

# KAJ PA TOPOGRAFIJA? STANJE IN KAKOVOST TOPOGRAFSKIH PODATKOV V SLOVENIJI

WHAT ABOUT TOPOGRAPHY? STATUS AND QUALITY OF TOPOGRAPHIC DATA  
IN SLOVENIA

*Dušan Petrovič, Tomaž Podobnikar, Dejan Grigillo, Klemen Kozmus Trajkovski,  
Anja Vrečko, Tilen Urbančič, Mojca Kosmatin Fras*

UDK: 004.6:528.4:528.93:659.2

## IZVLEČEK

*Topografski podatki, kot pomemben del Nacionalne prostorske podatkovne infrastrukture, so bili v letih po osamosvojitvi Slovenije deležni velike pozornosti, postali so splošno dostopni, bili so dopolnjeni in medsebojno usklajeni. V zadnjem desetletju pa se je vlaganje v topografske podatke v Sloveniji zelo omejilo, zato danes nikakor več ne moremo biti zadovoljni z njihovim stanjem. V prispevku pregledno predstavljamo stanje topografskih podatkov v Sloveniji, analiziramo njihovo kakovost in ustreznost za potencialne in dejanske uporabnike. Posvetimo se izvornim posnetkom stanja, kot je sistemsko ciklično aerosnemanje (CAS), in iz njega izvedenemu proizvodu, ortofotu. Kakovost ortofota je precej odvisna od kakovosti modela reliefa. Topografski podatki so vodeni posamično v sklopu posameznih vsebinskih baz (REZI, ZK GJI, grafični del katastra stavb) ter združeno v topografskih bazah in kartah različnih ravni podrobnosti (DTK 5, DTK 25, DTK 50, sistem DPK). Analizirano stanje primerjamo s stanjem v nekaterih sosednjih ali primerljivih državah.*

## KLJUČNE BESEDE

*topografski podatki, ortofoto, model reliefa, topografske karte, topografski sistem Slovenije*

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.09

## ABSTRACT

*Topographic data, an important part of the National Spatial Data Infrastructure, have been given serious attention since Slovenia's independence. It has become publicly available, updated and harmonised. Financing of topographic data in Slovenia has significantly decreased over the previous decade. As a result, the present status is far from acceptable or expected. The current status of the topographic data, as well as its quality and usability for potential users is discussed in this article. The overview starts with basic source data, aerial surveys, photographs and orthophotos. The quality of orthophotos largely depends on the DTM quality. Topographic data is nowadays organised in thematic datasets (geographical names, building cadastre, etc.) or joined in datasets of different levels of accuracy and details. The status in Slovenia is compared to those in some neighbouring and other comparable countries.*

## KEY WORDS

*topographic data, orthophotos, terrain model, topographic maps, topographical system of Slovenia*

## 1 UVOD

Že od nekdaj se je geodetska stroka v Sloveniji prednostno zanimala za podatke nepremičninskih evidenc, za njihovo stanje, kakovost in z njimi povezane težave. Nekako je bilo to posledica dejstva, da so bili topografski podatki, kot drugi pol Nacionalne prostorske podatkovne infrastrukture, kakovostni in zanesljivi, čeprav nekateri težko dostopni in varovani kot nacionalno zaupni



Ciklično aerosnemanje Slovenije (CAS), ki se je s poznejšimi posodobitvami ohranil do danes. Ta projekt ima izjemen pomen za geodetsko stroko in ozemeljsko suverenost Slovenije, ki je od leta 1991 samostojna država. Posnetki cikličnega aerosnemanja so bili in so še vedno osnovni fotogrametrični vir za zajem topografskih podatkov za potrebe države in so javno dostopni.

Z razvojem aerosnemanne tehnologije in tehnologije fotogrametričnega zajema podatkov se je projekt posodabljal, vendar pa so glavna vodila ostajala nespremenjena – cikličnost (periodično ponavljanje) snemanja za potrebe zagotavljanja prostorskih podatkov največjih meril na ravni vse države. Zadnji večji spremembi v projektu, ki najbolj vplivata na sedanje izvajanje snemanja, sta bili projekt CAS 2000 in uvedba digitalnega snemanja leta 2006. Projekt CAS 2000 je bil ekspertna študija, s katero sta bila izdelana Tehnični pravilnik o izvajanju Cikličnega aerosnemanja Slovenije in Tehnični pravilnik o skeniranju aeroposnetkov, aerotriangulaciji in ortofotu. Poleg tega je bilo uvedeno sistematično snemanje ozemlja po opredeljeni razdelitvi na fotogrametrične bloke (prej so se bloki pri vsakokratnem snemanju prilagajali potrebam občin), kar je zagotavljalo optimalno konfiguracijo bloka in omogočalo uporabo trajnih oslonilnih točk za potrebe aerotriangulacije. Kot osnovni fotogrametrični vir so bili opredeljeni geolocirani aeroposnetki, kar je pomenilo, da se je tudi projekt aerotriangulacije izvajal sistematično. V celoten postopek od snemanja, skeniranja, aerotriangulacije do izdelave ortofota je bil uveden sodoben koncept zagotavljanja kakovosti (Kosmatin Fras, 2003). Do leta 2005 se je snemanje izvajalo z analogno tehnologijo (v črnbeli ali barvni tehniki), od leta 2006 pa se izvaja z digitalno tehnologijo.

Digitalni fotogrametrični snemalni sistemi so v primerjavi z analognimi sistemi precej bolj kompleksni po zgradbi in delovanju, poleg tega pa običajno vključujejo še dodatne enote za določanje položaja (GNSS) in zasukov (INS). Digitalni sistemi posnetke beležijo na digitalne slikovne senzorje, ki so po obliki ploskovni ali vrstični. Pomemben tehnološki napredek je multispektralno snemanje, ki omogoča hkraten zajem podatkov v več spektralnih kanalih. Običajno letalski sistemi omogočajo zajem podatkov v pankromatskem, rdečem, zelenem, modrem in bližnje infrardečem spektralnem kanalu, radiometrična ločljivost sistemov pa je od 8 do 12 bitov. Zaradi teh tehnoloških novosti je bilo treba posodobiti tehnične pravilnike, ki so v obliki Tehničnih navodil za izvajanje fotogrametričnih projektov sestavni del razpisne dokumentacije projektov.

Državni ortofoto se iz letalskih posnetkov CAS izdeluje približno od sredine 90. let 20. stoletja. Dokler se je snemanje izvajalo z analogno tehnologijo, je bilo posnetke treba skenirati. Ortofoto se je iz teh skeniranih posnetkov izdeloval v prostorski ločljivosti 0,5 m (DOF5). Od leta 2006, ko se snemanje izvaja v digitalni tehniki s prostorsko ločljivostjo posnetkov 0,25 m (za gosto naseljena območja) oziroma 0,5 m, pa se izdeluje barvni ortofoto prostorske ločljivosti 0,5 m (DOF050) in bližnji infrardeči ortofoto s prostorsko ločljivostjo 1 m (DOF100IR). Od leta 2009 se ortofoto izdeluje v novem državnem koordinatnem sistemu (D96/TM). Ortofoto se je v slovenskem prostoru izjemno dobro uveljavil kot izdelek, ki zelo nazorno prikazuje fizični prostor in omogoča prepoznavanje sprememb v prostoru, ki se ne vnašajo ažurno v druge topografske evidence (karte, baze). Konec leta 2005 je bila med uporabniki ortofota izvedena anketa za namene raziskave uporabe ortofota v praksi (Kosmatin Fras et al., 2006). Namen raziskave je

bil ugotoviti, kako pogosto in za kakšne namene se ortofoto uporablja, predvsem pa, kakšno mnenje imajo uporabniki o njegovi kakovosti in uporabnosti za svoje delo. Kar 96 % anketiranih je splošno kakovost ortofota glede na svoje potrebe dela ocenilo kot zelo dobro. Anketa pa je pokazala, da vsi uporabniki niso dovolj informirani o značilnostih izdelka. S prehodom na digitalno tehnologijo snemanja so se tehnične značilnosti ortofota seveda spremenile, zato bi bilo treba takšno raziskavo ponoviti.

Ortofoto se uporablja za zelo različne namene, vendar je treba poudariti, da je sekundarni vir za zajem podatkov in je namenjen predvsem kot dodaten podatkovni sloj pri obravnavi prostorskih podatkov, npr. GIS-analize. Omenjena raziskava pa je žal tudi pokazala, da veliko uporabnikov ortofoto uporablja kot primarni vir za zajem topografskih podatkov, kar pa s strokovnega stališča ni dobro. Primarni fotogrametrični zajem se namreč izvaja iz letalskih stereoparov, ki na podlagi stereoskopskega efekta omogočajo precej boljšo interpretacijo podatkov, koordinate zajetih točk pa se izračunajo s strogim matematičnim modelom. Pri ortofotu se namreč položaj določi s presekom slikovnih žarkov z digitalnim modelom reliefa.

Digitalni model reliefa (DMR), ki je nujen vhodni podatek pri izdelavi ortofota, neposredno vpliva na položajno točnost ortofota (Kosmatin Fras, 2004). Višinski podatki v DMR so zaradi enostavne organizacije in obdelave podatkov običajno strukturirani v obliki kvadratne mreže, višine za poljuben položaj pa se interpolirajo. Položajna točnost ortofota zato ni homogena. Položajno točnost ortofota lahko ugotovljamo le s primerjavo terenskih meritev na dobro definiranim detajlu v naravi in vektorizacijo istih detajlov na ortofotu.

Uporabniki ortofota velikokrat enačijo njegovo prostorsko ločljivost s položajno točnostjo. Prostorska ločljivost ortofota v glavnem vpliva na čitljivost slike, na primer prepoznavanje detajlov. Detajlov, ki so manjši od velikosti enega piksela, ne moremo prepoznati, pomembna pa je tudi kontrastnost detajla glede na okolico. Ortofoto je vsekakor zelo uporaben izdelek, ki pa ga moramo uporabljati v skladu z njegovimi lastnostmi (sekundarni podatkovni vir). Ortofoto ne more nadomestiti vektorskih topografskih podatkov, zato bi bilo treba vlagati več sredstev v primarni zajem iz letalskih stereoparov. Za kakovosten ortofoto potrebujemo tudi kakovosten DMR. Veliki položajni pogreški nastanejo, če na ortofotu zajemamo objekte, ki jih DMR ne vsebuje (npr. stavbe). Če imamo na razpolago digitalni model površja (DMP), ki ga je danes z lidarsko tehnologijo mogoče izdelati relativno enostavno, lahko iz letalskih posnetkov izdelamo tudi tako imenovani popolni ortofoto (ang. true orthophoto), v katerem so tudi objekti nad terenom prikazani v pravilnem položaju.

### 3 SEDANJE STANJE IN PROBLEMATIKA KAKOVOSTI DMR

V Sloveniji na področju izdelave DMR-ja v glavnem sledimo svetovnim smernicam, občasno pa jih tudi prekašamo. Prve zamisli o izdelavi DMR-ja Slovenije segajo v konec šestdesetih let prejšnjega stoletja (Banovec in Lesar et al., 1975). Leta 1975 je bil izdelan prvi digitalni model reliefa za vso Slovenijo, in sicer DMR 500. Leta 1973 so po inovativni metodi začeli izdelovati DMR 100, ki so ga dokončali leta 1984 in vzdrževali vse do leta 1997. V letih od 1995 do 2005 so izdelovali DMR 25 kot vzporedni proizvod digitalnega ortofota. Leta 2000 je bil izdelan tako



- (a) Težava je formalizacija koncepta DMR-ja kot končnega modela neskončne realnosti. Poleg vsega tak model predstavlja tako imenovano »golo«  
Zemljo. Uspešna abstrakcija modela omogoča učinkovito možnost analize in razumevanja zapletenih značilnosti zemeljskega površja. Pri DMR-ju se navadno opiramo na koncept v obliki polja kot zvezne obravnave prostora in zapis v obliki rastrskih slojev oziroma v obliki pravilne kvadrataste celične mreže ali nepravilne trikotniške mreže (TIN-a) primerne ločljivosti, ob primerni opredelitvi vsebin modela. Prav opredelitev in standardizacija vsebine DMR-ja je eden večjih težav obstoječih DMR-jev, pri čemer je v Sloveniji še večji kot v razvitih okoljih (Podobnikar, 2009). Pogosto se namreč zanemarja, da zgradba ali most nista dela DMR-ja, temveč sta lahko le objekta na DMR-ju. Standardov za DMR ni veliko, v Sloveniji pa jih sploh ni. Pri tej problematiki velja bolj upoštevati standarde USGS, NGA, pa tudi evropsko direktivo INSPIRE.
- (b) Uporabnost informacij se lahko izrazito poveča, če skrbno nadziramo njihovo kakovost. Če želimo doseči večjo ločljivost DMR-ja, moramo vložiti več navora v zajem podatkov, kontrolo kakovosti virov in v samo izdelavo modela. Glede na izkušnje je napor vsaj sorazmeren s kvadratom obratne vrednosti ločljivosti (Podobnikar, 2008). Kakovost izdelave končnega DMR-ja je izrazito odvisna od metode zajema in pridobljenega znanja, tehnične opremljenosti osebja, angažiranja različnih izvajalcev ipd. Uporaba primernih interpolacijskih metod ali metod filtriranja virov podatkov, skupaj s primerno izbiro različnih spremljajočih parametrov za izdelavo DMR-ja, je ključna v procesu modeliranja primerne DMR-ja. Ob tem je večno prisotna težava zagotovitve modela reliefa, primerne za različne aplikacije. Izdelava kakovostnega DMR-ja bi morala temeljiti na integraciji najboljših lastnosti virov podatkov, na izboru primerne skupine interpolacijskih metod ter metod modeliranja oziroma na aplikaciji dobrih praks (primer Podobnikar, 2001).
- (c) Izrazita težava DMR-jev je spremenljiva narava nezanesljivosti napak in odklonov (ali pogreškov, v ožjem, geodetskem pomenu), predvsem v prostorskem smislu (Podobnikar, 2001). To pomeni, da je tip prostorske napake težko opisati. Izpostaviti gre pogostost grobih in sistematičnih napak ter celo vrsto sistematično lokalnih in ključnih napak/odklonov, ki jih ni enostavno matematično opisati ali zaznati (slika 1). Poseben problem DMR-jev je tudi, da so napake prostorskega značaja, pri čemer je pogosto težko ločevati med horizontalnimi in vertikalnimi položajnimi napakami najrazličnejših porazdelitev. Pri tem velja izpostaviti večno problematično doseganje kakovosti pri iskanju ravnovesja med kakovostjo, ki jo izmerimo s klasično opisno statistiko, ter pri bolj naprednem pristopu, ki med drugim upošteva geomorfološke parametre kakovosti, torej pravilnost oblikovanosti reliefa (Podobnikar, 2009). V zadnjem primeru metode kontrole kakovosti pogosto temeljijo na vizualni analitiki, ki deloma zaradi svoje subjektivnosti zahteva strokovnjake za DMR. Pri zagotavljanju kakovosti velja upoštevati standarde ISO (TC 211), OGC, USGS, NGA, pa tudi evropsko direktivo INSPIRE.



Slika 1: Potencialna višinska natančnost DMV 12,5, izračunana za vsako rastrsko celico. Takoj se vidi, da je model napak matematično težko opredeljiv.

- (d) Standardizirane opise kot povzetke poročil o kakovosti podatkov imenujemo metapodatki. Uporabnost standardiziranih metapodatkov povečamo z zbiranjem v kataloge (največkrat dostopne na internetu). Proizvajalec mora opisati kakovost izdelanega DMR in dati na voljo razumljivo standardno poročilo o kakovosti izdelka. Povzetek tega poročila gre v standardne metapodatke. Po drugi strani mora uporabnik vedeti, kaj potrebuje in pričakuje od DMR-ja, torej mora razumeti informacije o kakovosti izdelka, ki jih navaja proizvajalec. Težava metapodatkov, še posebej v Sloveniji, je, da se nanje pogosto ne moremo zanesti (Podobnikar, 2001). Težave so različna interpretacija in nerazumevanje zahtev po vpisih, relativno večja zapletenost opisa parametrov DMR-ja v primerjavi z drugimi prostorskimi podatki, nedoslednost vpisovalcev in omejenost osnovnih standardov (ti na primer ne predvidevajo zelo nazornega vizualnega prikaza kakovosti, primer slika 1).
- (e) Formati zapisa podatkov DMR-ja so večja težava kot za zapis večine drugih prostorskih podatkov. Velika težava je ustrezna opredelitev oziroma interpretacija modela reliefa, ki ga zapišemo v določenem formatu, na primer v obliki celične mreže (Podobnikar, 2009). Še ena težava je iskanje kompromisa med različnimi oblikami zapisa modela, kot je zapis v obliko različno porazdeljenih točk, ki so lahko porazdeljene v smislu upoštevanja različnih metod vzorčenja virov podatkov za model in primernosti za analize modela. Med temi je oblika pravilne mreže, pri kateri je zapis poenostavljen v primerjavi s potrebo po zapisu naključno porazdeljenih točk ali s 3R-zapisom podatkov, na primer primernim za lidarski oblak točk. Še bolj zapleteno je, če moramo v strukturi zapisa DMR-ja upoštevati značilne točke (vrhovi) ali

celo črte (grebeni). V najbolj preprostih primerih formati zapisa povzemajo standardizirane načine za druge podatke, kot je celična mreža, v zapletenejših pa so podatki zapisani v posebnih formatih, kot so XYZ, LAS, TIN, DTED ipd.

## 4 SEDANJE STANJE IN PROBLEMATIKA KAKOVOSTI TOPOGRAFSKIH KART IN BAZ

Karte so uveljavljene kot uporabnikom tradicionalno najbolj široko dostopen vir prostorskih podatkov. Z razvojem geografskih informacijskih sistemov so jih začele dopoljevati topografske baze, ki omogočajo samodejne in obsežnejše analize nad podatki v GIS-okoljih. Prvotni vir za vzpostavitev topografskih baz so bile obstoječe karte. Danes so topografske baze osnovna oblika vodenja in hranjenja prostorskih podatkov, karte in drugi izdelki pa so izdelani na njihovi podlagi (Petrovič, 2003).

### 4.1 Državne topografske karte

Sistemska karta največjega merila v Sloveniji je temeljni topografski načrt – TTN. Večina ozemlja države je prikazana v merilu 1 : 5000 (2537 listov TTN 5), manj intenzivna območja pa v merilu 1 : 10.000 (258 listov TTN 10). Izdelana je bila v 60. letih, nato pa je obnova listov potekala v vse bolj omejenem obsegu in nesistematično do leta 1997. Danes je karta uporabnikom dosegljiva v obliki skenogramov vseh originalov ločljivosti 300 dpi. Ker so listi stari od 14 do 50 let, naj bi bili skenogrami namenjeni predvsem za analize sprememb in ogled nekdanjega stanja, žal pa se TTN kljub zastarelosti velikokrat uporablja kot karta prikaza sedanjega stanja.

Topografska karta največjega merila, ki enako pokriva celotno območje Slovenije, je državna topografska karta v merilu 1 : 25.000 (DTK 25), ki jo sestavlja 198 listov velikosti  $7,5' \times 7,5'$ . Podlaga karte je bila na VGI izdelana topografska karta v merilu 1 : 25.000 (TK 25 VGI), zadnjič vsebinsko dopolnjena v letih 1985 in 1986. V letih od 1994 do 1999 je bila karta še z analogno tehnologijo predelana v prvo slovensko topografsko karto DTK 25 in dodatno različico za ministrstvo za obrambo, a z izjemo prvih 11 listov območja Kopra in okolice je reambulacija obsegala le vključitev novih avtocest, pomembnejših državnih cest in železnic, večjih skupin novih objektov ali večjih posameznih objektov in novih akumulacijskih jezer. Na karto je bila dodana še državna meja s Hrvaško po mejah obmejnih katastrskih občin, vse z dvojno črto prikazane ceste so bile poudarjene z oker barvo, opravljeni so bili še popravki imen naselij, vseh zemljepisnih imen v Avstriji, Italiji in na Madžarskem ter dodana dvojezična zemljepisna imena na območjih narodnostnih manjšin. V letih 1999 in 2005 je bilo prototipno izdelanih 5 listov prenovljene DTK 25 v digitalni obliki in prenovljenem formatu, na ministrstvu za obrambo pa so izdelali 50 listov brez vsebinskih dopolnitev, predelanih v Natov format. Geodetska uprava je sprejela odločitev, da DTK 25 zaradi zastarelosti in pomanjkanja sredstev ne bo več obnavljala, jo pa še vnaprej zagotavlja v obliki rastrskih slik slojev ter do porabe naklade tudi tiskanih listov. Izmed institucionalnih uporabnikov nad takšno odločitvijo najbolj negodujejo v Slovenski vojski in na Upravi za zaščito in reševanje, dejansko pa je uporabnikov DTK 25 mnogo. Zaradi preglednosti, podrobnosti in večinoma zelo kakovostnega prikaza predvsem naravnih elementov (reliefa in vodovja) se je karta že pred osamosvojitvijo, zlasti pa po sprostitvi dostopa, uveljavila kot zelo široko uporabna karta. DTK 25 danes uporabljajo taborniki, orientacisti, planinci, kolesarji,



jamarji in še mnogi drugi za tekmovanja in druge dejavnosti, ki terjajo gibanje in orientacijo na terenu tudi zunaj poti. Težavo neažurnosti rešujejo praviloma ali s sprejemanjem zastarelega stanja ali z lastnim delnim dopolnjevanjem vsebine glede na potrebe in namen. Zaradi enostavnosti prenašanja podatkov do uporabnikov v digitalni obliki Geodetska uprava podatkov o tovrstni uporabi nima.

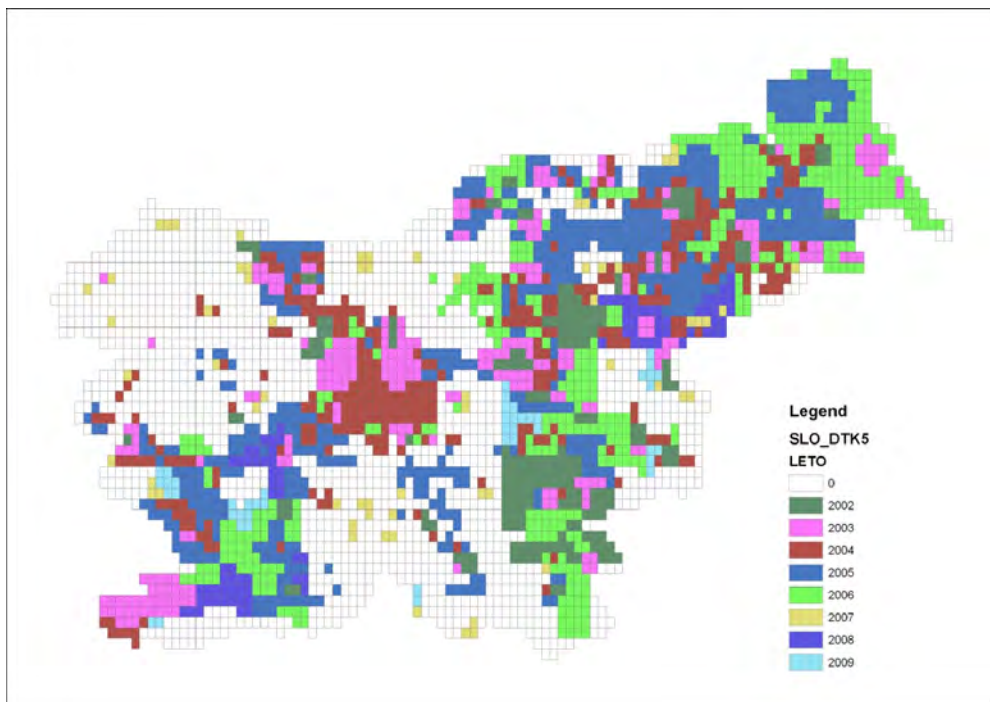
Državna topografska karta v merilu 1 : 50.000 (DTK 50) in hkrati Vojaška topografska karta (VTK) je največji dosežek slovenske kartografije po osamosvojitvi. Poleg merila in ažurne vsebine karta tudi po geodetski podlagi (elipsoid WGS 84, projekcija UTM, dimenzija lista 20' × 12') ustreza standardom zveze NATO, njeno kakovost pa je potrdila tudi ocena kakovosti (Petrovič, 2006). Za potrebe izdelave smo v Sloveniji razvili izvirno metodo kombinacije rastrskih in vektorskih postopkov izdelave karte. Vseh 58 listov karte je bilo izdelanih v letih od 2000 do 2005, po letu 2006 se izvaja redna obnova vsebine. Uporabnikom so na voljo rastrske slike celotne karte ali posameznih vsebin, nekateri elementi tudi v vektorski obliki, tiskani listi pa le za prvo izdajo DTK 50. Kljub vsemu naštetemu karta, z izjemo ministrstva za obrambo, ni prodrla v široko uporabo. Manj zahtevni uporabniki še vedno uporabljajo Atlas Slovenije kot vsebinsko manj obremenjeno karto enakega merila, bolj zahtevni uporabniki pa kljub zastarelosti dajejo zaradi podrobnosti prikaza prednost DTK 25.

## 4.2 Topografske baze

Prva večvsebinska topografska baza, ki je zajemala območje cele Slovenije, je bila Generalizirana kartografska baza (GKB), vzpostavljena v letih od 1994 do 1996. Osnovni vir za zajem so bili skenogrami reprodukcijskih originalov državne topografske karte v merilu 1 : 25.000, zajete pa so bile predvsem linijske vsebine: ceste, vode, plastnice in železnice. Vsakemu objektu v bazi so dodani osnovni atributi. Glede na starost osnovnega vira tudi vsebina GKB večinoma prikazuje stanje iz let 1985 in 1986 in se ne vzdržuje. Baza je bila namenjena uporabnikom kot osnovna geoinformacijska infrastruktura, ki jo lahko uporabnik nadgradi po svojih potrebah in zahtevah, kar so izkoristili predvsem ponudniki kart za navigacijske sisteme.

Nadaljnji razvoj GKB se je ustavil tudi in predvsem zaradi odločitve o vzpostavitvi topografske baze velike natančnosti (TBVN). Zajem topografske baze po vzoru topografskih baz mnogih evropskih držav, ki bi pomenila osnovni, natančen in celovit opis podatkov o stanju prostora in hkrati nadomestila TTN, se je začel leta 2001, baza pa se je poimenovala DTK 5.

Po desetletju bi morala biti baza vzpostavljena, praviloma v prvem petletnem ciklu že tudi vsebinsko dopolnjena. Dejansko pa je bilo v letih od 2002 do 2009 izdelanih 1982 izmed vseh predvidenih 3265 listov, večinoma do leta 2006. Tako je še vedno 1283 neizdelanih listov, kar pomeni 39 % (slika 2). Izdelava listov ni potekala sistematično, ampak so z izjemo vzhodne Slovenije in območij nekaterih občin med izdelanimi listi luknje. Vzdrževanje že izdelanih listov je bilo zelo omejeno, a je še dodatno prispevalo k razdrobljenosti. Takšna prostorska in časovna razdrobljenost uporabnikom zelo otežuje in marsikdaj onemogoča izvajanje morebitnih prostorskih analiz nad vektorskimi podatki.



Slika 2: Izdelani listi DTK 5 po letih

Osnovni izvorni podatki za zajem in vzdrževanje DTK 5 so aerofotografije CAS. Tako je DTK 5 edina vektorska topografska baza v Sloveniji, ki se trenutno izdeluje s primarnim zajemom. Atributni podatki so delno privzeti iz drugih obstoječih evidenc, tudi zunaj geodetske službe. Osnovni sloji oziroma objektna področja v DTK 5 so:

- hidrografija (vodna površina, os vodotoka, pojavi na vodah),
- pokritost tal (vegetacija, zemljišče v posebni rabi),
- promet (cesta, železniška proga, os žičnice) in
- zgradbe (stavba, os elektrovida, visoki objekti).

DTK 5 naj bi kot podlaga nacionalne geoinformacijske podatkovne infrastrukture vsebovala najbolj podrobne, popolne in natančne topografske podatke, dejansko pa vsebuje manj objektnih tipov, kot jih je predhodnik TTN (slika 3), pa tudi manj, kot jih vsebujeta topografski karti DTK 25 in celo DTK 50. Torej se DTK 5, četudi bi bila ažurna in bi pokrivala vso Slovenijo, ne bi mogla uporabljati kot osnovni vir za vzdrževanje DTK 50.



Slika 3: Primerjava vsebine TTN in kartografske upodobitve DTK 5

V letih 2002–2004 so bile iz zajetih topografskih podatkov DTK 5 izdelane tako imenovane geodetske podlage za prikaz prostorskih aktov kot standardnih kartografsko obdelanih grafičnih izdelkov, za 25 % površine Slovenije pa so bile izdelane tako imenovane geodetske podlage na podlagi ortofota (Duhovnik et al., 2003). Po letu 2004 je DTK 5 uporabnikom na voljo le v tako imenovanem SHP-zapisu. Tak zapis je sicer široko uporabljen v programskih okoljih GIS, vendar mnogi potencialni uporabniki teh programskih orodij nimajo. Oblika podatkov omogoča poizvedovanja in analize, prikaze in kartografske upodobitve pa šele s precejšnjim posegom in ustreznim znanjem.

Posledica naštetih težav – časovne razdrobljenosti, nepokritosti celotnega ozemlja, nepopolne vsebine in, končno, neustrezne oblike podatkov – je manjša uporabnost in zanimivost DTK5 za različne uporabnike. Namesto da bi uporabniki uporabljali DTK 5 in tako prispevali k potrebi po bolj rednem vzdrževanju, se odločajo za zastarele, vsebinsko popolnejše liste TTN, ki pokrivajo celotno ozemlje in so dostopni kot karta v rastrski obliki. Podatki o naročanju podatkov na Geodetski upravi kažejo, da uporabniki na leto naročijo približno dvakrat več listov TTN kot podatkov listov DTK5. Tudi mnogi planerji v pogovorih zagotavljajo, da raje kot DTK5 uporabijo TTN v kombinaciji z DOF, še vedno pa bi si nekateri želeli celo že dolgo neobstoječi Pregledni katastrski načrt (PKN).

## 5 PREGLED STANJA V PRIMERLJIVIH DRŽAVAH

Pred desetletjem je bilo stanje topografskih podatkov v Sloveniji povsem primerljivo s stanjem v drugih državah, današnje stanje pa je razvidno iz preglednice 2. V pregled so vključene države, ki so bodisi sosednje ali primerljive glede zgodovine in stopnje razvoja ter uporabe topografskih podatkov in za katere je bilo mogoče zbrati podatke (ICA, 2007; OS, 2011).

<i>Država</i>	<i>Podrobnost topografske baze</i>	<i>Karte za uporabnike</i>	<i>Cikel vzdrževanja</i>	<i>Vir vzdrževanja</i>	<i>DMR, ločljivost</i>	<i>Opomba</i>
<i>Hrvaška</i>	<i>1 : 10.000</i>	<i>1 : 25.000, 1 : 50.000</i>	<i>ravno vzpostavljeno</i>	<i>CAS 1 : 20.000</i>	<i>25 m</i>	<i>plačljivi vsi podatki</i>
<i>Madžarska</i>	<i>1 : 50.000</i>	<i>1 : 10.000</i>	<i>3 leta</i>	<i>CAS 1 : 30.000</i>	<i>5 m</i>	
<i>Švica</i>	<i>1,5-3 m</i>	<i>1 : 25.000, 1 : 50.000</i>	<i>na 6 let, meje, zgradbe in ceste letno</i>	<i>CAS, DOF 2 m</i>	<i>2 m</i>	
<i>Nemčija</i>	<i>1 - 3 m</i>	<i>1 : 10.000</i>	<i>redno, vsaj enkrat letno</i>	<i>CAS, DOF 0,2-0,4 m</i>	<i>2 m</i>	
<i>Španija</i>	<i>1 : 25.000</i>	<i>1 : 25.000</i>	<i>2 leti</i>	<i>CAS 0,5 m</i>	<i>5 m</i>	

Preglednica 2: Pregled stanja topografskih podatkov v nekaterih državah Evrope

### 5.1 Hrvaška

Največje merilo osnovne državne karte, ki izhaja še iz Jugoslavije, je 1 : 5000. Karta je v analogni obliki, izdelanih je 99 % listov, a je vsebinsko zastarela. Tudi v merilu 1 : 25.000 je bila v analogni obliki pokrita vsa država. Do leta 2010 so za celotno ozemlje vzpostavili topografsko bazo podrobnosti merila 1 : 10.000. Iz nje so izdelali novo DTK 25 za vso državno, prav tako so vir dopolnitev za vojaško TK 50. Vzdrževanje baze se še ni začelo. Osnovno merilo snemanja CAS je 1 : 20.000, celotno ozemlje pokriva tudi DOF 50 cm. DMR ima ločljivost 25 x 25 m.

### 5.2 Madžarska

Največje merilo osnovne državne karte je 1 : 10.000. Karta je v analogni, digitalni rastrski in vektorski obliki. Pokritost države za vse vrste kart je 100 %. DMV ima ločljivost 5 m in pokriva vso državo. Topografske baze so začeli vzpostavljati leta 1980. Imajo bazo DTA-200 in DTA-50, ki se uporablja za vojaške karte. Podatki CAS so v merilu 1 : 30.000 in so dostopni v analogni in digitalni obliki. DOF temelji na DMV 5 in orientiranih letalskih posnetkih.

### 5.3 Švica

Najpodrobnejša karta je v merilu 1 : 25.000. Karte meril 1 : 25.000, 1 : 50.000, 1 : 100.000 in 1 : 500.000 revidirajo vsakih šest let. Osnovna topografska baza se imenuje TLM (Topographic Landscape Model). Geometrijska natančnost za dobro določljive objekte znaša do 1,5 m, za slabše določljive objekte pa do 3 m. TLM se uporablja kot podlaga za izdelavo državnih kart v merilu 1 : 25.000, 1 : 50.000 in 1 : 100.000. Predviden je šestletni cikel vzdrževanja. Lasersko skeniranje opravijo vsakih šest let. DOF obnovijo vsaka tri leta. Ločljivost DOF je 2 m, natančnost višin pod nadmorsko višino 2000 m naj bi bila  $\pm 0,5$  m.

## 5.4 Nemčija

Največje merilo osnovne državne karte je 1 : 10.000 in je v digitalni obliki. V digitalni obliki so karte vse do merila 1 : 1.000.000. Najvišja ločljivost DMV je 2 m. DOF ima prostorsko ločljivost 20 oziroma 40 cm. Osnovna topografska baza je tako imenovani Digitalni model Nemčije z oznako DGM-D. Prostorska natančnost modela znaša med 1 m in 3 m. Posodobitev modela je predvidena najmanj enkrat na leto. DLM (Digital Landscape Model) opisuje topografske značilnosti pokrajine in obliko površja v vektorskem formatu, obstaja pa v merilih 1 : 25.000, 1 : 50.000, 1 : 250.000 in 1 : 1.000.000. Digitalne karte se naj bi v prihodnje izdelovale in ažurirale neposredno iz podatkov DLM.

## 5.5 Španija

Osnovni državni karti sta v merilih 1 : 25.000 in 1 : 50.000. Državna topografska baza v merilu 1 : 25.000 je tvorjena iz digitalnega fotogrametričnega stereozajema. Najvišja ločljivost DMR je 5 m. DOF ima ločljivost 25 oziroma 50 cm. Snemanja CAS izvajajo na dve leti.

## 6 SKLEP

Posledica nevezdrževanja topografskih zbirk, topografskih baz in kart je njihova zastarelost. Po nekaterih tujih ocenah je za evidence, ki so stare več kot 15 let, vzdrževanje neekonomično in je bolj smiselno ob morebitni ponovni vzpostavitvi izvesti popolnoma nov zajem. V Sloveniji smo pri ravni meril 1 : 25.000 dobo 15 let že presegli, pri DTK 5 se ji hitro približujemo, stanje je zadovoljivo le pri DTK 50.

Nove metode, tehnologije in postopki lahko izboljšajo učinkovitost zajema in vzdrževanja prostorskih podatkov. Topografski podatki v osnovni topografski bazi morajo biti vsekakor zajeti iz primarnega vira, kjer pa se lahko stereopari letalskega snemanja (CAS) dopolnjujejo in v prihodnosti morda nadomestijo s stereopari visokoločljivih satelitskih posnetkov, podatki aero laserskega skeniranja ali radarskega snemanja. Vse navedene tehnike se lahko ob uporabi ustreznih metod uporabijo za samodejno ali polsamodejno iskanje sprememb, ki pospeši in tako poceni primarni zajem. Pri evidentiranju sprememb je smiselno prek pripravljenih aplikacij vključiti uporabnike, ki posredujejo spremembe kot napake v podatkih. Smiselno je tudi sistematično zbirati kakovostno pridobljene podatke, na primer podatke izmer za potrebe izdelave geodetskih načrtov.

Uporabniki prostorskih podatkov se sedanjemu stanju za zdaj še prilagajajo. Ob dostopnosti mnogih spletnih ponudnikov podatkov, novih tehnikah zajema si sami dopolnjujejo svoje podatkovne zbirke na podlagi podatkov geodetske službe. Tako stanje lahko ocenimo kot škodljivo za področje nacionalne topografske infrastrukture, saj vsak uporabnik podatke zajema zase, brez zagotovila o kakovosti zajema, isti podatek pa se neracionalno zajame večkrat. Če Geodetska uprava Republike Slovenije ne bo pravočasno pristopila k sistematičnemu vzdrževanju in nadgradnji topografskih podatkov, je precej verjetno, da bodo večji uporabniki prostorskih podatkov tudi v Sloveniji vzpostavili svoj celovit sistem, s tem pa bo geodezija kot stroka izgubila pristojnost nad vodenjem, vzdrževanjem in posredovanjem topografskih podatkov.

**Literatura in viri:**

- Banovec, T., Lesar, A., et al. (1975). *Prostorsko informacijski sistem SR Slovenije /PIS SRS/ – II. faza, elaborat št. 2, Digitalni model reliefa. (Sodelavci: Bergant, B., Čulav, L., Ferjan, M., Podobnikar, M., Slatnar, A., Stare, N., Šivic, P.) Ljubljana: Geodetski zavod SRS.*
- Duhovnik, M., Brnot, M., Petrovič, D., Kete, P. (2003). *Geodetske podlage in topografska baza. Geodetski vestnik, 2003, 47(3), 224–230.*
- International Cartographic Association (2007). *National Reports. Pridobljeno 15. 4. 2011 s spletne strani: <http://icaci.org/national-reports>.*
- Kosmatin Fras, M. (2003). *Quality model based on total quality management in photogrammetry. Geod. list, 2003, 57(80), št. 3, 167–181.*
- Kosmatin Fras, M. (2004). *Vpliv kakovosti vhodnih podatkov na kakovost ortofota. Geodetski vestnik, 2004, 48(2), 167–178.*
- Kosmatin Fras, M., Drobne, S., Gregorčič, H., Oven, J. (2006). *Raziskava uporabe ortofota (DOF5) v praksi. Geodetski vestnik, 2006, 50(2), 258–269.*
- Ordnance Survey (2011). *Pridobljeno 15. 3. 2011 s spletne strani <http://www.ordnancesurvey.co.uk/oswebsite/products/osmastermap/faqs/topo019.html>.*
- Perko, K. (2005). *Analiza cikličnega aerosnemanja Slovenije in vzpostavitev baze posebnih aerosnemanj. Diplomsko naloga. UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana.*
- Petrovič, D. (2002). *Vzpostavitev sistema državnih topografskih kart. Geodetski vestnik, 2002, 46(3), 190–200.*
- Petrovič, D. (2003). *Predlog vodenja in vzdrževanja topografskih podatkov v Sloveniji. Geodetski vestnik, 2003, 47(3), 215–223.*
- Petrovič, D. (2006). *Ocena kakovosti državne topografske karte v merilu 1 : 50.000. Geodetski vestnik, 2006, 50(3), 425–438.*
- Podobnikar, T. (2001). *Digitalni model reliefa iz geodetskih podatkov različne kakovosti. Doktorska disertacija št. 140. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.*
- Podobnikar, T. (2008). *Nadgradnja modela reliefa Slovenije z visokokakovostnimi podatki. Geodetski vestnik, 2008, 52(4), 834–853.*
- Podobnikar, T. (2009). *Methods for visual quality assessment of a digital terrain model. S.A.P.I.E.N.S (Pariz), 2009, posebna izdaja 2, št. 2, 15–24.*
- Radovan, D., Rojc, B., Petrovič, D., Rener, R., Brajnik, M. (1996). *Zasnova strategije topografsko-kartografskega sistema Slovenije. Ljubljana: Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG.*

**Prispelo v objavo: 5. maj 2011**

**Sprejeto: maj 2011**

**doc. dr. Dušan Petrovič, univ. dipl. inž. el., inž. geod.**

UL FGG - Oddelek za geodezijo, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

e-pošta: [dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si](mailto:dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si)

**doc. dr. Tomaž Podobnikar, znanstveni svetnik, univ. dipl. inž. geod.**

UL FGG - Oddelek za geodezijo, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana in

ZRC SAZU - Inštitut za antropološke študije, Novi trg 2, SI-1000 Ljubljana

e-pošta: [tomaz.podobnikar@fgg.uni-lj.si](mailto:tomaz.podobnikar@fgg.uni-lj.si)

**asist. dr. Dejan Grigillo, univ. dipl. inž. geod.**

UL FGG - Oddelek za geodezijo, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

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

**asist. dr. Klemen Kozmus Trajkovski, univ. dipl. inž. geod.**

UL FGG - Oddelek za geodezijo, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

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

**asist. Anja Vrečko, univ. dipl. inž. geod.**

UL FGG - Oddelek za geodezijo, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

e-pošta: [anja.vrecko@fgg.uni-lj.si](mailto:anja.vrecko@fgg.uni-lj.si)

**asist. Tilen Urbancič, univ. dipl. inž. geod.**

UL FGG - Oddelek za geodezijo, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

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

**doc. dr. Mojca Kosmatin Fras, univ. dipl. inž. geod.**

UL FGG - Oddelek za geodezijo, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

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