



## Swiss Geoinformation Strategy and Implementation

---

Christine Najar

### ABSTRACT

Geoinformation is becoming increasingly important for decisions in politics, the economy, civil society and everyday life. Geoinformation, as a part of digitisation, is accelerating the transition to a knowledge society. In addition, digitisation increases the availability and versatility of spatially referenced data, giving users new opportunities to gain relevant knowledge from data. The geoinformation ecosystem thus contributes to the protection of space and the environment, to the safeguarding of social interests, to an efficient economy and to a stable government.

The Swiss Federal administration and semi-public organisations supply geodata and geoservices in a variety of ways and with the aid of differing infrastructure. In order to ensure that all interest groups are able to access this data and these services quickly and efficiently, a common strategy and effective coordination are essential. The Coordinating Agency for Federal Geographic Information (GCG) is responsible for this. At the operational level, this task is performed by the Coordination, Geo-Information and Services division (COGIS) of swisstopo. The Federal Council (on 11.Dec 2020) and the Swiss Conference of Directors of Construction, Planning and Environment BPUK (on 17.Sept 2020) have approved the Strategy Geoinformation Switzerland".

Together with all stakeholders, the «Swiss Geoinformation Strategy» aims to make reliable, detailed, up-to-date and interoperable geoinformation accessible. It should be made available to all users in a simple, interlinked manner and, where appropriate, in real time.

With the vision: »From Geodata to Knowledge: interlinked and geolocated information for Switzerland«, the geoinformation community is given its direction in which it should develop. The seven fields of action define the main trends of geoinformation activities for the coming years. These activities are intended to achieve positive impacts that maximise the benefits of geoinformation. The seven fields of action are:

- Promoting the Geoinformation Ecosystem
- Linking Geodata
- Facilitating Processes
- Developing Geodata Science
- Promoting Innovation
- Build and Strengthen Competencies
- Develop Digital Platform

Currently, the 3rd yearly implementation plan is in discussed by a consortium of Federal offices, cantons and communes.

**KEYWORDS:** geoinformation strategy, coordination, implementation, swisstopo, geodata

---

**Dr. Christine Najar**

Federal Office of Topography - swisstopo

e-mail: [christine.najar@swisstopo.ch](mailto:christine.najar@swisstopo.ch)



## **Pojmovanje prostora z vidika načrtovanja, graditve in evidentiranja nepremičnin Spatial conception from perspective of planning, construction and real estate record**

Miha Gamse, Peter Novak, Zala Bokal

### **POVZETEK**

Pogledi na temeljne stične vsebine in entitete (parcela, stavba – nepremičnina) načrtovanja, graditve in evidentiranja nepremičnin se razlikujejo. Glavni akterji, vpeti v omenjene procese; prostorski načrtovalec, projektant in geodet, pri svojem delu s stališč strok naslavljajo iste temeljne vsebine prostora, njihov pogled in razumevanje izhodiščnih entitet pa med seboj lahko odstopajo.

V proces življenja nepremičnine so vključeni vsi – geodet, prostorski načrtovalec in projektant. Proces temelji na geodetskih podlagah, se vzpostavlja s prostorskim načrtovanjem in skozi pripravo gradbene dokumentacije ter vzdržuje z evidentiranjem. Brez geodetovega dela si praktično ni mogoče zamisliti načrtovanja prostora, saj predstavlja njegovo začetno fazo. Prostorski načrtovalci načrtujejo razvoj z izdelavo strateških in izvedbenih načrtov, kjer jim parcela predstavlja osnovni gradnik. Za projektanta je ključno, da ob upoštevanju zanj relevantne zakonodaje, zasnuje ter umesti stavbo na parcelo. Na koncu geodet, ob upoštevanju zanj relevantne zakonodaje, nepremičnino evidentira.

Zaradi narave in predmeta dela, zaradi ne vedno usklajenih zakonskih določil, so pogledi in razumevanje nepremičnine, oz. osnovnih entitet, različna. Družno z mestoma neusklajenimi definicijami in porazdeljenostjo zakonskih podlag ter institucionalne odgovornosti, to prinaša predvsem oteženo koordinacijo, pretok podatkov in informacij med akterji. Tudi to je delni krivec, da postopki ne potekajo vedno usklajeno, hkrati pa povečuje tveganje za nastanek napak, anomalij idr.

Izkazuje se potreba po usklajenem razumevanju, ki bo omogočalo, da bo življenjski proces nepremičnin povezan - tako vsebinsko kot informacijsko. Rešitev je v poenotenem več razsežnostnem razmišljanju in delovanju, ki pa ni le prostorsko-časovno opredeljeno, ampak predstavlja vsebinsko povezano delovanje ključnih akterjev, ki morajo poenotiti poglede na osnovni entiteti.

V prispevku bomo poskušali razčleniti in analizirati različne vidike na stične entitete prostora, s katerimi operirajo prostorski načrtovalci, projektanti in geodeti ter podati predloge izboljšav

**KLJUČNE BESEDE:** Nepremičnina, Parcela, Stavba, Prostorsko načrtovanje, Graditev, Evidentiranje nepremičnin

---

**Zala Bokal**

Ministrstvo za naravne vire in prostor, Dunajska cesta 48, 1000 Ljubljana

e-naslov: [zala.bokal@gov.si](mailto:zala.bokal@gov.si)

**Miha Gamse**

Ministrstvo za naravne vire in prostor, Dunajska cesta 48, 1000 Ljubljana

e-naslov: [miha.gamse@gov.si](mailto:miha.gamse@gov.si)

**Peter Novak**

Ministrstvo za naravne vire in prostor, Dunajska cesta 48, 1000 Ljubljana

e-naslov: [peter.novak07@gov.si](mailto:peter.novak07@gov.si)



## Visokoločljivi državni podatki daljinskega zaznavanja National high-resolution remote sensing data

Vasja Bric, Katja Oven, Peter Prešeren

### POVZETEK

Prve metrične aerofotografije, ki jih hranila Geodetska uprava RS (GU) in so že v Arhivu RS (ARS), so iz leta 1943. Naslednje so bile zajete 10 let kasneje, ko jih je na območju naše države fotografiral Vojnogeografski inštitut iz Beograda (VGI), ki je to dejavnost opravljal do leta 1970. Tega leta je bila v okviru Geodetskega zavoda RS (GZS) ustanovljena lastna služba za aerofotografiranje. GZS je to dejavnost opravljal do leta 2006, ko je bilo Ciklično aerofotografiranje Slovenije (CAS) prvič izvedeno z velikoformatnim digitalnim fotoaparatom. Od takrat naprej zajem podatkov v projektu CAS izvajajo pretežno tuja podjetja, ki uporabljajo vedno bolj zmogljive digitalne aerofotoaparate. Pri izvedbi zajema in obdelavi zajetih podatkov vedno sodelujejo tudi slovenska podjetja.

Aerofotografije, ki so v zbirki GU, delimo v tri sklope: Posebno aerofotografiranje Slovenije od leta 1943 do leta 1974 (PAS1), CAS od leta 1975 do danes in Posebno aerofotografiranje Slovenije od leta 1975 do danes (PAS2). V CAS vključujemo vsa aerofotografiranja, ki jih naroča država in se običajno izvajajo na tri leta. V zbirki aerofotografij PAS2, ki jo tudi hrani GU, so shranjene aerofotografije, ki jih ni naročila država pač pa lokalne skupnosti ter različna javna in privatna podjetja zaradi različnih specifičnih potreb. Po letu 2005 v zbirki PAS2 ni več novih podatkov, saj razen Geodetske uprave RS drugi javni naročniki podatkov daljinskega zaznavanja svojih aerofotografij ne prispevajo v javno zbirko. S sprejetjem Zakona o državnem referenčnem sistemu (ZDGRS) leta 2014 je ta obveznost tudi uradno ukinjena.

Glavni izdelki projekta CAS so: natančno orientirane aerofotografije z možnostjo uporabe z opremo za stereo digitalizacijo, dopolnjen digitalni model reliefa (DMR), ki je bil originalno izdelan v projektu LSS, ter ortofoto (OF), ki se množično uporablja v različnih državnih projektih in drugje.

V letu 2011 se je začela izvedba prvega Laserskega skeniranja Slovenije (LSS), ki je bila zaradi stečaja izvajalca prekinjena. Projekt LSS se je nadaljeval v letih 2014 in 2015 in se tudi uspešno zaključil. Rezultati projekta so na razpolago na spletnih straneh ARSO v obliki datotek, ki si jih uporabnik lahko prenese in uporabi v svoji programski opremi.

Novo lasersko skeniranje Slovenije (CLSS) se je začelo izvajati letos in naj bi bilo končano do leta 2025. Želja je, da bi se tudi lasersko skeniranje izvajalo ciklično. V začetem drugem ciklu se lasersko skeniranje izvaja na območju, ker bo naslednje leto izveden CAS, z namenom uporabe kakovostnega DMR pri izdelavi klasičnega ortofota.

Glavni izdelki projekta CLSS so: georeferenciran in klasificiran oblak točk (GKOT), oblak točk reliefa (OTR), digitalni model površja (DMP), digitalni model reliefa (DMR) in podoba analitičnega senčenja (PAS). Poleg laserskega skeniranja se v CLSS hkrati izvaja tudi aerofotografiranje, zato se omenjenim izdelkom dodajo še: aerofotografije z natančno zunanjo orientacijo, digitalni model površja (DMP) generiran s slikovnim ujemanjem in popolni ortofoto.

V letih 2022-23 se je izvedel tudi test poševnega aerofotografiranja (PAF), ki omogoča lažjo interpretacijo prostorskih objektov. Prednosti pred nadirnimi fotografijami se kažejo predvsem pri pregledu stavb in drugih visokih objektov. Namen izvedenega testa je ugotoviti, kako uporabni so ti podatki za državne projekte in druge uporabnike ter ali je smiselna izvedba PAF za celotno državo oziroma vsaj za določena območja. Velika uporabnost se izkaže predvsem v mestih, kjer je pozidava bolj strnjena. Iz tujih praks pa vemo, da so aplikacije, ki prikazujejo poševne aerofotografije zelo zanimive tudi za podjetja in posameznike. Na Danskem trenutno izvajajo zajem podatkov za četrti cikel poševnih aerofotografij.

Glavni izdelki PAF bi bili: poševne aerofotografije prikazane v aplikaciji za ogled in meritve, popolni ortofoto in 3D mreža (angl. mesh).

Satelitski podatki se do sedaj za državne projekte vsaj na Geodetski upravi RS niso uporabljali, saj so visokoločljivi podatki še predragi, podatki sistema Sentinel pa imajo premajhno prostorsko ločljivost. Uporabnost slednjih pa se nakazuje predvsem v njihovi visoki časovni ločljivosti, prednost pa je tudi v tem, da so ti podatki prosto dostopni.

KLJUČNE BESEDE: CAS, aerofotografije, lidar, poševne aerofotografije, daljinsko zaznavanje
--

---

**mag. Vasja Bric**

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2

e-naslov: [vasja.bric@gis.si](mailto:vasja.bric@gis.si)

**mag. Katja Oven**

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2

e-naslov: [katja.oven@gis.si](mailto:katja.oven@gis.si)

**Peter Prešeren**

Geodetska uprava Republike Slovenije, Zemljemerska ulica 12

e-naslov: [peter.preseren@gov.si](mailto:peter.preseren@gov.si)



## Krožno gospodarjenje s prostorom

### Circular management of space

Tomaz Černe, Ajda Kafol Stojanović, Jernej Tekavec, Marjan Čeh, Anka Lisec

#### POVZETEK

Svet in Evropa se zavedata negativnih trendov, ki spremljajo globalizacijo. Eden od njih je obremenjevanje okolja zaradi graditve in vedno večja pozidava tal. Ključni pristop pri omejevanju pozidave tal ter s tem ohranjanju potenciala tal za rastlinsko pridelavo in zelene površine je ponovna uporaba že pozidanih območij. Slovenija se zaveda pomembnosti prostora kot omejenega naravnega vira, zato je kot številne druge evropske države, cilje zmanjšanja neto letne rasti pozidanih zemljišč vključila v državne strategije in programe.

Namen prispevka je predstaviti možne ukrepe za doseganje ničelne rasti pozidanih zemljišč s ponovno uporabo pozidanih in razvrednotenih zemljišč ter stavb. Ukrepi bodo prispevali h krožnemu gospodarjenju s prostorom, torej trajnostnemu procesu ponovne uporabe stavb in zemljišč. Ukrepi se bodo izvajali na različnih ravneh: državni, regionalni ter lokalni ravni. Poseben poudarek bo na možnih ukrepih zemljiške politike ter na pomenu prostorsko-podatkovno podprtega odločanja za usmerjanje in izvajanje teh ukrepov. Obe področji predstavljata velik izziv za geodezijo, obenem pa predstavlja tudi izredno priložnost za strokovni in poslovni razvoj geodetske dejavnosti

KLJUČNE BESEDE: krožno gospodarjenje, pozidava, zeleni prehod, ukrepi

#### **mag. Tomaz Černe**

IGEA d.o.o.

Podpeška cesta 1, 1351 Brezovica pri Ljubljani

[tomaz.cerne@igea.si](mailto:tomaz.cerne@igea.si)

#### **Ajda Kafol Stojanović**

Geodetski inštitut Slovenije

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

[ajda.kafol@gis.si](mailto:ajda.kafol@gis.si)

#### **asist. dr. Jernej Tekavec**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

[jernej.tekavec@fgg.uni-lj.si](mailto:jernej.tekavec@fgg.uni-lj.si)

**doc. dr. Marjan Čeh**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

[marjan.ceh@fgg.uni-lj.si](mailto:marjan.ceh@fgg.uni-lj.si)

**izr. prof. dr. Anka Lisec**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

[anka.lisec@fgg.uni-lj.si](mailto:anka.lisec@fgg.uni-lj.si)



## **Spremljanje kakovosti pri 3D-modeliranju stavb iz UAV fotogrametričnih podatkov** **Quality control in 3D building modelling using UAV photogrammetric data**

Urška Drešček, Mojca Kosmatin Fras, Anka Lisec

### **POVZETEK**

V zadnjem desetletju se je zaradi cenovne dostopnosti in zmogljivosti lažjih zračnih snemalnih sistemov ter algoritmov za obdelavo fotogrametričnih podatkov uporaba daljinsko vodenih letalnikov (angl. unmanned aerial vehicle – UAV) močno razširila tudi v geodeziji in geoinformatiki. Fotografije in podatki, zajeti z letalniki in nadalje ustrezno obdelani, omogočajo izdelavo 3D-fotogrametričnega oblaka točk. Oblak točk in ostali fotogrametrični izdelki, ki jih izdelamo iz oblaka točk, omogočajo učinkovito spremljanje in analizo stanja v prostoru ter se uporabljajo na številnih strokovnih področjih, kot so kartiranje, kmetijstvo, gozdarstvo, varstvo kulturne dediščine, energetika, ekologija idr. Fotogrametrični oblak točk je primeren tudi kot vir podatkov za izdelavo vektorskih 3D-modelov mest in pokrajin, ki jih lahko uporabimo za vizualizacijo ali v zahtevnejših prostorskih analizah v GIS-okoljih.

Pri fotogrametričnih postopkih zajema in obdelave prostorskih podatkov ter tudi pri nadaljnjem modeliranju je pomembno, da poznamo kakovost vhodnih podatkov in izdelkov, ter da razumemo, kaj vpliva na kakovost v vsakem koraku postopka. Razumevanje teh vplivov je še v fazi raziskovanja, saj gre za dokaj nove tehnologije, ki se v marsičem razlikujejo od tradicionalnih fotogrametričnih pristopov.

V prispevku je predstavljen postopek spremljanja kakovosti prostorskih podatkov v procesu 3D-modeliranja stavb iz fotogrametričnega oblaka točk, izdelanega iz fotografij, zajetih z letalnikom. Predstavljeni so koraki za zajem, obdelavo in modeliranje podatkov, katerih cilj je izdelava 3D-vektorskega modela stavb, skladnega z mednarodnim standardom CityGML. Glavni poudarek prispevka je na predstavitvi korakov za spremljanje kakovosti podatkov v tem procesu. Poleg tega so opisani in analizirani tudi ključni dejavniki, ki vplivajo na kakovost podatkov v vsaki fazi procesa od zajema podatkov do končnega 3D-modela stavbe. Postopek zajema, obdelave in modeliranja podatkov ter koraki za spremljanje kakovosti podatkov v obravnavanem procesu so prikazani tudi na praktičnem primeru na izbranem študijskem območju.

**KLJUČNE BESEDE:** kakovost podatkov, daljinsko vodeni letalnik, UAV, fotogrametrični oblak točk, 3D-model stavbe

### **Urška Drešček**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana  
e-naslov: [urska.drescek@fgg.uni-lj.si](mailto:urska.drescek@fgg.uni-lj.si)

### **Mojca Kosmatin Fras**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana  
e-naslov: [mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si](mailto:mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si)

**Anka Lisec**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

e-naslov: [anka.lisec@fgg.uni-lj.si](mailto:anka.lisec@fgg.uni-lj.si)



## **Večdimenzionalni Državni Topografski Model**

### **Multidimensional National Topographic Model**

Marjana Duhovnik, Marija Brnot, Primož Kete

#### **POVZETEK**

Zbirka topografskih podatkov se vodi v obliki Državnega Topografskega Modela (DTM) in vsebuje grafične in atributne podatke o topografskih objektih, ki ustrezajo natančnosti merila 1 : 5000. Za zajem geometričnih parametrov topografskih podatkov je uporabljen kombiniran fotogrametrični zajem na osnovi izdelkov cikličnega aerofotografiranja Slovenije (CAS) in laserskega skeniranja Slovenije (LSS). Vsebinsko so podatki zbirke topografskih podatkov razdeljeni v sedem objektnih področij: zgradbe, prometna omrežja, komunalne in javne storitve, hidrografija, pokritost tal, raba prostora in relief.

Obstoječi sistem vzdrževanja topografskih podatkov se v letošnjem letu nadgrajuje z uvedbo novih podatkovnih virov (podatki laserskega skeniranja, poševne aerofotografije, satelitski posnetki, prostovoljske geografske informacije in podobno) in novih tehnologij vzdrževanja (avtomatska zaznava sprememb v prostoru z metodami umetne inteligence, avtomatiziran zajem) ter z vključitvijo v procese in postopke Sistema monitoringa prostora (SiM). Izdelan je model povezave Državnega Topografskega Modela z monitoringom prostora za sloj stavb DTM, z upoštevanjem specifik, vezanih na sloj stavb ter možnih povezav in sinergij pri vzdrževanju stavb v različnih evidencah.

Nadgradnja sistema vzdrževanja vključuje tudi različne načine vzdrževanja podatkov glede prioriteten vsebin in območij:

- masovno celostno vzdrževanje po izbranih prostorskih enotah,
- dopolnilno vzdrževanje po izbranih prostorskih enotah,
- celostno vzdrževanje prioriteten vsebin na prioriteten območju,
- posamični popravki.

Z nadgradnjo sistema vzdrževanja bo zagotovljen krajši čas evidentiranja sprememb v prostoru v zbirki topografskih podatkov, prevedena pa je tudi dopolnitev podatkovnega modela z dodatnimi objektnimi tipi, atributi in razširitvijo obstoječih šifrantov.

Za namen bodočega tri-razsežnostnega evidentiranja objektov v DTM, predvsem stavb, je bila izvedena analiza 3R evidentiranja objektov v zbirkah topografskih podatkov drugih držav in priporočil, ki izhajajo iz tehničnih specifikacij za relevantne teme direktive INSPIRE. Proučile so se različne ravni podrobnosti (LOD) 3R evidentiranja stavb in možne povezave 3R evidentiranja objektov z drugimi evidencami (skupno vzdrževanje stavb za potrebe topografskih in nepremičninskih evidenc).

V pripravi je tudi metodologija za evidentiranje in vzdrževanje nekategoriziranih prometnic v DTM (npr. kolovozov, gozdnih cest in vlak), ki bo pretežno temeljila na novih tehnologijah in novih podatkovnih virih.

V organizacijskem smislu je v zasnovi organizacijski in procesni model Državne topografske službe (DTS), ki bo izvajala naloge povezane z vzdrževanjem topografskih podatkov. Osnovne naloge DTS vključujejo pripravo virov, zajem prostorskih podatkov, zunanjo kontrolo, terensko kontrolo, verifikacijo in modeliranje podatkov skladno s podatkovnim modelom. Opredeljene bodo tudi naloge povezane z delovanjem Sistema monitoringa ter podpora vzdrževanja državnih topografskih podatkov s prostovoljnimi geografskimi informacijami (VGI).

KLJUČNE BESEDE: novi načini vzdrževanja, monitoring prostora, 3R evidentiranje objektov
---

---

**Marjana Duhovnik**, univ. dipl. inž. geod.

Geodetska uprava Republike Slovenije, Zemljemerska ulica 12, Ljubljana  
e-naslov: marjana.duhovnik@gov.si

**Marija Brnot**, univ. dipl. geogr.

Geodetska uprava Republike Slovenije, Zemljemerska ulica 12, Ljubljana  
e-naslov: marija.brnot@gov.si

**Primož Kete**, univ. dipl. inž. geod.

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



## **Analiza pogojev in simulacija nastanka prometnih nesreč z metodami strojnega učenja** **Condition analysis and occurrence simulation of traffic accidents using machine learning**

Matija Gerčer, Zoran Bosnić, Anka Lisec

### **POVZETEK**

Prometnih nesreč, še posebej takšnih s težjim potekom, najverjetneje ni mogoče povsem preprečiti, lahko pa zmanjšamo možnosti njihovega nastanka. Kot podpora odločevalcem, ki sodelujejo pri prometni varnosti, si številne ustanove prizadevajo najti najnevarnejše odseke cest in oceniti stopnjo tveganja. Pri tem si pomagajo s številnimi evidencami, med drugim evidencami o preteklih prometnih nesrečah in različnimi napovednimi modeli. Na prometne nesreče vplivajo številni dejavniki različnega izvora, kot so na primer geometrija vozne površine, gostota prometa, človeški faktor itd. Nekateri izmed njih so precej naključni. Če bi za namene klasifikacije in napovedi nevarnih odsekov želeli celovito opisati problem, bi za to potrebovali kompleksno zelo nelinearno funkcijo, ki jo z osnovnimi statističnimi modeli težko analiziramo.

V prispevku bomo predstavili klasifikacije nevarnih odsekov in napovedovanje prometnih nesreč z metodami strojnega učenja s poudarkom na uporabi prostorskih podatkov. Pri tem se bomo osredotočili na predstavitev celotnega procesa (*angl. pipeline*) od prevzema, obdelave do vizualizacije (prostorskih) podatkov.

Natančneje bomo predstavili iskanje dejavnikov, ki najbolj vplivajo na nastanek prometnih nesreč na določenem odseku. Nato bomo predstavili, kako smo to znanje uporabili pri izdelavi različnih napovednih modelov, ki glede na vhodne parametre (npr. datum, uro, vreme) napovedujejo nevarne odseke za določeno območje. Nekaj besed bomo namenili tudi evalvaciji, ki smo jo izvedli s klasičnimi metrikami, ki se uporabljajo pri strojnem učenju. Predstavili bomo rezultate napovednih modelov, ki smo jih izvedli na območju dveh raznolikih občin kot tudi na območju celotne Slovenije.

S prispevkom želimo predstaviti prednosti našega modela, ki temelji na strojnem učenju in je s (prostorskimi) podatki prilagojen na lokalno okolje. Izpostavili bi tudi prednost dinamičnega upoštevanja zunanjih dejavnikov, na primer vreme, čas ipd., saj menimo, da niso vsi odseki cest enako nevarni ob različnih zunanjih dejavnikih. Omenili bomo tudi pomanjkljivosti in nadaljnje možnosti za izboljšave relativno novega pristopa za reševanja obravnavane problematike.

KLJUČNE BESEDE: napovedovanje, klasifikacija, prometne nesreče, promet, prostorski podatki

---

**Matija Gerčer**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: [mg9315@student.uni-lj.si](mailto:mg9315@student.uni-lj.si)

**prof. dr. Zoran Bosnić**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: [zoran.bosnic@fri.uni-lj.si](mailto:zoran.bosnic@fri.uni-lj.si)

**izr. prof. dr. Anka Lisec**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: [anka.lisec@fgg.uni-lj.si](mailto:anka.lisec@fgg.uni-lj.si)



## Izdelava in uporaba popolnega ortofota

### True orthophoto production and usage

Dejan Grigillo, Mojca Kosmatin Fras, Katja Šušteršič, Aleksandar Šašić Kežul

#### POVZETEK

Predstavili bomo postopek izdelave popolnega ortofota, njegove značilnosti in prednosti uporabe glede na klasični ortofoto, ter pokazali primere in rezultate izvedenih projektov. Ortofoto je uveljavljen fotogrametrični izdelek, nepogrešljiv predvsem kot podlaga za različne prostorske aplikacije, pogosto tudi nadomešča ogled terena za najrazličnejše namene. Izdelan je iz orientiranih letalskih fotografij s preslikavo preko izbranega digitalnega modela, ki fotografijo, ki je v centralni projekciji, pretvori v ortofoto, ki je v ortogonalni projekciji. Na ta način se geometrična popačenja na fotografiji glede na uporabljen digitalni model deloma ali popolnoma odpravijo. Večina uporabnikov pozna klasični ortofoto, ki se v Sloveniji kot državni izdelek izdeluje od sredine 90. let 20. stoletja iz aerofotografij cikličnega aerofotografiranja Slovenije (CAS). Pri tem izdelku je projekcijska ploskev, preko katere se preslikajo fotografije, digitalni model reliefa (DMR). Geometrijsko pravilno se zato preslikajo le tiste vsebine s fotografij, ki se nahajajo na ploskvi reliefa. Popolni ortofoto je novejši izdelek, pri katerem se za preslikavo uporabi digitalni model površja (DMP) ali kombinacija digitalnega modela zgradb (DMZ) in digitalnega modela reliefa. V tem primeru je na pravilnem horizontalnem položaju prikazana tudi vsebina, ki je nad reliefom. Izdelava digitalnega modela zgradb je zahteven in zamuden postopek, zato se pri izdelavi popolnega ortofota bolj pogosto uporablja digitalni model površja, izdelan iz fotogrametričnega ali lidarskega oblaka točk, oziroma iz njune kombinacije.

Čeprav je koncept izdelave klasičnega in popolnega ortofota v temelju enak, pa je postopek izdelave popolnega ortofota veliko kompleksnejši. Pri izdelavi popolnega ortofota se, v primerjavi s klasičnim ortofotom, pojavita dve težavi: zakrita območja in dvojno kartiranje. Vzrok zakritih območij je perspektivnost fotografije, zaradi česar so nekatere vsebine zakrite oziroma so v senci višjih objektov. Dvojno kartiranje se pojavi pri vsebinah, ki se nahajajo nad reliefom. Razvite so bile različne metode in algoritmi, ki poiščejo zakrita območja in jih zapolnijo z ustrežno vsebino s fotografij, ki so narejene iz drugih položajev. Zaradi tega mora biti preklap fotografij pri aerofotografiranju v vzdolžni smeri vsaj 80 % in v prečni smeri vsaj 60-80 % .

Da je izdelava popolnega ortofota postala operativno možna in ekonomsko sprejemljiva, je bil potreben napredek v programskih rešitvah in avtomatizaciji določenih korakov v postopku izdelave, poleg tega mora biti visoka tudi procesorska zmogljivost računalnikov.

Popolni ortofoto je predvsem v urbanih okoljih bolj uporaben izdelek, saj so strehe zgradb upodobljene na pravilnem horizontalnem položaju, vidna je tudi vsebina v njihovi okolici. Uporablja se lahko kot geodetska podlaga, poleg tega pa je tudi kakovosten vhodni podatek za različne prostorske analize in časovno spremljanje sprememb v prostoru.

KLJUČNE BESEDE: popolni ortofoto, klasični ortofoto, postopek izdelave popolnega ortofota,  
aerofotografiranje, lidar, digitalni model površja

---

**Dejan Grigillo**

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

**Mojca Kosmatin Fras**

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

**Katja Šušteršič**

Flycom Technologies d.o.o.  
Ljubljanska cesta 24a, SI-4000 Kranj  
e-naslov: katja.sustersic@flycom.si

**Aleksandar Šašič Kežul**

Flycom Technologies d.o.o.  
Ljubljanska cesta 24a, SI-4000 Kranj  
e-naslov: [sandi.sasic@flycom.si](mailto:sandi.sasic@flycom.si)



## Umetna inteligenca v GIS Artificial intelligence in GIS

Alen Mangafić

### POVZETEK

Umetna inteligenca (UI) je eden izmed najbolj zlorabljenih in uporabljenih terminov v zadnjih letih tako na tehnološkem področju kot tudi izven njega. To velja tako v negativnem kot pozitivnem pomenu. Izjave »UI nas bo uničila«, »umetna ne-inteligenca« in »vse bomo uredili z UI« imajo skupno to, da sodijo v kategorijo pretiranega posploševanja in špekulacij. Predstavitev je zato razdeljena v teoretični del in del, ki opisuje konkretne sodobne algoritme in njihovo uporabo v geografskih informacijskih sistemih (GIS).

Da bi razumeli prednosti in slabosti spektra, ki ga odpira in zapira UI, bomo najprej razjasnili določene pojme kot so npr. inteligenca, avtomatska obdelava podatkov in odločanje ter naredili povezavo med njimi in prišli v domeno GIS.

Avtomatske obdelave podatkov na osnovi konceptov UI so že dolga praksa znotraj različnih naravoslovnih in tehničnih ved, kot sta npr. fizika in genetika. Geografski informacijski sistemi so prav tako podprti z algoritmi, temelječimi na t.i. inteligentnih procesih. Tehnološki razvoj računalništva in podatkovnih znanosti je doprinesel veliko k rešitvam, ki lahko olajšajo življenje tudi geoinformatikom. Pri tem je ključno, da uporabniki z lastno inteligenco prepoznamo procese, ki jih lahko optimiziramo in izberemo pristop, ki bo doprinesel k zmanjšanju stroškov, izboljšanju rezultatov in zmanjšanju tveganja, da bomo naredili napačne odločitve. V predstavitvi bodo predstavljeni osnovni koncepti UI ter opisana področja, ki so relevantna za uporabnike GIS. Predstavljeni bodo koncepti strojnega učenja, računalniškega vida, avtomatskega programiranja, procesiranja naravnega jezika ter prikazani konkretni primeri njihove uporabe znotraj GIS.

KLJUČNE BESEDE: umetna inteligenca, strojno učenje, avtomatizacija, geografski informacijski sistemi, digitalni razkorak

**Alen Mangafić**

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

e-naslov: Alen.Mangafic@gis.si



## **4D državni koordinatni sistem**

## **4D national coordinate system**

Klemen Medved, Sandi Berk, Oskar Sterle, Bojan Stopar

### **POVZETEK**

Državni koordinatni sistem predstavlja stabilno, točno in zanesljivo osnovo za izvajanje in povezovanje vseh vrst podatkov, modelov in tehnologij za določitev položaja v prostoru. Metodologija in tehnologija določanja položaja (koordinat) sta se v zadnjih desetletjih popolnoma spremenili. Realizacija globalnih in državnih koordinatnih sistemov ne temelji več na klasičnih astronomsko-geodetskih meritvah, ampak na tehnologijah vesoljske geodezije (VLBI, SLR, DORIS in GNSS). Položaji se praviloma ne določajo več z uporabo klasičnih geodetskih mrež in s tradicionalnimi geodetskimi instrumenti in metodami, temveč s pomočjo satelitskih tehnologij, mrež globalnih geodetskih observatorijev na globalnem nivoju, s pomočjo GNSS-omrežij na državnem nivoju ter geodetskimi točkami, katerim so bile koordinate določene z ustreznimi tehnologijami in ustrezno kakovostjo. Danes dostopne tehnologije nam omogočajo kakovostno določitev koordinat, omogočajo pa tudi določitev/spremljanje časovne spremenljivosti koordinat. Površje Zemlje se nenehno spreminja, zaradi česar se spreminja tudi geometrija prostora in s tem tudi vsi položajno opredeljeni podatki. Dejstvo je namreč, da zaradi tektonike litosferskih plošč prihaja do nenehnih spreminjanj koordinat v odvisnosti od časa. Hitrosti tektonskih premikov so dovolj velike, da jih je s sodobnimi geodetskimi metodami mogoče izmeriti.

Ozemlje Slovenije in širše okolice se nahaja na konvergentnem stiku dveh litosferskih plošč, kjer se Jadranska mikroplošča zariva v Evrazijsko ploščo. V globalnem koordinatnem sistemu, ITRS (International Terrestrial Reference System) se Slovenija premika s hitrostjo  $\sim 2,7$  cm/leto v smeri SV. S stališča realizacije državnega koordinatnega sistema ti premiki niso problematični, saj je slovenski državni koordinatni sistem del evropskega koordinatnega sistema ETRS (European Terrestrial Reference System), ki upošteva te premike. Dodatno pa se ozemlje Slovenije, premika glede na koordinatni sistem ETRS v horizontalni smeri s hitrostjo do  $\sim 4$  mm/leto ( $\leq 10$  cm/20 let) v smeri S. V vertikalni smeri znašajo premiki med  $-2,7$  mm/leto in  $+2,0$  mm/leto. Vemo tudi, da ti premiki niso enaki po celotnem ozemlju, kar predstavlja težavo pri realizaciji koordinatnega sistema.

Realizacija državnega koordinatnega sistema je izvedena s pomočjo trajno stabiliziranih znamenj v naravi (geodetske točke, GNSS-postaje). Slovenska realizacija ETRS89/D96 temelji na izmeri GNSS, izvedeni v t.i. EUREF-izmeri v letih 1994–1996, torej so premiki od določitve koordinat do danes, glede koordinatni sistem ETRS, dosegli vrednosti okoli 10 cm, kar je potrdila tudi ponovljena EUREF-izmera v letu 2016. Poleg podatkov kampanjskih GNSS-izmer na posameznih geodetskih točkah razpolagamo še s podatki z okoli 40 stalnih GNSS-postaj na ozemlju Slovenije in v njeni bližnji okolici. Podobno velja tudi za višinsko komponento, kjer imamo na voljo podatke ponovljenih nivelmanskih izmer v obdobju več kot 50 let. Pred nekaj leti smo v Sloveniji vzpostavili tudi t. i. kombinirano geodetsko mrežo ničtega reda, v katero je vključenih 10 GNSS-postaj na šestih lokacijah. Razpoložljiva infrastruktura in podatki nam omogočajo realizacijo državnega koordinatnega

sistema Slovenije. Za zagotovitev kakovosti državnega koordinatnega sistema na dolgi rok pa moramo vzpostaviti še državni geokinematski model, ki modelira in napoveduje spremembe koordinat s časom in je ključni sestavni del sodobnega geodetskega referenčnega sistema. Z njegovo vključitvijo v realizacijo geodetskega koordinatnega sistema bo omogočena tudi uvedba časovne sestavine s (pol)dinamičnim geodetskim datumom, ki pomeni prehod na t. i. 4D državni koordinatni sistem.

KLJUČNE BESEDE: 4D, časovna komponenta, državni koordinatni sistem, geokinematski model, tektonika

---

**dr. Klemen Medved**

Geodetska uprava RS / Surveying and Mapping Authority, Zemljemerska ulica 12, Ljubljana

e-naslov: [klemen.medved@gov.si](mailto:klemen.medved@gov.si)

**Sandi Berk**

Geodetska uprava RS / Surveying and Mapping Authority, Zemljemerska ulica 12, Ljubljana

e-naslov: [sandi.berk@gov.si](mailto:sandi.berk@gov.si)

**doc. dr. Oskar Sterle**

UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo / University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Jamova cesta 2, Ljubljana

e-naslov: [oskar.sterle@fgg.uni-lj.si](mailto:oskar.sterle@fgg.uni-lj.si)

**prof. dr. Bojan Stopar**

UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo / University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Jamova cesta 2, Ljubljana

e-naslov: [bojan.stopar@fgg.uni-lj.si](mailto:bojan.stopar@fgg.uni-lj.si)



## Dostopi do večdimenzionalnih geodetskih podatkov

### Access to multidimensional geodetic data

Kristina Perko

#### POVZETEK

Geodetska uprava Republike Slovenije je poleg prenovljenih procesov evidentiranja in nove informacijske rešitve katastra nepremičnin, v okviru programa projektov eProstor, prenovila tudi spletni portal Prostor, ki je informacijski in storitveni portal, namenjen uporabnikom geodetskih podatkov. Portal Prostor zajema informacije o evidencah, ki jih vodi in vzdržuje Geodetska uprava Republike Slovenije in uporabnikom služi kot vstopna točka do različnih storitev za prenos ali obdelavo podatkov (vpogledovalniki, aplikacije za prevzem podatkov, javno dostopni spletni servisi).

Ker želimo, da uporabniki do podatkov in storitev dostopajo informirano in brez težav, bo na dogodku predstavljena tema z naslovom Dostop do večdimenzionalnih geodetskih podatkov.

V predstavitvi bodo predstavljeni različni načini dostopa do podatkov ki jih zagotavlja Geodetska uprava Republike Slovenije in sicer vpogledi v podatke (javni vpogled, vpogled za registrirane uporabnike ter osebni vpogled v podatke o lastnih nepremičninah), prevzemi podatkov (aplikacija za prevzem javnih podatkov, aplikacija za prevzem občinskih podatkov ter aplikacija za naročanje nejavnih podatkov) ter dostop do podatkov preko javnih in nejavnih spletnih servisov. V zaključku predstavitve pa še dostop do osebnih podatkov iz evidence katastra nepremičnin.

KLJUČNE BESEDE: geodetski podatki, dostopi, vpogledi, prevzemi, spletni servisi

#### Kristina Perko

Ministrstvo za naravne vire in prostor, Geodetska uprava Republike Slovenije, Zemljemerska ulica 12, 1000 Ljubljana  
e-naslov: kristina.perko@gov.si



## 3D prostorski podatki v kulturni dediščini

### 3D spatial data in cultural heritage

Dušan Petrovič, Matevž Domajnko, Dejan Grigillo, Klemen Kozmus Trajkovski, Tilen Urbančič, Mojca Kosmatin Fras

#### POVZETEK

Izdelava digitalnih modelov pomembnih predmetov in objektov kulturne dediščine za namene dokumentacije, vzdrževanja, obnove ali rekonstrukcije je običajno zahtevna: objekt je lahko kompleksen, lahko je postavljen na oddaljenih območjih, v celoti ali delno težko dostopen, krhek in občutljiv na zunanje vplive, snemanje je treba opraviti v drugačnih pogojih itd. Poleg tega morajo biti končni modeli ustrezno geometrijsko natančni, topološko pravilni in vsebinsko popolni. Za izdelavo tridimenzionalnih (3D) modelov majhnih predmetov ali obsežnih objektov kulturne dediščine imamo danes na voljo širok nabor tehnologij in metod oziroma njihovih kombinacij, pri čemer je v konkretnem primeru pomembna njihova ustrezna oz. optimalna izbira, da zagotovimo želene lastnosti končnega izdelka. V prispevku analiziramo prednosti in slabosti ključnih tehnologij in metod, kot so klasična geodezija, GNSS, terestrično lasersko skeniranje, terestrična in UAV fotogrametrija, ter izpostavimo pomen dobre koordinatne osnove za izmero, obdelavo podatkov in oceno položajne točnosti izdelka (geodetska mreža, oslonilne in kontrolne točke). Najbolj pogost osnovni izdelek je 3D ploskovni geometrijski model, ki mu lahko dodamo teksture, ga nadgradimo v obliki obogatene resničnosti (AR), ga uporabimo za izdelavo simulacij, ga natisnemo s 3D tiskalnikom ipd. Te rezultate lahko uporabljajo upravljavci, vzdrževalci, konservatorji, investitorji in tudi javne skupnosti. Postopki in rezultati so predstavljeni na izbranih predmetih in objektih kulturne dediščine, kot so kapela na Krvavcu, grad Smlednik, grad Brestanica in Ljubljanski grad, ki so v Sloveniji, ter Berlinska filharmonija in izbrani artefakti Berlinskega državnega muzeja (Pergamonov oltar idr.) v Nemčiji. Pri vsakem primeru izpostavimo njegove posebnosti, utemeljimo izbrana orodja in metodologijo, na kratko opišemo postopek izdelave modela in predstavimo izdelke.

KLJUČNE BESEDE: 3D modeli / kulturna dediščina / geodetske metode / lasersko skeniranje / fotogrametrija / modeliranje objektov

#### Dušan Petrovič

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL, Jamova 2, Ljubljana, Slovenija  
e-naslov: [dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si](mailto:dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si)

#### Matevž Domajnko

Verus Digital GmbH, Fraunhoferstrasse 5, 64283 Darmstad, Nemčija in  
Fraunhofer IGD, Fraunhoferstrasse 5, 64283 Darmstad, Nemčija  
e-naslov: [matevz.domajnko@verus.digital](mailto:matevz.domajnko@verus.digital)  
[matevz.domajnko@igd-extern.fraunhofer.de](mailto:matevz.domajnko@igd-extern.fraunhofer.de)

**Dejan Grigillo**

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL, Jamova 2, Ljubljana, Slovenija

e-naslov: [dejan.grigillo@fgg.uni-lj.si](mailto:dejan.grigillo@fgg.uni-lj.si)

**Klemen Kozmus Trajkovski**

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL, Jamova 2, Ljubljana, Slovenija

e-naslov: [klemen.kozmus-trajkovski@fgg.uni-lj.si](mailto:klemen.kozmus-trajkovski@fgg.uni-lj.si)

**Tilen Urbančič**

Geotočka d.o.o., Tehnološki park 24, 1000 Ljubljana, Slovenija in

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: [tilen.urbancic@fgg.uni-lj.si](mailto:tilen.urbancic@fgg.uni-lj.si)

**Mojca Kosmatin Fras**

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo UL, Jamova 2, Ljubljana, Slovenija

e-naslov: [mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si](mailto:mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si)



## Zajem topografije vodne gladine s fotogrametričnimi metodami

### Measurements of free water surface topography using photogrammetric methods

Žan Pleterski, Benjamin Bizjan, Marko Hočevar, Sabina Kolbl Repinc, Gašper Rak

#### POVZETEK

V predstavitvi obravnavamo sistem za zajemanje gladine turbulentnih vodnih tokov na osnovi fotogrametričnih metod v laboratorijskem okolju. Sistem je sestavljen iz desetih visokoločljivostnih fotoaparátov, opremljenih z monokromatskimi senzorji in posebej izdelanimi LED lučmi za enakomerno in zadostno osvetlitev. Za potrebe istočasnega zajema fotografij so fotoaparati sinhronizirani, zajem se sproži preko računalnika. Sistem je bil razvit z namenom merjenja kompleksnih hidravličnih pojavov, ki jih odlikujejo predvsem turbulentni, nestacionarni in nehomogeni vodni tokovi. Obdelava zajetih fotografij je vključevala kombinacijo tehnik SfM in MVS, kar nam je omogočilo izračun parametrov notranje in zunanje orientacije, umestitev objekta v željen koordinatni sistem (koordinatni sistem laserskega skeniranja) in izdelavo gostega oblaka točk. Obravnavana metoda se je izkazala kot obetavna za zajemanje topografije kompleksnih vodnih površin, saj nam zagotavlja visoko prostorsko in časovno ločljivost na celotnem obravnavanem območju. Druge metode za meritve vodne gladine nam ne zagotavljajo tako časovno in prostorsko primerljivih podatkov za celotno območje obravnave, zato ni bilo mogoče neposredno primerjati rezultatov in oceniti ustreznosti metode. Alternativna možnost, ki nam je omogočila neposredno primerjavo je analiza posameznih prečnih profilov, ki so bili pridobljeni z uporabo 2D laserskega skenerja in katerih rezultati so bili znani kot verodostojni. Zaradi potreb po umestitvi oblaka točk fotogrametrije v identični koordinatni sistem LIDAR-ja je bila predhodno izvedena klasična terestrična izmera ustrezno obdelavo (sredine girusov, redukcija dolžin in izravnava po metod najmanjših kvadratov). Primerjava profilov je pokazala izjemno dobro ujemanje, z odstopanji znotraj  $\pm 20$  mm, kjer so se rezultati fotogrametričnih meritev v določenih delih profila izkazali kot boljši približek realne oblike vodne površine. Validacija je pokazala, da je fotogrametrične meritve mogoče uporabiti za merjenje topografije vodnih površin.

KLJUČNE BESEDE: turbulenten vodni tok, topografija vodne gladine, SfM-MVS, brezkontaktna merilne tehnike

#### asist. Žan Pleterski

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2.

e-naslov: [zan.pleterski@fgg.uni-lj.si](mailto:zan.pleterski@fgg.uni-lj.si)

#### doc. dr. Benjamin Bizjan

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2 in Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva cesta 6.

e-naslov: [benjamin.bizjan@fgg.uni-lj.si](mailto:benjamin.bizjan@fgg.uni-lj.si)

#### prof. dr. Marko Hočevar

Fakulteta za strojništvo, Aškerčeva cesta 6.

e-naslov: [marko.hocevar@fs.uni-lj.si](mailto:marko.hocevar@fs.uni-lj.si)

**doc. dr. Sabina Kolbl Repinc**

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2.

e-naslov: [sabina.kolbl-repinc@fgg.uni-lj.si](mailto:sabina.kolbl-repinc@fgg.uni-lj.si)

**izr. prof. dr. Gašper Rak**

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2.

e-naslov: [gasper.rak@fgg.uni-lj.si](mailto:gasper.rak@fgg.uni-lj.si)



## Uporaba radarskih in optičnih časovnih vrst satelitskih posnetkov za spremljanje fenologije dreves

### Using Radar and Optical Satellite Image Time Series to Monitor Tree Phenology

Ana Potočnik Buhvald, Krištof Oštir, Mitja Skudnik

#### POVZETEK

Program Copernicus, ki ga je razvila Evropska vesoljska agencija, z misijami, kot sta Sentinel-1 in Sentinel-2, zagotavlja radarske in optične (večspektralne) posnetke s prostorsko ločljivostjo 10 m in časom ponovnega obiska približno 5 dni. Visoka prostorska in časovna ločljivost omogočata zbiranje časovnih vrst satelitskih posnetkov, ki odpirajo pot do neprekinjenega opazovanja površja Zemlje v podrobnem prostorskem merilu. S časovnimi vrstami satelitskih posnetkov Sentinel lahko natančno spremljamo tudi ključne faze rasti dreves, kot so npr. čas olistanja, odpadanja listov in dolžine vegetacijske dobe.

Potencial optičnih časovnih vrst (npr. Sentinel-2) za spremljanje vegetacije in fenoloških faz rastlin je že dolgo prepoznan. Optični satelitski posnetki in iz njih izpeljani vegetacijski indeksi omogočajo natančno zaznavanje barvnih sprememb v vegetaciji skozi čas. Kljub temu se pri optičnih posnetkih pojavlja izziv oblakov, saj ovirajo detekcijo površja. Na radarske satelitske posnetke (npr. Sentinel-1), ki pri opazovanju uporabljajo lasten vir elektromagnetnega valovanja, oblačnost nima vpliva. Kombinacija združenih radarskih in optičnih satelitskih posnetkov nam tako kaže bolj celovito sliko razvoja posameznega drevesa in zagotavlja tudi natančnejše modeliranje fenoloških faz. Vendar pa se tu pojavljata še vedno izziva, kako iz radarskih časovnih vrst zagotoviti kakovostne biofizikalne spremenljivke, ki kažejo razvoj vegetacije v podnebni obliki kot to zagotavljajo optični sistemi in kako obe vrsti podatkov združiti za potrebe določevanja fenologije dreves. V ta namen smo proučevali uporabo združenih časovnih vrst satelitskih posnetkov Sentinel-1 in -2, zajetih med leti 2017 in 2022, na 135 drevesih, za katere smo imeli na voljo tudi in-situ podatke. Ugotovili smo, da z združenimi časovni vrstami satelitskih posnetkov pridobimo globlje razumevanje ekosistemskih procesov na nivoju drevesa, kar pa podpira številne aplikacije, na področju upravljanja z gozdovi, kmetijstva, naravovarstva, spremljanja podnebnih sprememb, in drugih.

KLJUČNE BESEDE: združene časovne vrste, Sentinel-1, Sentinel-2, fenologija

#### Ana Potočnik Buhvald

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani

e-naslov: [ana.potocnik-buhvald@fgg.uni-lj.si](mailto:ana.potocnik-buhvald@fgg.uni-lj.si)

#### prof. dr. Krištof Oštir

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani

e-naslov: [kristof.ostir@fgg.uni-lj.si](mailto:kristof.ostir@fgg.uni-lj.si)

**doc. dr. Mitja Skudnik**

Gozdarski inštitut Slovenije in Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

e-naslov: [mitja.skudnik@gozdis.si](mailto:mitja.skudnik@gozdis.si)



## **Geodezija in sodobna umetnost**

### **Land Surveying and Contemporary Art**

Boštjan Pucelj

#### **POVZETEK**

Pojma geodezija in umetnost kot praksi na prvi pogled nimata ničesar skupnega. Ne na vsebinski ravni, konceptualni kot tudi ne zgodovinski. Lahko bi rekli, da sta pravzaprav povsem nekompatibilna, saj je za prvo značilna čista matametična (metrike) ali upravna forma za drugo pa vseizpovedna, subjektivna oziroma čustvena komponenta. Pa vendar se v zadnjem času v sodobni umetnosti pojavljajo številni avtorji, ki v svoja (zlastni vizualna) dela ali projekte vključujejo raznovrstne prostorske podatke, ki jih z inventarizacijo prostora ali merskimi procesi pripravljajo ravno strokovnjaki ali izvajalci geodetske stroke. V prispevku bomo predstavili tudi nakazal nekaj primerov mednarodnih in domačih vizualnih sodobnih umetniških praks, ki neposredno ali posredno črpajo iz podatkovne banke prostorskih podatkov zemljiškega katastra, katastra stavb, državne meje, daljinskega zaznavanja, kartografije in topografskih sistemov.

**KLJUČNE BESEDE:** geodezija, sodobna umetnost, prostorski podatki, umetnik, avtorsko delo

#### **Boštjan Pucelj**

Geodetska uprava Republike Slovenije

e-naslov: bosstjan.pucelj@gov.si



## **Strojno učenje in časovne vrste satelitskih posnetkov za klasifikacijo poljščin** **Machine learning and Satellite Image Time Series for crop classification**

Matej Račič, Luka Čehovin Zajc, Krištof Oštir

### **POVZETEK**

S satelitskimi posnetki lahko opazujemo in analiziramo kaj se dogaja na površju našega planeta skoraj v realnem času. S pogostimi posnetki istega območja, recimo satelitov Sentinel, ki jih omogoča sistem Copernicus, lahko pripravimo goste časovne vrste satelitskih posnetkov, ki so ključne za analizo vzorcev, spremljanje stanje in določanje trendov. Na podlagi časovnih vrst lahko z uporabo metod strojnega učenja ločimo med različnimi tipi površja.

Proces priprave gostih časovnih vrst satelitskih posnetkov vključuje tri korake. Prvi korak je določitev območja interesa in pridobitev pripadajočih posnetkov za izbran časovni interval iz obsežnega arhiva posnetkov. Pogosto uporabimo posnetke Sentinel-2, ki je optični satelit z deset metrsko resolucijo in pet dnevnim intervalom zajema površja. Alternativno lahko uporabimo posnetke Sentinel-1, ki je radarski satelit, informacijo o površju lahko zajame tudi skozi oblake. Pridobljeni podatki vsebujejo posnetke in pripadajoče metapodatke ter podatke o kakovosti, recimo maske oblakov, ki jo generirajo ponudniki. Naslednji korak vključuje odstranjevanje oblačnih vrednosti na podlagi maske, saj te ne odražajo dejanskih vrednosti na površju. Z zlaganjem zaporednih posnetkov zgradimo časovno vrsto satelitskih posnetkov. Zloženi posnetki zajemajo spremembe za izbrano regijo, vendar za namene analize praviloma potrebujemo manjša homogena območja, kot so na primer posamezni travnik, gozd, njiva. Te pridobimo na podlagi referenčnih podatkov, recimo vektorjev GERK, z njimi izrežemo goste časovne vrste za posamezno izbrano območje in izračunamo statistiko posameznih enot kartiranja.

Z analizo posameznega posnetka lahko ločimo med osnovnimi kategorijami, vendar ne more ločiti med podobnimi površinami, saj nimamo informacije o trendu (časovnem razvoju območja). Z gostimi časovnimi vrstami lahko v kombinaciji z metodami strojnega učenja ločimo tudi med podobnimi površinami, kot so poljščine. Metode strojnega učenja omogočajo avtomatsko prepoznavanje vzorcev in trendov v gostih časovnih vrstah, kar bi zahtevalo obsežno ročno delo in strokovno znanje. Izbira metode je odvisna od problema, ki ga naslavljamo, računske moči in količine referenčnih podatkov, ki so na voljo. Za ločevanje med različnimi tipi površja pogosto uporabimo metode klasifikacije z nadzorovanim učenjem izbranega modela. Vse pogosteje se uporabljajo metode globokih nevronske mreže, kot so Transformerji.

V prispevku bomo posebno pozornost namenili metodam strojnega učenja na primeru uporabe Transformerja prilagojenega za goste časovne vrste satelitskih posnetkov za klasifikacijo poljščin. Model na podlagi gosti časovni vrsti določil enega izmed 30 razredov poljščin. Izbrali smo 1.5 milijona poljščin ločenih na 30 razredov. Za učenje smo uporabili 55% primerov in uspešnost učenja ovrednotili na 11%, preostale podatke smo uporabili

za analiziranje uspešnosti na še ne videnih podatkih. Z evalvacijo modela na teh podatkih smo dosegli F1 vrednost 91%, ki je utežena s številom primerov za posamezen razred, s tem lahko potrdimo pravilnost 91% poljščin v Sloveniji.

V kmetijstvu lahko nato spremljamo rast in razvoj rastlin na poljih skozi čas. Kar omogoča tudi zgodnje odkrivanje težav, kot sta suša ali bolezen, optimizacijo intervalov namakanja, gnojenje ... S tem lahko povečamo učinkovitost kmetovanja in zmanjšamo potencialni negativni vpliv na okolje in pridelavo.

KLJUČNE BESEDE: Časovne vrste, strojno učenje, Copernicus, Sentinel
---

---

**Matej Račič**

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2

e-naslov: matej.racic@fgg.uni-lj.si

**doc. dr. Luka Čehovin Zajc**

Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113

e-naslov: luka.cehovin@fri.uni-lj.si

**prof. dr. Krištof Oštir**

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2

e-naslov: kristof.ostir@fgg.uni-lj.si



## 3D kataster

## 3D Cadastre

Dalibor Radovan, Katja Oven, Jernej Tekavec, Andrej Mesner, Alen Šraj, Ema Pogorelčnik

### POVZETEK

V predstavitvi je obravnavana tematika 3D katastra nepremičnin v Sloveniji. V prvem delu je predstavljen razvoj slovenskega katastra nepremičnin s poudarkom na področju stavb od njegovih začetkov do danes. Opisani so ključni koraki, ki bodo kataster nepremičnin postopoma spremenili iz 2D in 2.5D v 3D obliko, kot tudi glavni razvojni trendi geodetske službe in stroke, ki bodo s sodobnimi tehnologijami zagotovili nove vrste podatkov ter storitev za uporabnike. Kot močan vzrok za prehod v 3D obliko je najprej izpostavljena digitalizacija gradbenega sektorja in javne uprave. Poleg te so predstavljeni tudi evropski trendi na področju zemljiške administracije, tudi z ozirom na razvoj digitalnih dvojčkov, pametnih mest in BIM.

Geodetska uprava RS trenutno sofinancira več razvojnih aktivnosti vključevanja višje ravni podrobnosti (LoD) in tretje razsežnosti v kataster nepremičnin. Prvi sklop aktivnosti obravnava predvsem strateške in tehnološke usmeritve (projekt CRP »GeoBIM in državni geodetski podatki«), drugi sklop pa operativno izboljšuje kakovost in popolnost podatkov katastra nepremičnin z vektorizacijo etažnih načrtov. V okviru načrta za okrevanje in odpornost se razvija tehnična implementacija 3D katastra. V predstavitvi so predstavljeni trenutni rezultati teh aktivnosti.

Na področju graditve se skladno z novim gradbenim zakonom GZ-1 uradno uveljavlja uporaba tehnologije BIM, katere rezultati so lahko povezljivi z geodetskimi in prostorskimi podatki javnih uradnih evidenc, kar omogoča nove storitve, ki lahko koristijo tako gradbenemu in prostorskemu sektorju, kot tudi geodetski službi pri evidentiranju nepremičnin. Predstavljene so razvojne izkušnje in primeri uporabe podatkov okolja BIM za geodetske evidences.

Kataster nepremičnin kot informacijski sistem čakajo številni izzivi in priložnosti, ki bodo imeli vpliv na gospodarstvo, družbo in posameznika. Predstavljena je potencialna uporabna vrednost 3D katastra nepremičnin in drugih 3D geodetskih podatkov ter nekatera glavna priporočila za nadaljnje delo. V zaključku so predstavljene še ključne srednjeročne in dolgoročne usmeritve katastra nepremičnin, ki so povezane z eGraditvijo, ePlaniranjem, z uporabo drugih virov podatkov in s povečanjem kakovosti podatkov.

### Zahvala:

*Prestavitev temelji tudi na raziskovalnem projektu »GeoBIM in državni geodetski podatki«, št. V2-2155 ciljnega raziskovalnega programa CRP 2021 ki ga sofinancirai Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovativno dejavnost Republike Slovenije (ARIS) in Geodetska uprava RS (GURS) ter na projektu »Nadgradnja informacijske rešitve kataster za obvladovanje 3D podatkov«, ki ga financirata Republika Slovenija in Evropska*

*unija iz Sklada za okrevanje in odpornost (Mehanizem: Načrt za okrevanje in odpornost, Razvojno področje: Digitalna preobrazba, Investicija: Zeleni slovenski lokacijski okvir).*

KLJUČNE BESEDE: 3D kataster, GeoBIM, stavbe, kataster nepremičnin

---

**dr. Dalibor Radovan**

Geodetski inštitut Slovenije  
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
[dalibor.radovan@gis.si](mailto:dalibor.radovan@gis.si)

**mag. Katja Oven**

Geodetski inštitut Slovenije  
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
[katja.oven@gis.si](mailto:katja.oven@gis.si)

**asist. dr. Jernej Tekavec**

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
[jernej.tekavec@fgg.uni-lj.si](mailto:jernej.tekavec@fgg.uni-lj.si)

**Andrej Mesner**

IGEA d.o.o.  
Podpeška cesta 1, 1351 Brezovica pri Ljubljani  
[andrej.mesner@igea.si](mailto:andrej.mesner@igea.si)

**Alen Šraj**

IGEA d.o.o.  
Podpeška cesta 1, 1351 Brezovica pri Ljubljani  
[alen.sraj@igea.si](mailto:alen.sraj@igea.si)

**mag. Ema Pogorelčnik**

Geodetska uprava RS  
Zemljemerska ulica 12, 1000 Ljubljana  
[ema.pogorelcnik@gov.si](mailto:ema.pogorelcnik@gov.si)



## Vloga geodetske stroke ob uveljavljanju BIM po GZ-1

### The role of the surveying profession in implementing BIM according to GZ-1

Tilen Urbančič

#### POVZETEK

Graditev objekta je postopek kjer v različnih fazah sodelujemo tudi geodeti. V skladu z zakonodajo in dobro prakso je geodet prisoten v vseh fazah del, torej pred začetkom gradnje, med izvajanjem gradbenih del in po graditvi objektov, t. j. v času obratovanja oz. uporabe. Z vidika vrste geodetskih storitev se naša vloga v zadnjih desetletjih ne spreminja prav dosti, se pa spreminjajo metode dela, ki so močno povezane z razvojem tehnologije. Tu mislim predvsem na tehnologije množičnega zajema prostorskih podatkov. Dodatno bo v prihodnje na izvajanje del močno vplivala tudi trenutno veljavna zakonodaja s področja graditve objektov, saj Gradbeni zakon (GZ-1) v naslednjih letih predpisuje vpeljavo digitalizacije in informacijskega podprtega projektiranja (BIM).

Vsebina uvedbe BIM orodij je v GZ-1 definirana zelo skromno in sicer v 39. in 156. členu. V devetem odstavku 39. člena zakon določa, da se projektno dokumentacijo izdelava s pomočjo BIM orodij za objekte, za katere je za izdajo dovoljenj, odločb in evidentiranje pristojno Ministrstvo za naravne vire in prostor. V drugem odstavku 156. člena GZ-1 pa je navedeno, da se 39. člena zakona začne uporabljati tri leta po uveljavitvi zakona, kar v praksi pomeni s 1. 1. 2025. Čas za nabiranje izkušenj in pripravo ustreznih podzakonskih aktov je vse krajši. Predstavniki vseh inženirskih strok preko različnih organizacij (siBIM, GZS, IZS in ZAPS) ter na drugi strani nekatera ministrstva že nekaj časa izvajajo različne aktivnosti z namenom postopnega izvajanja določb uporabe BIM iz GZ-1.

Odprtih vprašanj, ki bodo vplivala na geodetsko stroko pri izvajanju storitev pri graditvi objektov je veliko in se nanašajo npr. na dileme za katere vrste gradenj in katere vrste projektne dokumentacije je uporaba BIM projektiranja obvezna in za katere smiselna. Po drugi strani je veliko neznank o tem kakšna naj bo obvezna informacijska vsebina ter na drugi strani podatkovna struktura izdelanih BIM modelov. Vzporedno, ko si ostale inženirske stroke odgovarjajo na tako kompleksna vprašanja in poskušajo definirati tehnične smernice, moramo geodeti situacijo skrbno spremljati in poskrbeti za ustrezen odziv s prilagoditvijo izvajanja svojih storitev. To obdobje ni le čas, ko moramo geodeti posodobiti metodologijo dela in prilagoditi naše izdelke potrebam BIM projektiranja, ampak da smelo razmislimo o novih priložnostih.

KLJUČNE BESEDE: BIM, GZ-1, vloga geodezije

**doc. dr. Tilen Urbančič**

Geotočka d.o.o., Tehnološki park 24, SI-1000 Ljubljana in Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana

e-naslov: [tilen.urbancic@geotocka.si](mailto:tilen.urbancic@geotocka.si)