada et al., 2025), izsledki katerega so strnjeno predstavljeni v tem prispevku.

Danes obstaja veliko virov in tehnologij, ki nam s svojo ažurnostjo, zmožnostjo obdelave in analize s strojnimi učenjem in umetno inteligenco omogočajo zaznavo sprememb v zelo kratkem času. Mednje uvrščamo tudi satelitske posnetke, ki so doslej še razmeroma neizkoriščena alternativa državnim virom daljinskega zaznavanja, tj. izdelkom cikličnega aerofotografiranja Slovenije (CAS) in laserskega skeniranja Slovenije (LSS in CLSS).

Glavni namen, kot tudi osnovni cilj CRP-projekta, je bila zasnova koncepta sistema za enovito zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru v Sloveniji, ki uporablja različne vire in tehnologije za zaznavo sprememb, podpira različne uporabnike v javnem sektorju in je fleksibilen z vidika razpoložljivih virov, tehnologij ter vsebinskih zahtev uporabnikov.

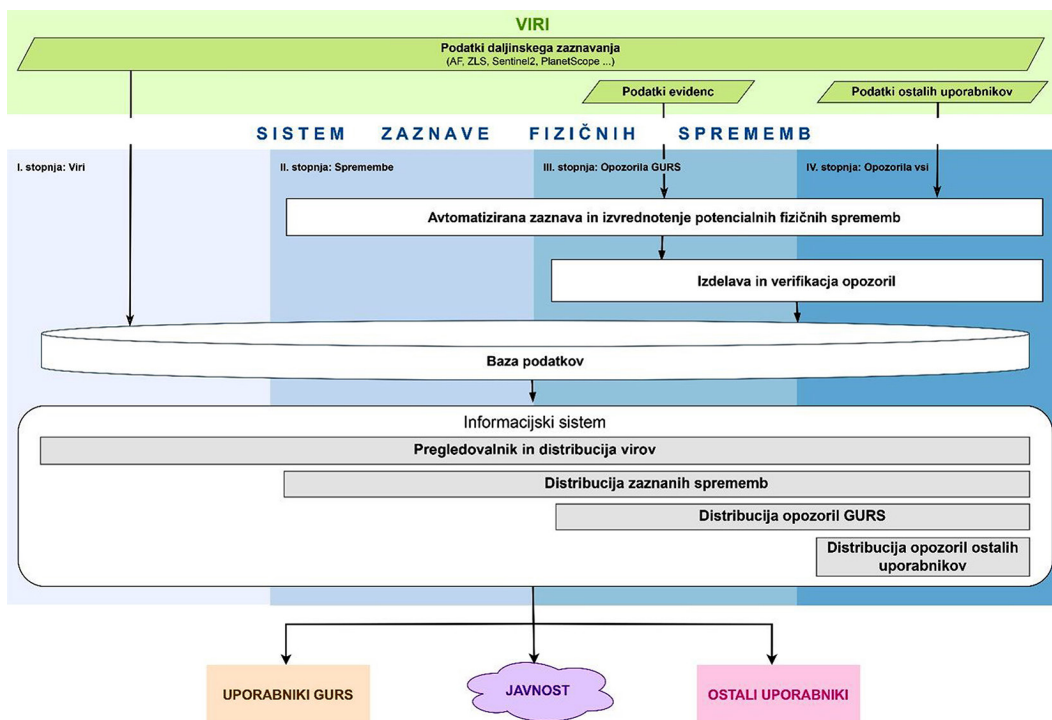
2 Sistem za enovito zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru in satelitski posnetki

Področje zaznavanja fizičnih sprememb v prostoru je v Sloveniji umeščeno v širšo zgodbo sistema monitoringa prostora (SiM), ki je bil leta 2022 zasnovan v projektu Pilot MOP (Mangafić et al., 2022). Vzvod za oblikovanje sistema monitoringa je 275. člen že navedenega Zakona o urejanju prostora (ZUreP-3). V skladu z določili tega člena je ministrstvo, pristojno za prostor, glavni akter, ki zagotavlja monitoring posegov v prostor za potrebe nadzora nad njim in evidentiranje sprememb. Sistem monitoringa prostora je

sredstvo za doseg tega cilja in med drugim temelji na avtomatizirani zaznavi in evidentiranju sprememb v prostoru ob podpori metod in virov daljinskega zaznavanja.

V okviru CRP-projekta razviti sistem za enovito zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru je logično nadaljevanje, dopolnitev oziroma nadgradnja dela sistema monitoringa prostora (SiM), ki obravnava spremembe na podlagi daljinskega zaznavanja. Predlog novega sistema temelji na konceptu »iz velikega v malo«. V skladu z navedenim konceptom je zaznava fizičnih sprememb sprva izvedena na virih daljinskega zaznavanja z nižjo prostorsko ločljivostjo (na primer satelitskih posnetkih nižje ločljivosti). Če raven podrobnosti rezultatov za posamezno nalogo ni ustrezna, se nadaljnji postopek zaznave in iz vrednotenja dopolni z uporabo virov vse višje prostorske ločljivosti (na primer satelitskih posnetkov višje ločljivosti, aerofotografiranje, zračnega laserskega skeniranja, posebnih snemanj ...). Predlagani sistem je namenjen akterjem javne uprave, ki tovrstne prostorske podatke potrebujejo, pri čemer so za zagotavljanje dolgoročnega delovanja sistema ključni medresorsko sodelovanje, oblikovanje partnerstev in participacija udeležencev v sistemu.

Shematski prikaz koncepta sistema je sestavljen iz treh elementov (slika 1). Prvi element, na samem vrhu, so vhodni viri podatkov. Mednje uvrščamo podatke daljinskega zaznavanja – posnetke aerofotografiranja, zračnega laserskega skeniranja ter satelitske posnetke visoke in zelo visoke ločljivosti, zlasti Sentinel-2 in PlanetScope. Med viri so predvideni tudi različni podatki evidenc Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS) in ostalih uporabnikov sistema, ki so opcijsko del sistema in se uporabljajo kot podporni oziroma primerjalni sloji v postopku zaznave fizičnih sprememb.



Slika 1: Logična shema predloga sistema za zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru.

Drugi element sheme, v njeni sredini, je sam sistem zaznave fizičnih sprememb, ki je zasnovan večstopenjsko (v štirih stopnjah). Vsaka nadaljnja stopnja pomeni nadgradnjo prejšnje in vsebuje vse elemente ponudbe prejšnjih stopenj. Večstopenjska zasnova sistema omogoča njegovo prilagajanje potrebam uporabnikov, kar pomeni, da se sistem ne izvaja nujno na vsebinsko najbogatejši in tehnično kompleksni četrtri stopnji.

Prva stopnja sistema predvideva hrambo in distribucijo vhodnih virov v bazi podatkov, ki so nato preko informacijskega sistema na razpolago uporabnikom. Druga stopnja poleg dostopa do virov s prve stopnje predvideva postopek avtomatizirane zaznave in izvrednotenja potencialnih fizičnih sprememb, katerih rezultat je nato distribuiran med uporabnike sistema. V tretji stopnji korak dlje pomeni vpeljava podatkov evidenc Geodetske uprave v postopek avtomatizirane zaznave fizičnih sprememb, kar omogoča izdelavo opozoril in verifikacijo njihove relevantnosti z vidika posamezne evidence (na primer relevantnosti zaznane fizične spremembe za potrebe katastra nepremičnin). Rezultati tretje stopnje so namenjeni predvsem uporabnikom na Geodetski upravi. Četrta stopnja je vsebinsko in tehnično enaka tretji, le da so v sistem, kot uporabniki, vključeni tudi ostali zainteresirani akterji javne uprave. Sistem zaznave na tej stopnji temelji na vhodnih virih podatkov oziroma evidencah teh uporabnikov, ki služijo kot primerjalni sloji za izdelavo posameznim uporabnikom prilagojenih opozoril. Tretji element, na dnu sheme, so že navedeni uporabniki rezultatov sistema. Razlikujemo med uporabniki na strani Geodetske uprave, javnostjo in drugimi uporabniki iz javne uprave.

Eden pomembnejših gradnikov sistema so brezplačni (na primer Sentinel-2) in plačljivi satelitski posnetki (na primer PlanetScope). Satelitski posnetki se med seboj in v primerjavi z drugimi viri daljinskega zaznavanja razlikujejo po časovni in prostorski ločljivosti. V primerjavi z državnimi viri daljinskega zaznavanja satelitski posnetki praviloma ponujajo višjo časovno, a nižjo prostorsko ločljivost. Pri satelitskih posnetkih Sentinel-2 se podatki zajemajo tedensko (približno na pet dni), pri PlanetScopeu pa dnevno, kar je občutno pogostejše od večletne frekvence obnavljanja državnih virov daljinskega zaznavanja (na primer CAS). Nasprotno je prostorska ločljivost slednjega izrazito višja od ločljivosti posnetkov Sentinel-2 (10-metrška) in PlanetScope (približno 3-metrška), ki ju prikazuje slika 2 (Potočnik Buhvald et al., 2024).



Slika 2: Primerjava prostorske ločljivosti satelitskih posnetkov Sentinel-2 in PlanetScope.

Na podlagi analize njihovih lastnosti in zmogljivosti (zelo visoka prostorska ločljivost, skoraj dnevno obnavljanje) so bili naročniku projekta predlagani najustreznejši ponudniki satelitskih posnetkov za skupno uporabo v javni upravi. Posledično je Geodetska uprava, v sodelovanju s Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (UL FGG), vstopila v postopek nakupa licence za dostop do teh satelitskih posnetkov in zagotovila pravice uporabe. Dostop do satelitskih posnetkov je namenjen zainteresiranim akterjem javne uprave, ki ustrezajo licenčnim pogojem. Cilj je, da v sistem skupnega dostopa do satelitskih posnetkov v prvem letu vstopijo zainteresirane javne institucije in da se preveri njihova uporabnost za dolgoročno zagotavljanje dostopa do teh satelitskih posnetkov.

3 Analiza potreb možnih uporabnikov satelitskih posnetkov v javni upravi

Čeprav so bili prvi koraki za zagotovitev skupnega dostopa do satelitskih posnetkov že narejeni, se dolgoročna stabilnost dostopa lahko doseže zgolj z medresorskim sodelovanjem in participacijo zainteresiranih akterjev javne uprave. Posledično je pri razvoju sistema, ki vključuje satelitske posnetke, ključen uvid, koliko potencialni uporabniki sistema že uporabljajo te posnetke, identifikacija ključnih prednosti, slabosti, priložnosti, želja in potreb ter poizvedba po pripravljenosti uporabnikov za sodelovanje. Zato smo z anketnim vprašalnikom, kasneje tudi nestrukturiranimi intervjuji, v okviru CRP-projekta iskali odgovore na ta vprašanja. Spletno anketiranje v okolju 1ka je potekalo med aprilom in julijem 2025. K sodelovanju smo pozvali predstavnike ustreznih institucij javne uprave (tj. ministrstev, organov v njihovi sestavi, mestnih občin, zavodov ...) ter skupno zbrali 67 izpolnjenih anket, od tega jih je bilo 57 izpolnjenih v celoti in 10 delno. S petimi zainteresiranimi institucijami smo v juniju in juliju 2025 izvedli tudi poglobljene nestrukturirane intervjuje, v katerih smo podrobneje obravnavali vsebino anketnega vprašalnika in preučili posebnosti posamezne institucije pri uporabi satelitskih posnetkov.

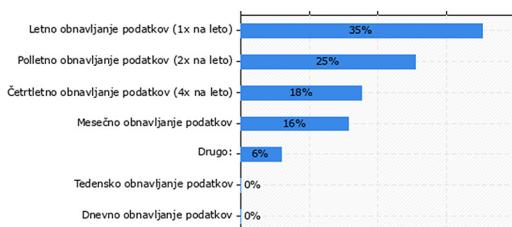
Anketni vprašalnik je bil sestavljen iz treh sklopov. V prvem nas je zanimalo delo anketirancev v povezavi s proučevanjem fizičnih sprememb, viri, ki jih za to uporabljajo, ter njihove potrebe. V drugem sklopu smo pozornost usmerili v uporabo satelitskih posnetkov s strani anketirancev, razloge za (ne)uporabo in prepoznane prednosti oziroma slabosti. V tretjem sklopu nas je zanimal odnos anketirancev do predlaganega sistema za zaznavanje fizičnih sprememb, skupnega dostopa do satelitskih posnetkov, želeli smo tudi pridobiti prve informacije o njihovi pripravljenosti za sodelovanje.

Uvodoma, v prvem sklopu anketnega vprašalnika, smo pridobili informacije o konkretnih primerih nalog, pri katerih anketirance zanimajo fizične spremembe v prostoru. V širokem naboru nalog razlikujemo med primeri, kjer anketirance zanima zgolj presečno stanje (na primer prisotnost infrastrukture za pešce in kolesarje zaradi zagotavljanja dostopnosti), ter primeri, kjer je zanimiv predvsem razvoj pojava v daljšem časovnem obdobju (na primer spremembe kmetijske rabe). Z vidika vrst fizičnih sprememb največji delež anketirancev (72 %) zanima zaznavanje stavb, nekoliko manj, a še vedno več kot polovico, tudi zaznavanje utrjenih površin (58 %) in sprememb vegetacije (55 %).

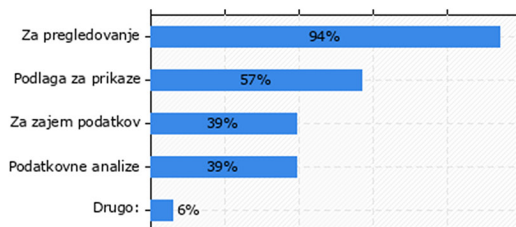
Pri obravnavi fizičnih sprememb v prostoru kot vir podatkov velika večina anketirancev (77 %) uporablja državne podatke daljinskega zaznavanja (tj. CAS in lidarske podatke). Ostali v ta namen uporabljajo alternativne vire podatkov, na primer posnetke Google Maps/Earth, razna terenska poročila, geodetske posnetke in druge dostopne podatkovne sloje. Med načini uporabe državnih (in alternativnih) virov prevladuje uporaba za potrebe pregledovanja ali kot podlaga za prikaz, bolj aktivna uporaba (na primer

uporaba za zajem podatkov, podatkovne analize) pa je zastopana zgolj pri manjšini anketirancev (slika 3). Uporabniki državnih virov kot eno izmed glavnih slabosti izpostavljajo njihovo časovno ločljivost. Kar 69 % anketirancev meni, da pogostost osveževanja teh podatkov ni zadostna, pri čemer bi si želeli vsaj letno (35 %) ali polletno (25 %) obnavljanje podatkov (slika 3). Prostorska ločljivost fizičnih sprememb, s katerimi se ukvarjajo anketiranci, je zelo raznolika, a vseeno je zaznati prevlado površinsko manjših sprememb (od nekaj m² do 100 m²), ki zanimajo skoraj polovico anketirancev. Predlagani sistem za zaznavo fizičnih sprememb v četrti stopnji odpira tudi možnost priprave prilagojenih izdelkov oziroma opozorilnih slojev za udeležence sistema, kar bi dobra polovica anketirancev pri svojem delu potrebovala. Podobno bi večini koristile že nekatere osnovnejše selekcije relevantnih podatkov, na primer zgolj spremembe nad določenim velikostnim pragom ali spremembe na prioritetnih območjih.

a) Potrebe po časovni ločljivosti podatkov



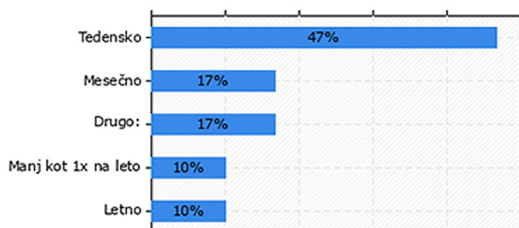
b) Način uporabe državnih virov daljinskega zaznavanja



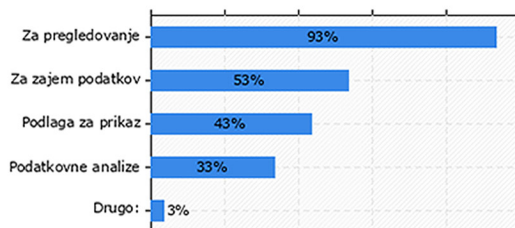
Slika 3: Potrebe anketirancev po časovni ločljivosti podatkov daljinskega zaznavanja (a) in trenutni način uporabe državnih virov daljinskega zaznavanja (b).

V drugem sklopu vprašalnika smo v ospredje postavili odnos anketirancev do satelitskih posnetkov. Ugotovili smo, da je med njimi enaka zastopanost tistih, ki so satelitske posnetke že uporabili pri svojem delu, in tistih, ki jih (še) niso. Kot glavni razlog za neuporabo satelitskih posnetkov so izpostavili nepoznavanje razpoložljivosti, lastnosti in/ali načina uporabe. Le redki so menili, da za njihovo delo niso oziroma ne bi bili potrebni. Med uporabniki satelitskih posnetkov prevladuje uporaba satelitskih posnetkov Sentinel-2, Landsat in PlanetScope. Pri prvih dveh so podatki brezplačni, satelitski posnetki PlanetScope pa so plačljivi, kar kaže na smotrnost vključitve uporabnikov plačljivih podatkov v sistem skupnega dostopa do satelitskih posnetkov, kar omogoča racionalnejšo porabo finančnih virov. Zanimiva je tudi pogostost uporabe teh posnetkov med uporabniki (slika 4). Prevladuje redna uporaba – slaba polovica satelitske posnetke uporablja tedensko, redkejša uporaba pa je manj zastopana (mesečno, manj kot enkrat letno in letno po 10 % uporabnikov satelitskih posnetkov). Skoraj vsi uporabniki satelitske posnetke uporabljajo vsaj za potrebe pregledovanja, več kot polovica pa tudi za zajem podatkov (slika 4). Slednji način uporabe je še posebej zanimiv, saj pri uporabnikih državnih virov daljinskega zaznavanja ni v ospredju (sliki 3b in 4b). Glavno prednost satelitskih posnetkov anketiranci prepoznajo v njihovi uporabni vrednosti za dodaten vir podatkov ter visoki časovni ločljivosti. Nasprotno sta glavni slabosti nižja prostorska ločljivost ter potencialna cena plačljivih posnetkov. Rešitev za nižjo prostorsko ločljivost bi v okviru skupnega dostopa lahko bilo ločeno naročilo satelitskih posnetkov SkySat (približno 70-centimeterska ločljivost), ki so v primerjavi s posnetki PlanetScope (približno 3-meterska ločljivost) bližje prostorski ločljivosti državnemu ortofotu (50- oziroma 25-centimeterska ločljivost), a bi nakup zahteval dodaten finančni vložek (Švab Lenarčič, 2021). Zadnjo slabost, tj. potrebo po dodatnem usposabljanju uporabnikov, ki so jo izpostavili vsi intervjuvanci, je mogoče enostavno rešiti z organizacijo različnih tipov izobraževanj za zainteresirane uporabnike sistema.

a) Pogostost uporabe satelitskih posnetkov

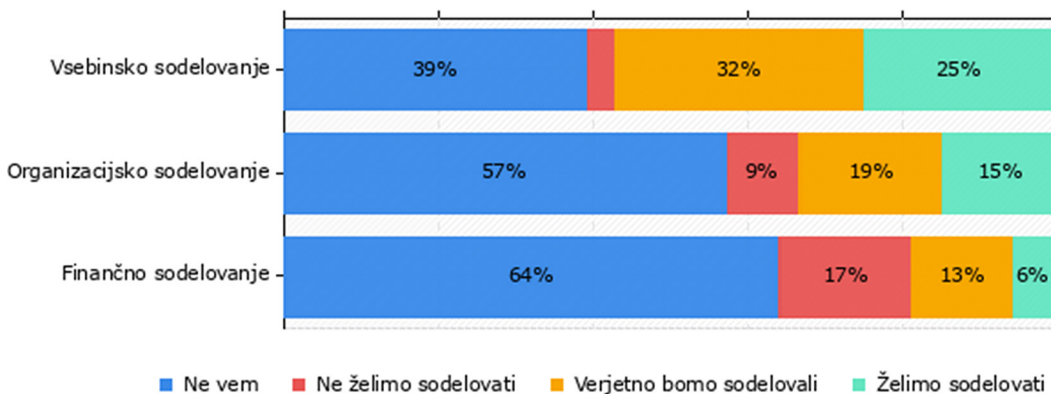


b) Način uporabe satelitskih posnetkov



Slika 4: Pogostost (a) in način uporabe (b) satelitskih posnetkov med anketiranci.

V zadnjem, tretjem sklopu nas je zanimal odnos anketirancev do predlaganega sistema za zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru, skupnega dostopa do satelitskih posnetkov ter prve informacije o pripravljenosti za sodelovanje v sistemu. Idejo o skupnem dostopu do satelitskih posnetkov podpirajo skoraj vsi anketiranci (97 %), pri načinu participacije pa je zaznati večjo zadržanost. Anketiranci so najbolj naklonjeni vsebinskemu sodelovanju, manj organizacijskemu in pričakovano najmanj finančnemu sodelovanju, a je pri vseh oblikah največ neopredeljenih anketirancev (slika 5). Tudi sistem zaznavanja fizičnih sprememb ima visoko podporo anketirancev, pri čemer bi skoraj vsi v sistemu sodelovali vsaj kot uporabniki. Pri manjšini anketirancev, ki bi v sistemu sodelovali kot udeleženci pri snovanju in/ali upravljanju, sam način participacije ostaja precej nedorečen. Najbolj dobrodošlo funkcijo sistema anketiranci prepoznajo v enostavnem in uporabniku prilagodljivem pregledovalniku satelitskih posnetkov, velik pomen pa pripisujejo tudi zagotavljanju izbranih vrst fizičnih sprememb v prostoru, prilagojenih opozoril in dostopu do satelitskih posnetkov z možnostjo prenosa. Pričakovanja kažejo tudi na interes za hitro vzpostavitev sistema, saj dobra polovica anketirancev (51 %) pričakuje vzpostavitev v roku dveh let, slaba petina (19 %) celo v roku enega leta.



Slika 5: Pripravljenost anketirancev za sodelovanje pri vzpostavitvi skupnega dostopa do satelitskih posnetkov.

Zadnji izziv analize potreb morebitnih uporabnikov je bila razvrstitev anketiranih organizacij v posamezne stopnje predlaganega sistema. Stanje ni črno-belo, saj je pri večini organizacij odgovore zabeležilo več anketirancev, hkrati to niso nujno uradna in končna stališča posameznih organizacij. Kljub temu je na podlagi izračuna deležev odgovorov, ki nakazujejo pripadnost posamezni stopnji, mogoče razbrati, da potrebe večine anketiranih organizacij spadajo bodisi v prvo (zgolj dostop do

virov) ali četrto stopnjo sistema (uporabnikom prilagojena opozorila), kar je pomembno izhodišče za nadaljnji razvoj sistema.

4 Zaključek

Učinkovito zaznavanje in interpretacija fizičnih sprememb v čim krajšem času po dogodku sta pomemben korak k nadzoru posegov v prostoru in zagotavljanju ažurnosti evidenc.

V okviru CRP-projekta razvit predlog sistema za enovito zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru v Sloveniji je logična nadgradnja dela sistema monitoringa prostora (SiM). V okviru večstopenjske zasnove, ki omogoča prilagajanje ponudbe sistema potrebam in željam uporabnikom, predvideva tudi postopno zaznavo fizičnih sprememb z uporabo virov vse višje prostorske ločljivosti (koncept »iz velikega v malo«). Sistem, namenjen zainteresiranim akterjem javne uprave, kot enega izmed gradnikov predvideva tudi uporabo satelitskih posnetkov, ki v primerjavi z državnimi viri daljinskega zaznavanja praviloma ponujajo višjo časovno, a nižjo prostorsko ločljivost. Na Geodetski upravi so v začetku letošnjega leta že sklenili pogodbo za enoletni dostop do satelitskih posnetkov PlanetScope, ki so bili prepoznani kot najprimernejši za skupno uporabo v javni upravi.

Dolgoročna stabilnost skupnega dostopa do satelitskih posnetkov in sistema je odvisna od uspešnega medresorskega sodelovanja in participacije zainteresiranih deležnikov. S tem namenom smo z anketnim vprašalnikom in petimi nestrukturiranimi intervjuji izvedli analizo trenutne uporabe teh posnetkov s strani potencialnih uporabnikov, prepoznanih prednosti, slabosti in želja uporabnikov ter pripravljenosti za sodelovanje. Ugotovili smo, da se anketiranci ukvarjajo z zaznavo različnih vrst fizičnih sprememb v prostoru, s poudarkom na zaznavanju stavb in utrjenih površin. Za proučevanje fizičnih sprememb velika večina uporablja državne vire daljinskega zaznavanja, le peščica alternativne. Kot glavno slabost uporabljenih virov daljinskega zaznavanja anketiranci omenjajo nizko časovno ločljivost, visoka časovna ločljivost pa je ena izmed glavnih prednosti satelitskih posnetkov. Slednje polovica anketirancev že uporablja, glavni razlog za njihovo neuporabo pa je nepoznavanje njihove razpoložljivosti, lastnosti in/ali načina uporabe, kar je mogoče nasloviti z ustreznim informiranjem in vseživljenjskim učenjem. Interes za vzpostavitev skupnega dostopa do satelitskih posnetkov oziroma širšega sistema za zaznavanje fizičnih sprememb je med akterji javne uprave velik, manj dorečen pa je način njihove participacije. Anketiranci so najbolj naklonjeni vsebinski, manj organizacijski in najmanj finančni participaciji, pri čemer prevladujejo neopredeljeni. Na podlagi odgovorov velika večina anketirancev potrebuje bodisi zgolj dostop do virov (prva stopnja sistema) ali njihovim nalogam prilagojene opozorilne sloje (četrta stopnja sistema). V naboru funkcij sistema, ki naj bi bil po pričakovanjih anketirancev vzpostavljen v roku nekaj let, bi si velika večina želela tudi enostaven pregledovalnik satelitskih posnetkov.

ZAHVALA

Delo je nastalo v okviru CRP-projekta V2-24072, ki sta ga financirali Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS) in Geodetska uprava Republike Slovenije (GURS).

Literatura in viri:

- Kete, P., Tič, K. (2023). Pokritost tal v DTM. Poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije.
- Mangafič, A., Skumavc, T., Mivšek, E. (2021). Zajem in shranitev podatkov o novih in spremenjenih stavbah za tretjino območja Slovenije. Zaključno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije.
- Mangafič, A., Tič, K., Kete, P., Šanca, S., Skumavc, T., Černe, T., Jensterle, U., Mivšek, E. (2022). Monitoring prostora: Področje 4 (Infrastruktura). Zaključno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije.
- Novak, N., Mangafič, A. (2024). Izvedba razvojnih in strokovno tehničnih nalog na področju urejanja prostora 2024: zajem podatkov monitoringa posegov v prostor – poročilo identifikacije potencialno nelegalnih in s prostorskimi akti neskladnih gradbenih posegov v prostor, ki jih je mogoče identificirati kot utrjene površine. Poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije.
- Potočnik Buhvald, A., Oštir, K., Kraševac, R., Jančar, T. (2024). Analiza časovnih vrst Sentinel-2 in PlanetScope za detekcijo košenj na presihajočem Cerkniskem jezeru (2017–2023). V M. Breg Valjavec (ur.), R. Ciglič (ur.), D. Perko (ur.), L. Štut (ur.), J. Tiran (ur.), M. Zorn (ur.), Digitalne vezi. GIS v Sloveniji (št. 17, str. 155–167). Ljubljana: Založba ZRC.
- Švab Lenarčič, A. (2021). Zelo visokoločljivi satelitski posnetki kot dopolnila k državnim ortofotom (DOF). Geodetski vestnik, 65 (4), 630–637.
- Triglav Čekada, M., Kete, P., Mangafič, A., Zaletelj, L., Oštir, K., Potočnik Buhvald, A., Šraj, A., Mesner, A. (2025). Razvoj sistema za enovito zaznavanje fizičnih sprememb v prostoru z umetno inteligenco. Končno poročilo. Ljubljana: Geodetski inštitut Slovenije. https://gis.si/wp-content/uploads/2025/10/CRP_V2_24072_koncno_porocilo_150dpi.pdf, pridobljeno 11. 2. 2026.

Luka Zaletelj, mag. geogr.

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: luka.zaletelj@gis.si

Primož Kete, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: primoz.kete@gis.si

Alen Mangafič, mag. prost. načrt.

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: alen.mangafic@gis.si

doc. dr. Mihaela Triglav Čekada, univ. dipl. inž. geod.

Geodetski inštitut Slovenije
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: mihaela.triglav@gis.si

Andrej Mesner, univ. dipl. inž. geod.

IGEA, d. o. o.
Podpeška cesta 1, SI-1351 Brezovica pri Ljubljani
e-naslov: andrej.mesner@igea.si

Alen Šraj, mag. inž. geod. in geoinf.

IGEA, d. o. o.
Podpeška cesta 1, SI-1351 Brezovica pri Ljubljani
e-naslov: alen.sraj@igea.si

prof. dr. Kristof Oštir, univ. dipl. inž. fiz.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: kristof.ostir@fgg.uni-lj.si

asist. dr. Ana Potočnik Buhvald, mag. inž. geod. in geoinf.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: ana.potocnik-buhvald@fgg.uni-lj.si

dr. Andreja Švab Lenarčič, univ. dipl. inž. geod.

Geodetska uprava Republike Slovenije
Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana
e-naslov: andreja.svab-lenarctic@gov.si