

# UPORABA PROSTORSKIH PODATKOV V VEČPREDSTAVNOSTNEM OKOLJU

## USE OF SPATIAL DATA IN MULTIMEDIA ENVIRONMENT

*Klemen Kozmus Trajkovski, Matevž Domajnko, Dušan Petrovič*

V prispevku so opisane sodobne oblike in načini prikaza prostorskih podatkov. Razvoj računalniške tehnologije, podkrepjen z možnostmi animacij in razširitve v večpredstavnost, omogoča uporabnikom bolj privlačne in raznolike upodobitve prostorskih podatkov, ki praviloma izboljšajo celovitost njihove prostorske zaznave, povečajo učinkovitost sprejema podatkov ter s tem omogočajo sprejemanje boljših in ustrežnejših odločitev, vezanih na prostor. Na nekaterih področjih, kot so turizem, prostorsko načrtovanje in umestitev načrtovanih objektov v prostor, so sodobne večpredstavnostne karte že povsem samoumevne.

Predstavljene so oblike nekaterih splošno rabljenih zbirk prostorskih podatkov, opisane in pojasnjene so nekatere široko uporabne spletne aplikacije, ki poleg samega posredovanja prostorskih podatkov uporabnikom omogočajo lastno oblikovanje vsebine in upodobitve. Naprednejše oblike predstavitev, kot so razširjena resničnost na področju vsebine in novi mediji na področju tehnologije, so smer v nadaljnjem razvoju učinkovitosti prostorskih prikazov.

## 1 UVOD

Potreba po prikazovanju prostorskih podatkov na uporabniku ustrezen način izhaja že iz zelo zgodnjih obdobj človekovega razvoja in medsebojnega komuniciranja. Predvidevamo lahko celo, da je bila pri prednikih današnjega človeka znakovna prostorska komunikacija razvita pred govorno, zagotovo pa pred pisno-črkovno komunikacijo. Prvi primitivni prostorski (kartografski) prikazi so bili tako najverjetneje narejeni v tla (pesek, prst) s prstom ali palico. Značilnost takšnega prikaza je bila začasnost, nezmožnost premikanja, omejenost na en izvod in omejena možnost dopolnjevanja. Skozi zgodovinski razvoj sta uporaba različnih nosilcev ter razvoj vedno novih tehnik in postopkov izdelave kart omogočala, da so te postajale vse bolj trajne (glinene plošče, kovinske matrice, steklene in plastične plošče), prenosljive (papir) in na voljo uporabnikom v več izvodih (tisk). Šele predstavitev in uporaba prostorskih podatkov v večpredstavnostnem računalniškem okolju pa sta omogočila tudi enostavno spreminjanje prikaza prostorskih podatkov, bodisi sprotno obnavljanje vsebine, uporabnikovo izbiranje vsebine prikaza, lege in smeri pogleda ali prikaz spreminjanja stanja skozi čas.

## 2 PROSTORSKI PODATKI

Podatki o prostoru so danes lahko predstavljeni in uporabnikom na voljo v analogni (tiskani) ali digitalni (zaslon, projekcija) obliki, sicer pa je velika večina podatkov zapisana v digitalni obliki. Digitalni prostorski podatki so lahko zapisani v rastrski ali vektorski obliki. Vektorski zapis lahko vsebuje samo geometrijski del (lega in razsežnosti objektov), običajno pa vključuje tudi atributni del (lastnosti).

Evidence prostorskih podatkov v Sloveniji po uradni dolžnosti vodi Geodetska uprava Republike Slovenije. Te evidence so (povzeto po spletnem portalu PROSTOR, 2014):

- topografski podatki (TTN 5/10, DTK 5, DTK 25, GKB 25, DTK 50, DPK 250-1000),
- državni ortofoto,
- digitalni model višin (ločljivosti 5, 12,5, 25 in 100 m),
- zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (prometna, energetska, komunalna in vodna infrastruktura, drugi objekti v javni koristi),
- register prostorskih enot (osnovne prostorske enote: hišna številka, prostorski okoliš, statistični okoliš, naselje, občina, upravna enota, območje vodenja RPE, katastrska občina, država; dodatne prostorske enote: ulica, četrtna skupnost, vaška skupnost, krajevna skupnost, volišče za lokalne volitve, volišče za državnozborske volitve, volilna enota za lokalne volitve, volilni okraj za državnozborske volitve, volilna enota za državnozborske volitve, šolski okoliš),
- register zemljepisnih imen,
- evidenca državne meje,
- zemljiški kataster, kataster stavb, register nepremičnin, evidenca trga nepremičnin.

Poleg državnih podatkov, ki jih zagotavlja Geodetska uprava Republike Slovenije, lahko vsaka inštitucija zbira, vodi in vzdržuje svoje lastne podatke. Na državni ravni so to evidence rabe tal in GERK (ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano), podatki Agencije RS za okolje v Atlasu okolja (<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/>), vojaški podatki (ministrstvo za obrambo) itn. Za združevanje različnih vrst prostorskih podatkov je pomembna njihova geometrijska, tematska (atributna) in topološka združljivost.

## 3 MOŽNOSTI PRIKAZA PODATKOV V DIGITALNEM OKOLJU

Podatke lahko v digitalni obliki prikazujemo na različnih napravah. Še vedno najpogosteje na zaslonu računalnika, lahko pa tudi na televizorjih večjih dimenzij ali prek projektorja na platno. Razvoj pametnih telefonov in tablic je omogočil prikaz podatkov tudi na tovrstnih napravah. So pa ti prikazi povezani z nekaterimi omejitvami, predvsem glede zmožnosti obdelave večje količine podatkov ter seveda velikosti in preglednosti prikaza.

Prostorske podatke lahko prikažemo tako, da v ustreznem pregledovalniku odpremo eno ali več datotek z lokalnega računalnika, lahko pa so shranjeni na spletnem strežniku ter do njih dostopamo z računalnikom ali podobno napravo, ki je povezana v splet. Storitev WMS (angl. Web Map Service) je standardni protokol za pretakanje georeferenciranih kartografskih prikazov, ki se izdelajo na GIS-strežniku, nato pa se prek spleta prenesejo do uporabnika. Strežnik uporabniku posreduje zahtevano vrsto podatkov za velikost okna uporabniškega vmesnika. Posredovani podatki WMS so vedno rastrski, četudi so osnovni podatki v vektorski obliki (OGC, 2014).

### 3.1 Spletne karte

Na podlagi prostorskih podatkov lahko z ustreznimi aplikacijami izdelamo lastne spletne karte. Te običajno vsebujejo različne vrste prostorskih podatkov, prikazane s kartografskimi znaki, imeni in drugimi gradniki. Tudi spletne karte so lahko povsem lokalne (shranjene na posameznem računalniku) ali naložene na spletnem strežniku in dostopne vsepovsod. Lahko so statične, kar pomeni, da omogočajo samo premikanje po karti in spreminjanje stopnje povečave, večina novejših spletnih kart pa je interaktivnih. Interaktivnost pomeni možnost iskanja ali izbire vsebin prikaza, prikaz večpredstavnostnih vsebin ipd. Vanje so lahko vključene tudi animirane vsebine, na primer vremenske karte ali karte poplav.

Na spletu obstaja več portalov za prikazovanje prostorskih podatkov. Večina jih prikazuje podatke ploskovno (2D), nekateri pa tudi prostorsko (3D). Med slednjimi je najbolj znana aplikacija Google Zemlja (angl. Google Earth). Med 2D-portali je v Sloveniji najbolj znana Geopedia, svetovno pa Google Zemljevidi (angl. Google Maps). Na sliki 1 so prikazani primeri najbolj znanih prostorskih portalov.



Slika 1: Ortofoto v Geopedii (zgoraj levo), kombiniran znakovno-fotorealistični prikaz v Google Zemljevidih (zgoraj desno), perspektivni prikaz v Google Zemlji (spodaj).

3D-prikaz je izveden tako, da se ploskovna slika, to so lahko topografski podatki ali letalski oziroma satelitski posnetek, prilepi na ploskev, ki jo definira digitalni model višin. Dodane so lahko tudi druge vsebine, kot so 3D-zgradbe. Google Zemlja vsebuje globalni višinski model SRTM DEM, ki pa za večji del sveta ponuja precej slabo ločljivost. Osnovna ločljivost modela SRTM DEM je približno 90 metrov, višinski pogrešek naj bi bil manjši od 16 metrov (Rusli et al., 2014).

Na teh portalih lahko uporabnik izbira podlago. To so lahko kartografsko znakovno prikazani izbrani topografski podatki, satelitski posnetki oziroma ortofoto, prikaz reliefa s senčenjem ali tudi kombinacija naštetega (slika 1 zgoraj desno). Večina portalov sproti izpisuje koordinate izbranega položaja v državnem in/ali globalnem koordinatnem sistemu, podobno omogočajo interaktivno merjenje razdalj in azimutov.

Tako Geopedia kot Google Zemljevidi omogočata uporabnikom prilagoditev prikaza. Oba portala ponujata integracijo v lastne spletne strani s tehnologijo API. Geopedia dodatno omogoča nalaganje lastnih vektorskih slojev, Google Maps API pa ponuja možnost prilagoditve osnovne karte z izbiranjem transparentnosti, barve in debeline elementov osnovne karte.

## 4 VEČPREDSTAVNOSTNI PRIKAZI

Z večpredstavnostjo naj bi povečali pasovno širino prenosa (prostorskih) podatkov do uporabnika: namesto nekdanje zgolj enovrstne zaznave (na primer opazovanja karte z vidom) se uporabniku omogoči hkratno ali zaporedno pridobivanje istih podatkov na različne načine, z več čutili ali v več oblikah. Večpredstavnostni prikazi tako poleg kartografskega prikaza prostorskih podatkov podajajo dodatne vsebine, kot so besedila, fotografije, videoposnetki in spletne povezave.

### 4.1 Interaktivne karte

Interaktivne večpredstavnostne karte lahko preprosto izdelamo na primer v Google Maps API. Izbranim točkam priredimo oznake, ob kliku na oznako pa se v oknu izpiše besedilo, izriše slika in/ali pojavi spletna povezava. Primer je prikazan na sliki 2.



Slika 2: Primer interaktivne večpredstavnostne karte (Google Maps API).

## 4.2 3D-prikazi

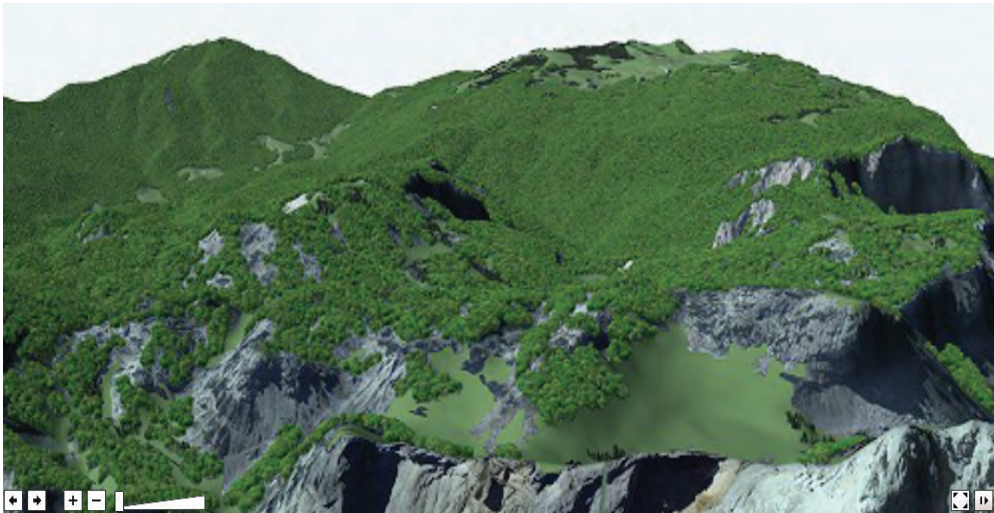
V zadnjem času so zelo razširjeni in med uporabniki vse bolj sprejeti 3D-kartografski prikazi, ki zelo učinkovito in razumljivo prikazujejo (navidezno) pokrajino. Takšne 3D-karte so lahko bolj kartografsko oblikovane (abstraktne) ali fotorealistične (oba primera sta na sliki 3). Največkrat so prilagojene za prikazovanje v digitalnem okolju, ki ponuja številne možnosti za uporabo 3D-kart (statične in interaktivne 3D-karte, animirani 3D-prikazi).



Slika 3: Kartografsko orientiran (levo) in fotorealističen 3D-kartografski prikaz (desno).

Statičnemu perspektivnemu pogledu je običajno dodana možnost premikanja po karti in izbira možnosti povečave. Uporabnost se poveča z dodano interaktivnostjo.

3D-upodobitev lahko izvedemo tudi na način navideznega kroženja okoli navidezne osi. Primer prizora takšne upodobitve je na sliki 4. Uporabnik izbere smer in hitrost vrtenja ter stopnjo približanja.



Slika 4: 3D-upodobitev s kroženjem pogleda okoli osi.

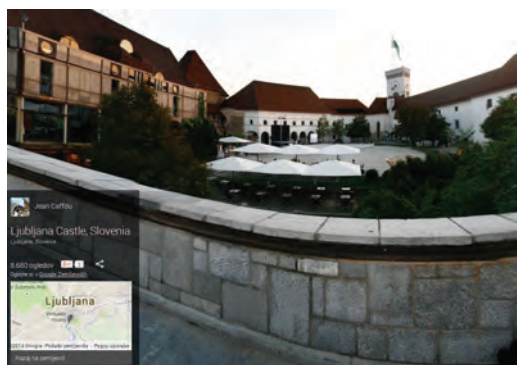
Navidezne upodobitve se pogosto uporabljajo za predogled načrtovanih posegov v prostor. Najbolj jasno predstavo o načrtovanih posegih dobi uporabnik ob ogledu preleta čez navidezno pokrajino, ki že vsebuje načrtovane objekte. Na sliki 5 je primer prikaza vetrnih elektrarn, kot bi bile postavljene po projektu.



Slika 5: Navidezna upodobitev predvidenih posegov v prostor.

### 4.3 Prostorske fotografije

Posebno izkušnjo ponujajo tako imenovane prostorske fotografije (nekateri, na primer Google, jih imenujejo 360-stopinjske panoramske fotografije). To so serije fotografij, ki so posnete z istega stojišča in združene tako, da ima uporabnik vtis, kot da je dejansko na tistem kraju, saj je zajet celoten pogled, od tal do zenita v vseh smereh. Z ustreznimi orodji (na primer Hugin, PTGui) jih iz običajnih fotografij lahko izdelamo sami (slika 6 levo) ali pa uporabimo aplikacijo Photo Sphere (<https://www.google.si/intl/sl/maps/about/contribute/photosphere/>) na pametnih telefonih z operacijskim sistemom Android. Prostorske fotografije lahko naložimo in si jih ogledamo v Pogledih v Google Zemljevidih (<https://www.google.com/maps/views/>), primer je na sliki 6 desno.



Slika 6: Prostorske fotografije (vir desne slike: <https://www.google.com/maps/views/>).

### 4.4 Ulični pogled

Podjetje Google ima na svojih prostorskih portalih možnost prikaza tako imenovanega pogleda ulic (angl. Street View). Januarja 2014 so ga vključili tudi za območje Slovenije. Zaradi varstva zasebnosti so v pogledu ulic zamegljeni obrazi mimoidočih in registrske tablice na vozilih. Opisani način omogoča navidezno vožnjo po ulicah, ki so jih posnela vozila s posebnim sistemom kamer. Primera uličnega pogleda sta na sliki 7.



Slika 7: Pogled ulic oziroma »street view« (vir: <https://www.google.com/maps/>).

### 4.5 Prikaz na mini zaslonih

Prostorske in ostale podatke lahko projiciramo tudi na manjše zaslone, na primer tablic ali pametnih telefonov. Zasloni pa so lahko povsem majhni, na primer nekaj kvadratnih centimetrov. Takšen mini zaslon namestimo neposredno pred oko uporabnika. Tovrstno tehnologijo vojska uporablja že vrsto let, nedavno pa je takšen izdelek z imenom Glass ponudil Google (<http://www.google.com/glass/>). Na takšen mini zaslon lahko posredujemo različne informacije, na primer »nočni vid« za vojaka, navigacijska navodila, uporablja se lahko tudi kot kamera. Primera vojaške in civilne rabe sta prikazana na sliki 8.



Slika 8: Projekcija podatkov na mini zaslon pred očesom – levo: vojaško, pritrjeno na bojno čelado (vir: <https://www.elbitsystems.com/>), desno: civilno, pritrjeno na očala (vir: <http://www.google.com/glass/>).

Čeprav se pogosto dozdeva, da je razvoj dosegel točko, s katere težko najdemo pot naprej, se vedno znova izkaže, da vsaka novost spodbudi iskanje še boljše in bolj učinkovite rešitve. Tako se ob naraščanju

ponudbe spletnih portalov s prostorskimi podatki, ki ponujajo vse bolj realistične upodobitve, blizu ali povsem enake vsakdanji zaznavi človeka (Street View je za zdaj najbolj dovršen približek), navidezno izgublja dolgoletna prednost kartografskega znakovnega, abstraktnega prikazovanja objektov in pojavov na površju. V kartografski teoriji se ob tem pojavlja teza o združitvi prednosti obeh vrst prikaza, s čimer bi zagotovili prikaz izboljšane ali dopolnjene resničnosti (angl. augmented reality) kot nadgradnje povsem realnega pogleda na pokrajino z dodatki kartografskega (znakovnega) prikaza poudarjenih, načrtovanih ali nevidnih objektov in pojavov. Druga smer raziskav vodi v iskanje primernejšega medija od velikostno omejenega zaslona prenosne naprave. Raziskave digitalnega papirja (primer na sliki 9) dajejo slutiti, da bomo v kratkem prišli do nosilca, ki ima fizične lastnosti današnjega papirja, a omogoča prilagajanje vsebine in povezavo s podatki prek širokopasovnega podatkovnega prenosa.



Slika 9: Primer digitalnega papirja proizvajalca Plastic Logic GmbH.

## 5 SKLEP

Sodobna tehnologija ponuja veliko možnosti za prikazovanje prostorskih podatkov, ki postajajo vse bolj privlačne in dostopne uporabniku. S ponudbo pa se povečujejo tudi zahteve in pričakovanja uporabnikov. Če je predstavitev bolj podrobna, celovita in vse bližja resničnosti, uporabniki pričakujejo, da je tudi kakovostno prilagojena estetski in uporabniški izkušnji. Tu pa zaradi hitrosti spreminjanja stanja, omejitev množičnega zajema in zmogljivosti predvsem prenosnih kanalov (prostorske zmogljivosti nosilcev podatkov postajajo vse manj omejevalne) ponudniki ne morejo zagotavljati popolnih podatkov. Ponudniki, ki se trudijo za popolno kakovost, ne bi smeli pozabiti na opozorila uporabnikom, da pri vsaki uporabi preverijo in upoštevajo kakovost prostorskih podatkov glede na vsa merila: izvor, položajno točnost, tematsko pravilnost, logično povezanost, polnost in časovno pravilnost.



**Literatura in viri:**

- Cartwright, W., Peterson, M. P., Gartner, G. (2007). *Multimedia Cartography*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-36651-5>
- Domajno, M. (2014). Moč 3D-geovizualizacije. *Geodetski vestnik*, 58(2), 352–357.
- Gartner, G., Cartwright, W., Peterson, M. P. (2007). *Location Based Services and Telecartography*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-36728-4>
- Kraak, M., Ormeling, F. (2003). *Cartography, Visualization of Spatial Data*. New York: The Guilford Press.
- MacEachren, A. M., Taylor, D. R. F. (1994). *Visualization in modern cartography*. Oxford: Pergamon.
- OGC (2014). Web Map Service. <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>, pridobljeno: 29. 10. 2014.
- PROSTOR (2014). Spletni portal Geodetske uprave RS. <http://www.e-prostor.gov.si>, pridobljeno: 15. 10. 2014.
- Rusli, N., Majid, M. R., Din, A. H. M. (2014). Google Earth's derived digital elevation model: A comparative assessment with Aster and SRTM data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/18/1/012065>
- Taylor, D. R. F. (2005). *Cybercartography: Theory and Practice*. Amsterdam: Elsevier.
- Spletni viri (pridobljeno oktober 2014):  
[www.elbitsystems.com](http://www.elbitsystems.com)  
[www.geopedia.si](http://www.geopedia.si)  
[www.google.com/glass/](http://www.google.com/glass/)  
[www.google.com/maps/views/](http://www.google.com/maps/views/)  
[www.google.si/intl/sl/earth/](http://www.google.si/intl/sl/earth/)  
[www.google.si/intl/sl/maps/about/contribute/photosphere](http://www.google.si/intl/sl/maps/about/contribute/photosphere)  
[www.google.si/maps](http://www.google.si/maps)

*asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski, univ. dipl. inž. geod.*  
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
 Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
 e-naslov: [klemen.kozmus@fgg.uni-lj.si](mailto:klemen.kozmus@fgg.uni-lj.si)

*Matevž Domajno, univ. dipl. inž. geod*  
 Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD  
 Fraunhoferstraße 5, DE-64283 Darmstadt  
 e-naslov: [matevz.domajno@igd.fraunhofer.de](mailto:matevz.domajno@igd.fraunhofer.de)

*doc. dr. Dušan Petrovič, univ. dipl. inž. el.*  
 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
 Jamova cesta 2, SI-1000 Ljubljana  
 e-naslov: [dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si](mailto:dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si)