

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si



Visokošolski program Geodezija,
Smer za prostorsko informatiko

Kandidat:

Luka Lesar

Analiza razvoja podatkov DTK 5 in predlog prenove strukture podatkovne baze

Diplomska naloga št.: 295

Mentor:

doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Somentor:

mag. Tomaž Gvozdanovič

Ljubljana, 26. 3. 2009

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **LESAR LUKA** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:
**»ANALIZA RAZVOJA PODATKOV DTK 5 IN PREDLOG PRENOVE STRUKTURE
PODATKOVNE BAZE«.**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim in avtorskim pravicam, ter jih prenašam na
UL, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 6. 3. 2009

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	004.6:528.7:659.2(043.2)
Avtor:	Luka Lesar
Mentor:	doc. dr. Mojca Kosmatin Fras
Somentor:	mag. Tomaž Gvozdanović, univ.dipl.inž. geod.
Naslov:	Analiza razvoja podatkov DTK 5 in predlog prenove strukture podatkovne baze
Obseg in oprema:	59 str., 26 sl., 6 pregl., 3 pril.
Ključne besede:	DTK 5, topografska baza, fotogrametrični zajem podatkov, prenova podatkovne baze

Izvleček:

Podatki DTK 5 (Državna topografska karta 1 : 5000) podajajo pomembne topografske informacije o površju Zemlje, ki ustrezajo kriterijem natančnosti in podrobnosti merila 1 : 5000. Zagotavlja jih Geodetska uprava Republike Slovenije s projektom »Zajem podatkov za DTK 5«, vodi pa jih v sklopu zbirke DTK 5. V diplomski nalogi je opisan razvoj topografskih podatkov in projektov v obdobju prehoda iz analogne v digitalno obliko, podane so tudi ključne prednosti podatkov DTK 5 pred njihovimi predhodniki. Podrobneje je opisana vsebina in struktura podatkov ter rezultati opravljene analize na obstoječih podatkih. Zajem podatkov je opisan z vidika njihovega nastajanja. V zadnjem delu diplomske naloge je opisan predlog koncepta prenove strukture zbirke podatkov, ki bi izboljšal vodenje podatkov in bi omogočal kakovostne, ažurne in dostopne podatke, kar je v informacijski dobi zelo pomembno.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 004.6:528.7:659.2(043.2)

Author: Luka Lesar

Supervisor: Assist. Prof. Mojca Kosmatin Fras, Ph. D.

Co-Supervisor: M.Sc. Tomaž Gvozdanović, Univ.B.Sc.geod.

Title: Analysis of DTK 5 data development and a proposal of the database modernization

Notes: 59 p., 26 fig., 6 tab., 3 ann.

Key words: DTK 5, topographic database, photogrammetric data acquisition, database modernization

Abstract:

The DTK 5 (Digital topographic map 1 : 5000) data present important topographic information about the Earth's surface, which meet the accuracy and detail criterion for the 1 : 5000 scale. The DTK 5 data are assured by The Surveying and Mapping Authority of the Republic of Slovenia within the project »Acquisition of DTK 5 data« and maintained in the DTK 5 database. The presented work describes the development of topographic data and projects at the analog to digital transformation period. The key advantages of derived DTK 5 data structure are compared to analog version. The detailed description of contents and structure of digital DTK 5 data is overviewed as well as the analysis of the existent data. The acquisition is described according to its development. The last part of my diploma thesis presents my conceptual proposals for renovation of database structure that would improve data management, ensure qualitative, up-to-date and accessible information. This kind of approach is important since we live in the information era.

ZAHVALA

Za nasvete in strokovno pomoč se zahvaljujem mentorici doc. dr. Mojci Kosmatin Fras, somentorju mag. Tomažu Gvozdanoviću, univ. dipl. inž. geod. in ostalim sodelavcem v podjetju DFG CONSULTING, d.o.o.

Zahvaljujem se tudi Anji in svoji družini, ki so me v času študija in pisanja diplomske naloge ves čas spodbujali.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PREGLED DRŽAVNIH PROJEKTOV NA PODROČJU VODENJA TOPOGRAFSKIH PODATKOV MERIL 1 : 5000 IN 1 : 10 000	3
2.1	Temeljni topografski načrti TTN 5 in TTN 10	6
2.2	Skenogrami TTN 5 in TTN 10	8
2.3	Digitalna topografska baza DTB	10
2.4	Zasnova in koncept vzpostavitve DTK 5	11
3	PREGLED IN ANALIZA PODATKOV DTK 5	16
3.1	Vsebina podatkov	17
3.2	Struktura podatkov	18
3.2.1	Standardni izmenjevalni format ESRI SHP	20
3.2.2	Poimenovanje SHP datotek	22
3.2.3	Geometrija, topologija, atributi in topološki odnosi	23
3.3	Rezultati analize podatkov	25
3.3.1	Dinamika zajema in pokritost s podatki DTK 5	25
3.3.2	Razlike med podatki DTK 5	28
3.3.3	Neskladja podatkov na robovih listov	30
4	MASOVNI ZAJEM PODATKOV DTK 5	33
4.1	Organizacija in potek projekta	33
4.2	Viri za zajem podatkov	36
4.2.1	Aeroposnetki cikličnega aerosnemanja Slovenije	36
4.2.2	Skenogrami situacije in hidrografije TTN 5 in TTN 10	37
4.2.3	Digitalni ortofoto	37
4.2.4	Digitalni model reliefa	38
4.2.5	Podatki iz obstoječih baz podatkov	38
4.3	Metode zajema podatkov	39
4.3.1	Fotogrametrični zajem	41
4.3.2	Zajem iz drugih evidenc	41
4.3.3	Posamični postopki	42

4.4	Geodetske podlage	43
5	PREDLOG PRENOVE STRUKTURE BAZE PODATKOV DTK 5 IN VZPOSTAVITEV GIS	46
5.1	Pristopi shranjevanja prostorskih podatkov	46
5.2	Struktura sodobne prostorske baze	48
5.2.1	DBMS	49
5.2.2	Programski strežnik	49
5.2.3	GIS aplikacija:	50
6	ZAKLJUČEK	52
	VIRI	53
	PRILOGE	55

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Podatki topografsko-kartografskega sistema Geodetske uprave	4
Preglednica 2: Vsebina in šifrant skenogramov TTN 5 in TTN 10	9
Preglednica 3: Objektna področja, objektni tipi in primer atributov ter šifrantov za objektni tip 101 stavbe (Operativna navodila..., 2007)	17
Preglednica 4: Šifrant podatkov	23
Preglednica 5: Dovoljeni topološki odnosi med sloji DTK 5	24
Preglednica 6: Vsebina in šifrant slojev geodetskih podlag	44

KAZALO SLIK

Slika 1: Razvoj topografskih podatkov merila 1 : 5000 glede na uporabljeno tehnologijo in vrsto zajema	6
Slika 2: Sistemska razdelitev TTN 5 in TTN 10	7
Slika 3: TTN 5 in TTN 10 po desetletnih obdobjih izdelave m (Državna kartografija, 2005)	8
Slika 4: Primeri vsebinskih slojev skenogramov TTN 5	10
Slika 5: Redukcija objektnega kataloga TDK 5 glede na topografski ključ TTN 5	13
Slika 6: Grafični prikaz staranja virov za zajem topografskih podatkov	14
Slika 7: Izsek vsebine vektorskih podatkov DTK 5, topografskega prikaza za terenski pregled in geodetske podlage	16
Slika 8: Tematski sloji DTK 5 za enoto lista 1 : 5000	18
Slika 9: Osnovni grafični gradniki	19
Slika 10: Prikaz grafičnih in atributnih podatkov (primer ceste)	20
Slika 11: Prikaz logike zapisa prostorskih podatkov v ESRI shape formatu (Drobne, 2006)	21
Slika 12: Poimenovanje datotek DTK 5 med zajemom	22
Slika 13: Grafični prikaz števila zajetih listov po letih	26
Slika 14: Grafični prikaz skupnega števila zajetih listov po letih	26
Slika 15: Prikaz listov DTK 5 po letu zajema	27
Slika 16: Prikaz vsebine zajema, izvedbe terenskega ogleda in izdelave geodetskih podlag po letih	28
Slika 17: Prikaz listov DTK 5 brez slojev elektrovodov in vegetacije	29
Slika 18: Prikaz listov DTK 5, za katere ni bil opravljen terenski pregled	30
Slika 19: Primer neusklajenih in usklajenih podatkov na robu lista	32
Slika 20: Funkcije, akterji in njihove naloge na projektu	33
Slika 21: Diagram poteka nalog na projektu	35

Slika 22: Metode in viri za zajem podatkov	40
Slika 23: Prikaz združenih rastrskih slojev geodetske podlage na osnovi TOPO 5 (Duhovnik et al., 2003)	45
Slika 24: Pristopi shranjevanja geometričnih in atributnih podatkov	46
Slika 25: Prenos grafičnih in atributnih podatkov objektov objektnega tipa stavbe v tabelo baze	47
Slika 26: Primer: Oracle, ArcSDE, ArcMap	48

KAZALO PRILOG

Priloga A: Sistemska razdelitev na liste 1 : 5000 in 1 : 10 000	55
Priloga B: Tabela slojev in atributov podatkov DTK 5	56
Priloga C: Topografski podatki DTK 5 in digitalni ortofoto načrt	59

1 UVOD

Razvoj na področju zajema in vzdrževanja topografskih podatkov je v informacijski dobi zelo napredoval od klasičnih analognih kart in načrtov do sodobnih digitalnih podatkov v okviru podatkovnih baz. Geodetska uprava Republike Slovenije, skrbnik državne topografske infrastrukture, je na topografskem področju v približno zadnjem desetletju razpisala več razvojnih projektov, katerih skupni cilj je bil zagotoviti kvalitetne in ažurne topografske podatke širokem krogu uporabnikov.

Projekt »Zajem podatkov DTK 5« (Državna topografska karta merila 1 : 5000) je pomembna sodobna aktivnost pridobivanja topografskih podatkov merila 1 : 5000, ki temelji na fotogrametričnem zajemu topografske vsebine. Struktura podatkov zbirke DTK 5 je vektorska, sestavljena iz grafičnih in atributnih podatkov. Topografski podatki za območje posameznega lista so shranjeni v SHP formatu, ločeno za vseh dvanajst tematskih (vsebinskih) slojev.

Sodobna GIS tehnologija omogoča shranjevanje prostorskih podatkov v GIS podatkovne baze in njihovo upravljanje, povezljivost z ostalimi bazami ter distribucijo podatkov tako, da so leti uporabnikom dosegljivi preko namiznih, medmrežnih in mobilnih aplikacij. Tudi podatki DTK 5 so v fazi, da se prenesejo v sodobno urejeno geografsko bazo, kar bo Geodetski upravi omogočilo številne prednosti pri vodenju podatkov, enostavnejše vzdrževanje podatkov ter izboljšane pogoje izmenjave in distribucije podatkov zainteresiranim uporabnikom.

Naloga je sestavljena iz šestih poglavij. V prvem poglavju so predstavljeni cilji in namen naloge, v drugem poglavju pa je opisan razvoj topografskih podatkov in projektov v obdobju prehoda iz analogne v digitalno obliko. Podane so ključne prednosti podatkov DTK 5 pred njihovimi predhodniki.

Kaj sploh so podatki DTK 5, kakšna je njihova vsebina in struktura, je vsebina tretjega poglavja. Opisani so rezultati analize obstoječih podatkov DTK 5, kjer je izpostavljena dinamika zajema, pokritost s podatki, vsebinske razlike in druga neskladja.

Organizacija in potek projekta Zajem podatkov DTK 5 sta predstavljena v četrtem poglavju. Opisani so viri in metode za masovni zajem, kar poda vpogled v nastajanje podatkov.

V petem poglavju je teoretično opisan koncept sodobnih prostorskih baz, ter kaj le-te v kombinaciji z geografskimi informacijskimi sistemi omogočajo. Jasno je, da mora biti struktura podatkov urejena tako, da omogoča učinkovito upravljanje, tekoče vzdrževanje ter množično uporabo in povezljivost z drugimi bazami prostorskih podatkov. V zadnjem, šestem poglavju so predstavljeni zaključki in glavne ugotovitve naloge.

Povod za izbor teme diplomske naloge je predvsem dolgoletno sodelovanje na projektu, ki mi je razširilo znanje tudi na tem področju geodezije. Za namen diplomske naloge sem s sodelujočimi na projektu, tako na strani naročnika kot tudi izvajalcev, opravil več informativnih pogovorov in posvetov.

2 PREGLED DRŽAVNIH PROJEKTOV NA PODROČJU VODENJA TOPOGRAFSKIH PODATKOV MERIL 1 : 5000 IN 1 : 10 000

Topografski podatki so podatki o fizičnem stanju površja. Objekte in pojave na površju Zemlje delimo na (Petrovič, 2003):

- naravne elemente, kamor prištevamo vodovja, relief in pokritost tal ter
- zgrajene elemente, kamor prištevamo naselja in posamezne objekte, prometnice in druge prenosne naprave in ločnice.

Topografski podatki so nepogrešljiva, strokovna podlaga za vse, ki se ukvarjajo z gospodarjenjem prostora, kot so:

- državni organi,
- organi lokalnih skupnosti in
- družbe z javnimi pooblastili.

Uporabljajo se za:

- predstavitev obstoječega stanja v prostoru,
- analize prostora,
- predstavitev načrtovanih posegov v prostor,
- predstavljajo pa tudi pomembno geolokacijsko podlago ostalim prostorskim podatkom.

Zakonsko je opredeljeno, da za njihovo vzpostavitev, vodenje in vzdrževanje skrbi Geodetska uprava Republike Slovenije (v nadaljevanju GURS). Le-ta jih vodi v okviru topografsko-kartografskega sistema (TKSS), katerega zbirke gradiv in podatkov sestavljajo sistemske karte in načrti, digitalni podatki različnih meril ter izvorni posnetki stanja (Preglednica 1).

Preglednica 1: Podatki topografsko-kartografskega sistema Geodetske uprave

SISTEMSKÉ KARTÉ IN NAČRTI	DIGITALNI PODATKI IN BAZE PODATKOV		IZVORNI POSNETKI STANJA
Temeljni topografski načrti meril 1 : 5000 in 1 : 10 000	Digitalni ortofoto 1 : 5000, (DOF 025 in 050)	Raster	Posnetki in podatki PAS
Državna topografska karta merila 1 : 25 000	Temeljni topografski načrt 1 : 5000 in 1 : 10 000, (TTN 5, TTN 10)	Raster	Posnetki in podatki CAS
Državna topografska karta merila 1 : 50 000	Topografski podatki 1 : 5000, (DTK 5)	Vektor	
Topografska karta merila 1 : 50 000	Topografska karta 1 : 25 000, (DTK 25)	Raster	
Topografska karta merila 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000	Topografski podatki 1 : 25 000, (GKB 25)	Vektor	
Pregledna karta Slovenije merila 1 : 250 000	Topografska karta 1 : 50 000, (DTK 50)	Raster	
Pregledna karta Slovenije merila 1 : 400 000	Pregledna karta 1 : 250 000, (DPK 250)	Raster, vektor	
Pregledna karta Slovenije merila 1 : 500 000	Pregledna karta 1 : 500 000, (DPK 500)	Raster, vektor	
Pregledna karta Slovenije merila 1 : 750 000	Pregledna karta 1 : 1 000 000, (DPK 1000)	Raster	
Pregledna karta Slovenije merila 1 : 1 000 000	Osnovni geodetski sistem (digitalni model geoida)	ASCII	
Pregledna karta Slovenije merila 1 : 1 500 000	Digitalni model višin DMV 5, DMV 12.5, DMV 25	ASCII	
	Podatki registra zemljepisnih imen (REZI 5, REZI 25, REZI 250)	Vektor	
	Podatki iz evidence državna meja	Vektor	
	Podatki registra prostorskih enot (RPE)	Vektor, ASCII	
	Podatki zbirnega katastra (GJI)	Vektor	
	Podatki katastra stavb KS (grafika in atributi)	Vektor, ASCII	
	Zemljiško-katastrski prikazi (grafika in atributi)	Vektor, ASCII	
	Meje delov katastrskih občin in zemljiškega katastra	Raster	
	Zemljiško-katastrski načrti (ZKN)	Vektor, ASCII	

Sistemske karte in načrti so grafični izdelki. Starejši so bili izdelani še s klasično, analogno tehnologijo in so v fizični obliki na folijah in na papirju. Kasneje so se načrti s skeniranjem pretvorili v digitalno obliko kot rastrske slike. Novejši načrti so izdelani z računalniško podprto tehnologijo in so shranjeni v digitalni vektorski in rastrski obliki, poleg tega pa so lahko natisnjeni tudi na papir. Tiskane karte in načrti so v preteklosti predstavljali glavni vir

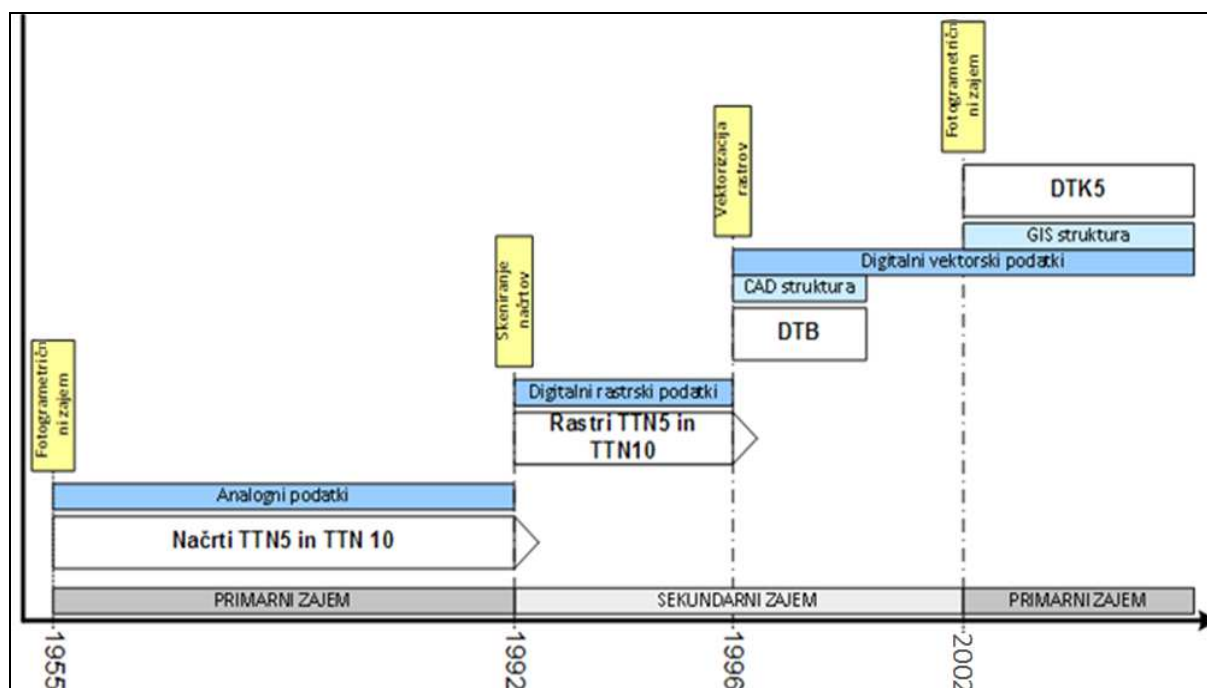
topografskih podatkov. Zaradi izrazito statičnih lastnosti uporabe, zahtevne in zamudne izdelave ter vzdrževanja, ti v sedanjem času ostajajo le še eden izmed možnih upodobitev topografskih podatkov.

Glavni vir topografskih podatkov danes predstavljajo topografske baze. Z razliko od kart in načrtov, ki so organizirani po merilih, so te organizirane po vsebini in omogočajo najrazličnejša poizvedovanja, prostorske analize ter različne, tudi kartografske upodobitve.

K sklopu podatkov TKKS prištevamo tudi izvirne posnetke stanja. To so posnetki cikličnega aerosnemanja Slovenije (CAS), v analogni obliki na filmu ali rastrski obliki, ter vsa pripadajoča dokumentacija, kot so elaborati aerotriangulacije in podatki terenskih meritev. Namenjeni so kot primarni vir za zajem podatkov za vzpostavitev posameznih gradnikov TKKS. Najpogosteje jih uporabljajo tisti, ki skrbijo za zajem ali vzdrževanje podatkov, medtem ko za končnega uporabnika večinoma niso zanimivi (Petrovič, 2003).

Najpodrobnejši topografski podatki TKKS so topografski podatki velikih meril, ki jih predstavljajo tiskani načrti in digitalni podatki merila 1: 5000 in 1 : 10 000. Ti so bili v devetdesetih letih deležni precejšnjih sprememb, predvsem zaradi hitrega razvoja računalniške in informacijske tehnologije, ki je odprla nove tehnološke možnosti tudi na tem področju geodezije.

Izvedenih je bilo več razvojnih projektov (Slika 1), katerih glavni namen je bil obdelati obstoječe ali zajeti nove podatke tako, da bodo zadovoljili potrebe uporabnikov po vsebinsko primernih in predvsem časovno natančnih podatkih, hkrati pa zagotoviti, da bo njihova vzpostavitev in kasneje vzdrževanje tudi cenovno sprejemljiva. Stare načrte so začeli nadomeščati digitalni podatki, najprej v rastrski in kasneje v vektorski obliki.

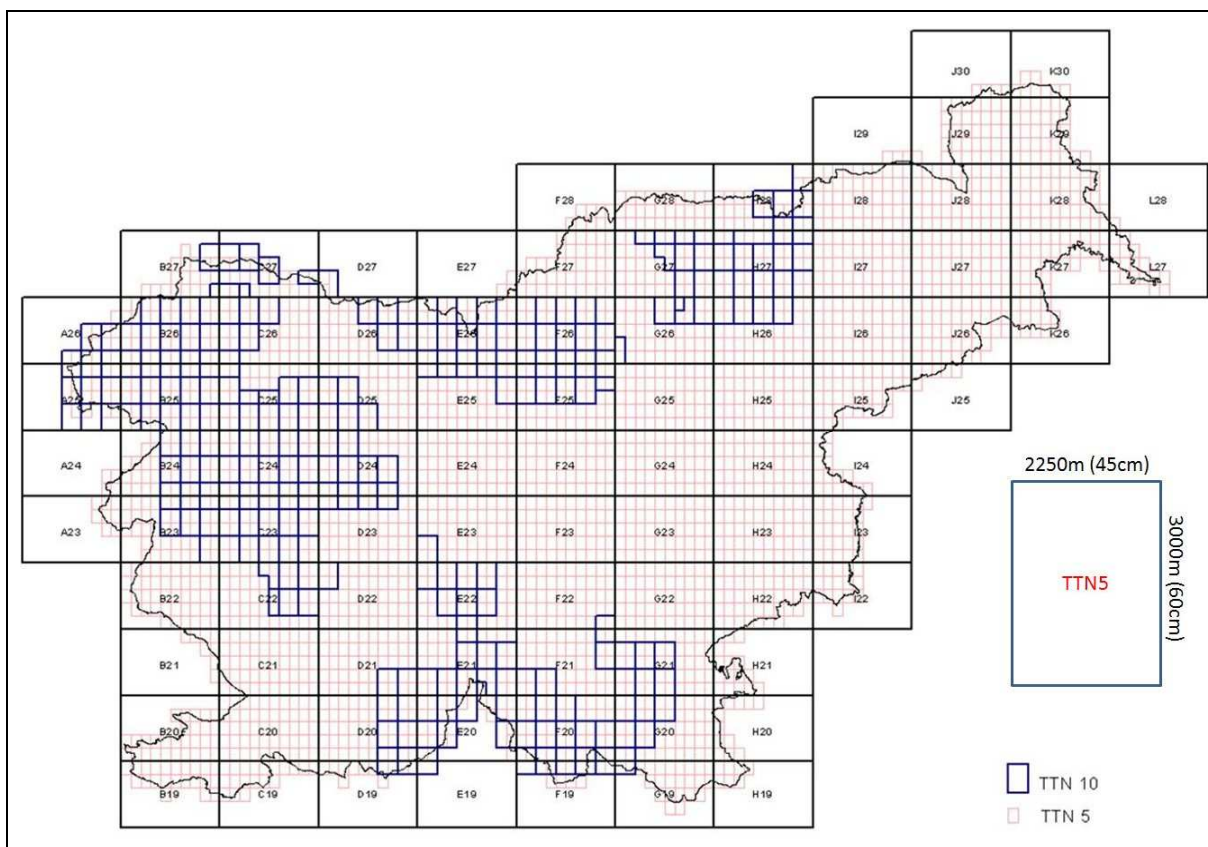


Slika 1: Razvoj topografskih podatkov merila 1 : 5000 glede na uporabljeno tehnologijo in vrsto zajema

2.1 Temeljni topografski načrti TTN 5 in TTN 10

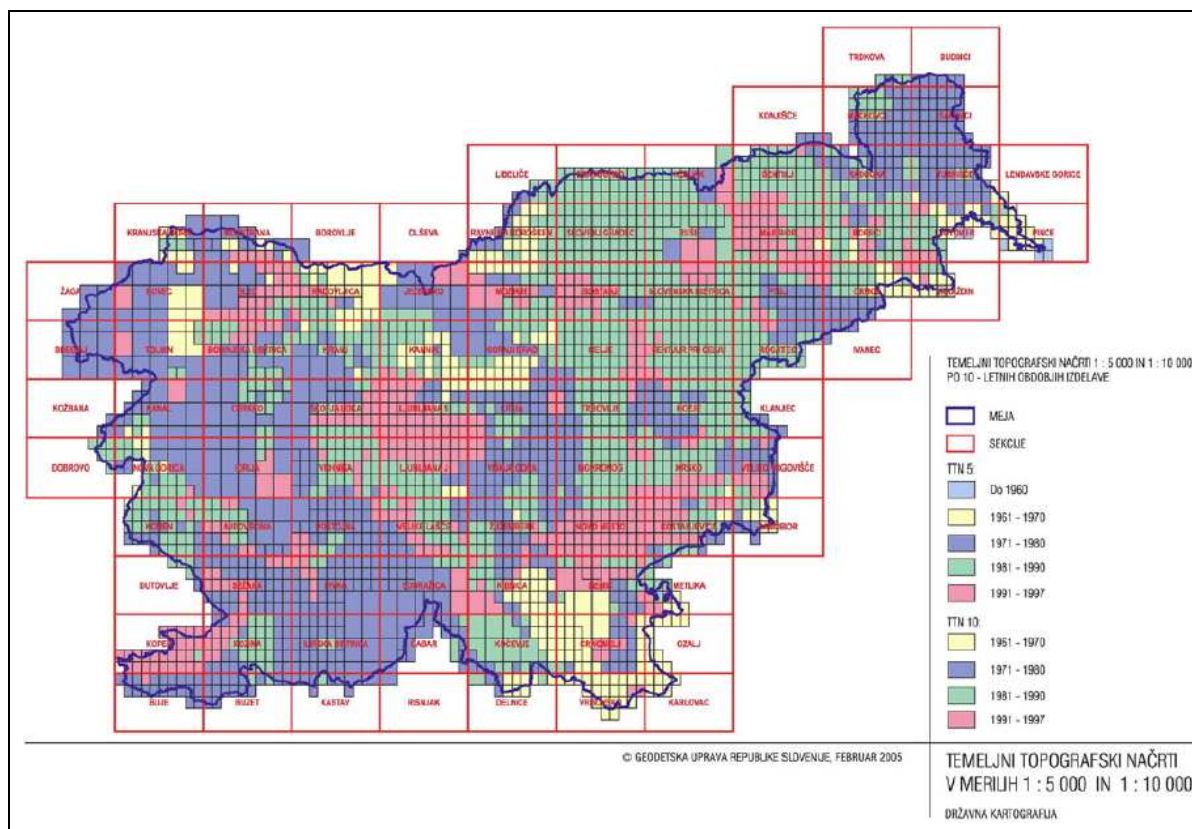
Temeljni topografski načrti merila 1 : 5000 in 1 : 10 000 (v nadaljevanju TTN 5 in TTN 10) so po listih sistemsko razdeljeni za celotno območje države (Slika 2). Dimenzija lista TTN 5 in TTN 10 je 44,8 cm × 59,9 cm. TTN 5 v naravi pokriva območje 2250 m x 3000 m, TTN 10 pa območje 4500 m x 6000 m (Državna kartografija, 2005).

Vse od sredine petdesetih let prejšnjega stoletja so se izdelovali enotno v analogni tiskani obliki. Na poseljenih in kmetijsko razvitih območjih je bilo izdelanih 2543 listov TTN 5, na neposeljenih, hribovitih in gozdnih območjih pa je bilo izdelanih 258 listov TTN 10. Glavni vir za zajem vsebine so bili stereopari posnetkov aerosnemanja, iz katerih so se fotogrametrično, s klasično analogno in kasneje analitično tehnologijo, zajeli in na načrtu izrisali vsi objekti in pojavi, ki so bili opredeljeni v takrat veljavnem topografskem ključu za izdelavo in prikaz vsebine geodetskih načrtov, ki ga je predpisoval »Pravilnik o geodetskih načrtih«.



Slika 2: Sistemska razdelitev TTN 5 in TTN 10

Zaradi bogate vsebine, široke uporabnosti in dolgoletnega obstoja so postali nepogrešljiva podlaga pri širokem krogu uporabnikov. Njihova edina pomanjkljivost je bila neažurnost vsebine, saj je bila tehnologija izdelave in vzdrževanja kompleksna, zamudna in precej draga. Načrti TTN 5 in TTN 10 so se zato izdelovali in vzdrževali za posamezna, prioriteta območja, kar je prikazano na sliki 3. Zadnji list TTN 5 je bil izdelan leta 1991. GURS je do leta 1997 skupaj z občinami še skrbela za vzdrževanje, ki pa je sčasoma postalo predrago in je zaradi pomanjkanja sredstev tudi zamrlo (Duhovnik, Mlinar, Podobnikar, 2001).



Slika 3: TTN 5 in TTN 10 po desetletnih obdobjih izdelave (Državna kartografija, 2005)

2.2 Skenogrami TTN 5 in TTN 10

GURS je leta 1993 naročila razvojni projekt za zajem načrtov in kart v digitalno rastrsko obliko. Isto leto se je pričelo skeniranje reprodukcijskih originalov TTN 5 in TTN 10, ki se je končalo leta 1995.

Skeniranje je bilo v začetku opravljeno z ločljivostjo 200 dpi in kasneje 400 dpi v 256 sivinah. S procesiranjem so se rastrski podatki pretvorili v enobitni zapis, ločljivosti 300 dpi in kompresije »group 4«. Skenirani rastrski so geolocirani in so zapisani v TIFF formatu (Tagged Image File Format), ki ga sestavljata dve istoimenski datoteki:

- TIF (Tagged Image File) datoteka, kjer je zapisana vsebina rastra. Rastrski zapis je zgrajen iz mreže celic. Vrednost celice podaja opis objekta, prostorski položaj objekta pa je določen z vrstico in stolpcem v mreži celic.

- TFW (Tiff World File) datoteka, kjer so zapisani geolokacijski podatki oziroma položaj rastra v prostoru. Ta je določen s podanimi koordinatami X in Y sredine leve zgornje celice rastra. Podana je tudi velikost rastrske celice.

Skenirani rastrski - skenogrami vsebujejo samo vsebino znotraj okvirja lista. Vsa izvenokvirna vsebina je bila izpuščena zaradi možnosti sestavljanja listov. Ker so bili predmet skeniranja reprodukcijski originali TTN, ki so bili izdelani za vsako vsebino na svojo folijo, za en sistemski list obstaja več skenogramov, na katerih so prikazane posamezne vsebine ali kombinacije vsebin (Državna kartografija, 2005).

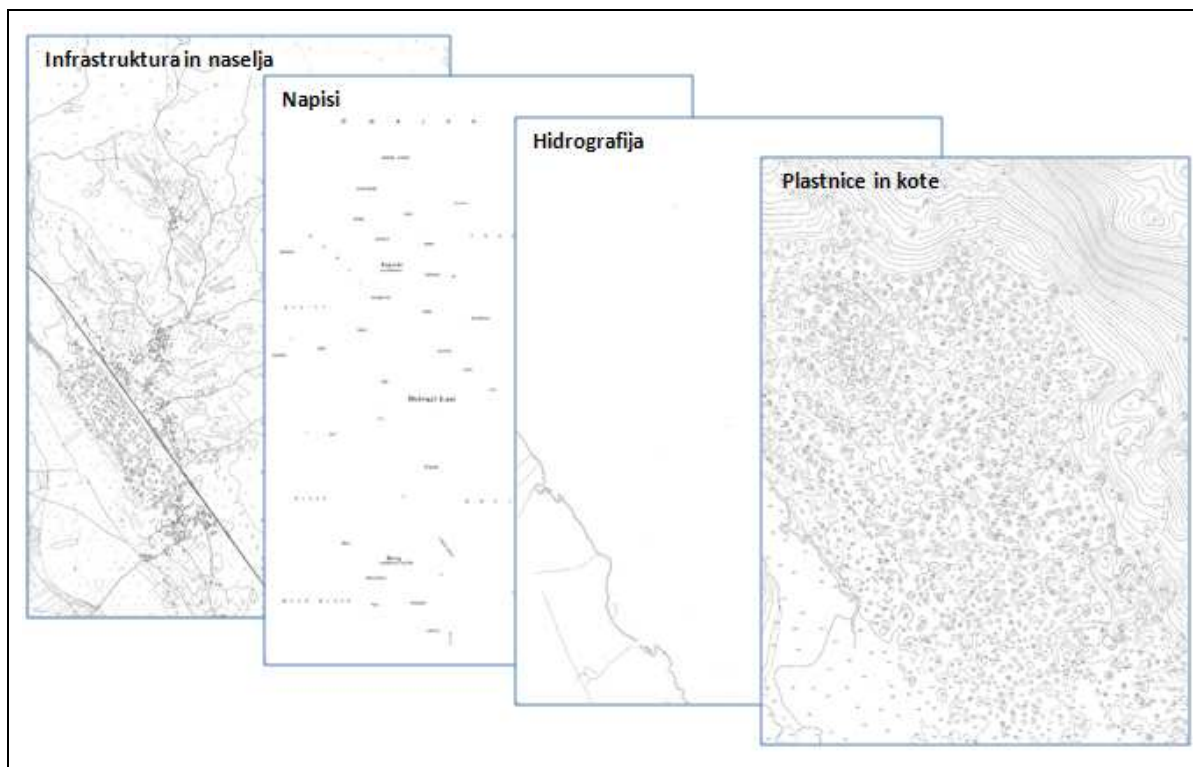
Preglednica 2: Vsebina in šifrant skenogramov TTN 5 in TTN 10

ŠIFRA	VSEBINA RASTRSKIH PODATKOV	ŠIFRA	VSEBINA RASTRSKIH PODATKOV
00	TTN 5 - NPI+H+RP	20	TTN 10 - NPI+H+RP
02	TTN 5 - NPI (situacija)	22	TTN 10 - NPI (situacija)
03	TTN 5 - NP (naselja+promet)	23	TTN 10 - NP (naselja+promet)
04	TTN 5 - I (imena+opis)	24	TTN 10 - I (imena+opis)
05	TTN 5 - RP (relief - plastnice)	25	TTN 10 - RP (relief - plastnice)
06	TTN 5 - H (vode - linije)	26	TTN 10 - H (vode - linije)
08	TTN 5 - HR (vode - raster)	28	TTN 10 - HR (vode - raster)

Najbolj pogosto uporabljeni skenogrami so prikazani na sliki 4.

Imena datotek skenogramov so predpisana. Prva tri mesta imena TTN 5 in TTN 10 označujejo trigonometrično sekcijo v kateri leži list. Četrto in peto mesto označujeta številko sistema lista (Priloga A), šesto in sedmo mesto pa označujeta šifro vsebine. Osmo mesto je rezervirano za oznako obnove lista.

Zaradi statičnih lastnosti rastrskega zapisa ti podatki niso primerni za tekoče vzdrževanje, zato se neposredno vzdrževanje vsebine skenogramov ni izvajalo. Vzdrževali so se le reprodukcijski originali načrtov, ob vsaki obnovi vsebine le-teh pa so se izdelali tudi novi rastrski sloji.



Slika 4: Primeri vsebinskih slojev skenogramov TTN 5

2.3 Digitalna topografska baza DTB

Leta 1994 so na GURS zaključili razvojni projekt, s katerim so želeli vzpostaviti topografsko podatkovno bazo v grafični vektorski obliki. V tem obdobju so se pojavili programi za risanje in načrtovanje CAD (Computer Aided Design), ki so bili sposobni obdelave grafičnih podatkov, kar je pogoj za izvedbo tekočega vzdrževanja podatkov. Eden ob glavnih namenov vzpostavitve tovrstne baze podatkov je bil tudi vzpostaviti kartografsko osnovo za avtomatiziran izris načrtov.

Koncept projekta je bil zastavljen tako, da se je iz obstoječih načrtov TTN 5 in TTN 10 na predpisan način zajelo vso topografsko vsebino z izjemo vegetacije, pri čemer so se v celoti digitalizirali (prerisali) topografski znaki. DTB 5 so tako sestavljali digitalni grafični podatki o stavbah, reliefu, hidrografiji ter infrastrukturnih objektih in napravah. Geodetskih točk, upravnih mej, zemljepisnih imen in reliefa zajem ni vključeval, saj so za vse našete izjeme že obstajale podatkovne baze in registri (Izdelava prototipne rešitve..., 1998):

Zajeti podatki so podajali grafične in tematske lastnosti objektov in pojavov v naravi. Programi CAD so omogočili enostavno spreminjanje tako strukturiranih podatkov in s tem bistveno poenostavili vzdrževanje vsebine v primerjavi s klasičnimi postopki vzdrževanja TTN 5.

Po zaključku razvojnega projekta se je začel zajem podatkov v topografsko bazo, nakar so se pokazale tudi slabosti koncepta (Izdelava prototipne rešitve..., 1998):

- Skenogrami TTN predstavljajo sekundarni vir za zajem podatkov. Ti so bili že pred leti zajeti iz primarnih virov – aerosposnetkov, zato danes predstavljajo staro stanje in samo tisto vsebino, ki je bila takrat opredeljena v kartografskem ključu.
- Izkazalo pa se je tudi, da zaradi obsežne vsebine pa tudi količine listov TTN, projekt zahteva prevelika finančna sredstva za vzpostavitev in vzdrževanje baze.
- Tako struktura kot organizacija podatkov DTB 5 nista primerni za opravljanje prostorskih analiz in obdelav, ki jih omogočajo orodja GIS (Geografski Informacijski Sistemi).

Projekt se je kmalu po začetku opustil, baza pa je tako vsebovala le 1- 2 % območja države (Izdelava prototipne rešitve..., 1998).

2.4 Zasnova in koncept vzpostavitve DTK 5

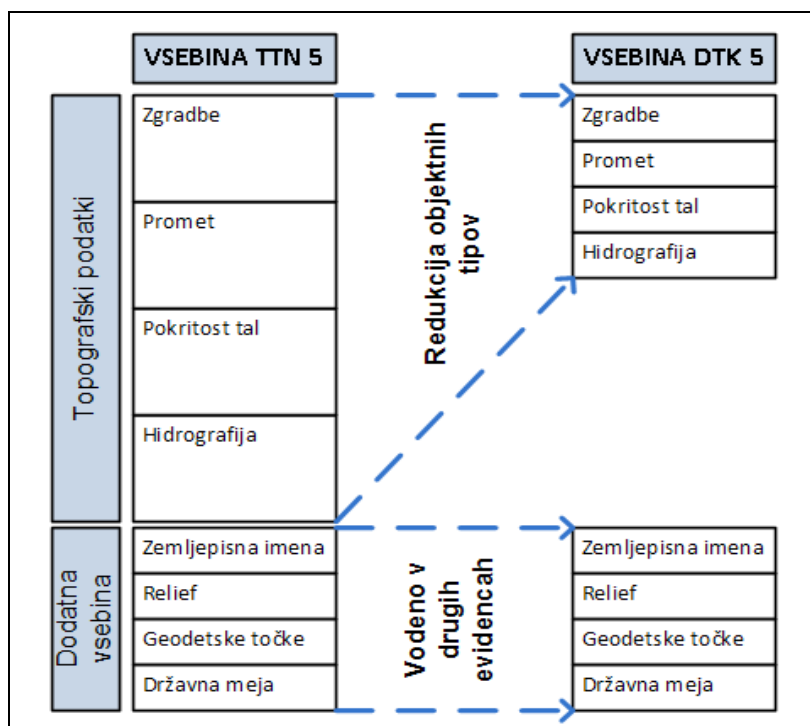
GURS in Geodetski inštitut Slovenije (v nadaljevanju GiS) sta leta 1997 začela z nizom razvojnih aktivnosti glede vzpostavitve novega, sodobnega državnega topografskega sistema,

ki bo temeljil na topografskih podatkih velikih meril v digitalni vektorski obliki in katerega namen bo (Izdelava prototipne rešitve..., 1998):

- vzpostavitev topografske baze večje natančnosti (merila 1 : 5000), ki bo topološko zgrajena in omogočala GIS analize ter hiter in enostaven kartografski prikaz,
- povezava baze z drugimi evidencami GURS ter, da bo del enotne topografske baze državnega topografsko – kartografskega sistema,
- cenejša in hitrejša izdelava ter obnova sistemskih načrtov merila 1 : 5000, ki bodo nadomestili stare topografske načrte TTN 5,
- zajeti topografski podatke, ki bodo predstavljali temeljno strokovno podlago pri pripravi urbanističnih in krajinskih aktov,
- zagotoviti geoinformacijsko podporo čim širšemu krogu uporabnikov.

Z namenom raziskati, postaviti in utemeljiti pravila za zajem podatkov, izdelavo baze in karte na način, da se doseže vse postavljene cilje, so na GURS razpisali pilotni projekt, za izvedbo katerega je bil izbran Geodetski inštitut Slovenije s podizvajalci. Ker se je izdelek razlikoval od TTN 5 je bilo predlagalo novo ime, temeljna državna karta - TDK. Polno ime pilotnega projekta je tako bilo »Izdelava prototipne rešitve digitalno izdelane temeljne državne karte v merilu 1:5000 TDK 5« (Izdelava prototipne rešitve..., 1998).

Iz izkušenj projekta DTB 5, kjer je zajem zastal tudi zaradi preobsežne vsebine in preobsežnega zajema je bilo jasno, da bo morala biti vsebina podatkov glede na TTN 5 precej reducirana. Projektna skupina je ob usklajevanju z GURS izdelala predlog vsebine, ki jo je opredelila v objektnem katalogu TDK 5. Ohranile so se vse objektne skupine iz TTN 5, objektni tipi pa so se zreducirali tako, da so se ohranili samo tisti, ki so za uporabnike najpomembnejši. Ti so se bodisi združili bodisi povsem opustili. Redukcijo ponazarja slika 5. Za primer, na TTN 5 so prikazani kovinski, leseni, betonski in viseči most ter brv, v TDK 5 pa so vsi ti prikazani kot most. Propust, podhod, nadhod itd, ki so na TTN 5 prikazani, TDK 5 ne vsebuje.



Slika 5: Redukcija objektnega kataloga TDK 5 glede na topografski ključ TTN 5

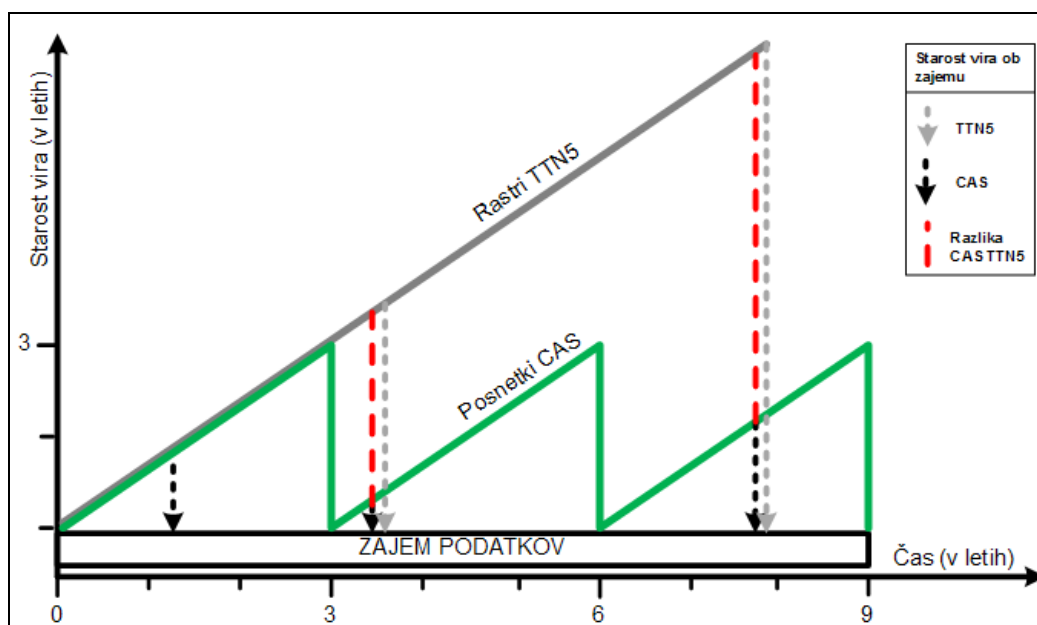
Objektni katalog TDK 5 je vseboval objektne skupine; zgradbe, promet, pokritost tal in hidrografijo. Ker je projekt sledil ideji, da se isti podatki v različnih bazah ne podvajajo, objektni katalog ni vseboval objektnih skupin o reliefu, administrativnih mejah, zemljepisnih imenih in geodetskih točkah. GURS je te že vodila v okviru drugih evidenc in bi se po želji lahko dodali ali kombinirali s podatki TDK 5 (Izdelava prototipne rešitve..., 1998).

Za zajem podatkov bi bilo potrebno uporabiti metodo in vire, ki bodo ustrezali zahtevam po dobri položajni, tematski in časovni natančnosti in bi bil hkrati cenovno sprejemljiv. V ta namen se je izvedel testni zajem vsebine, predlagane v objektnem katalogu, za list TTN 5 po štirih metodah (Izdelava prototipne rešitve..., 1998):

- fotogrametrični zajem,
- obdelava obstoječih kartometričnih baz,
- zajem iz TTN 5 po navodilih projekta DTB 5,
- zajem iz digitalnega ortofota.

Rezultate zajema se je primerjalo in ovrednotilo glede na pozicijsko natančnost in hitrost zajema. Na podlagi rezultatov in ugotovitev se je kot optimalno metodo predlagalo fotogrametrično metodo, ki:

- omogoča 3D zajem vektorskih podatkov z natančnostjo do +/- 1 m,
- temelji na zajemu iz posnetkov aerosnemanja, ki so bogat vir informacij o površju Zemlje,
- z aeroposnetki osvežuje vir za zajem v triletnih ciklih (časovno najnatančnejši vir za zajem tovrstnih podatkov), kot prikazuje slika 6.



Slika 6: Grafični prikaz staranja virov za zajem topografskih podatkov

Kljub redukciji objektnih tipov glede na TTN 5, je bil fotogrametričen zajem podatkov še vedno dolgotrajen. Zato se je predlagalo, da se podatkov, ki že obstajajo v različnih evidencah, ponovno ne zajema, ampak se jih prevzame, če ti seveda ustrezajo kriterijem in natančnosti podatkov DTK 5. Primer so stavbe iz katastra stavb, ki se jih lahko prevzame, fotogrametrično pregleda in po potrebi popravi.

Po predlaganem konceptu se je izvedel zajem še drugega lista, na podlagi katerega se je opravila časovna, stroškovna in kadrovska analiza. Na podlagi dobljenih rezultatov se je

ugotovilo, da se s tem konceptom lahko doseže vse postavljene cilje projekta in da se lahko v nekaj letih v celoti vzpostavi topografsko bazo velike natančnosti. Ocenjeno je bilo, da bi lahko vzdrževanje baze potekalo tekoče, s fotogrametričnem »dozajemom« podatkov.

Na podlagi zajetih podatkov in prevzetih podatkov iz obstoječih evidenc se je po kartografskem ključu na sodoben, računalniško podprt način izdelala tudi topografska karta.

Zaradi vsebinskih razlik med TDK 5 in TTN 5 se je med dosedanjimi in potencialnimi uporabniki tovrstnih podatkov opravila anketa, s katero se je zbralo mnenja in predloge o predlagani vsebini, kar se je upoštevalo pri oblikovanju objektnega kataloga (Duhovnik, Mlinar, Podobnikar, 2001). Od 1998 do 2001 leta je bilo izvedenih tudi nekaj testnih zajemov, na podlagi katerih so se dokončno oblikovala »Operativna navodila za zajem podatkov«, kjer je podrobno opredeljena vsebina, format, struktura, topološki odnosi, način in kriteriji za zajem podatkov. Leta 2002 se je začel izvajati masovni zajem podatkov. Ime projekta in podatkov, se je med leti zajema zaradi različnih pogledov, večkrat preimenovalo:

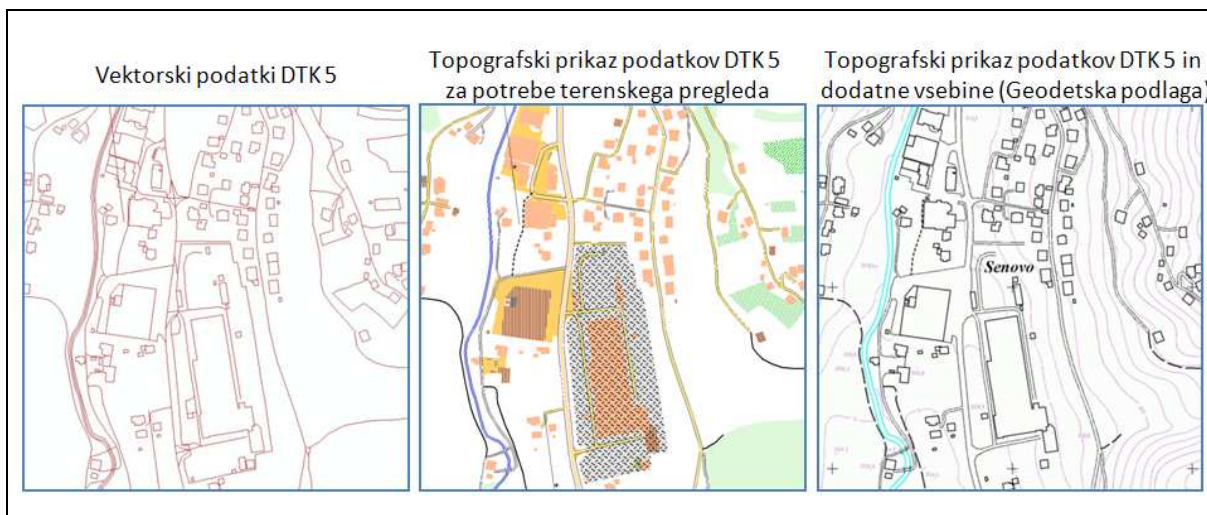
- TBVN – topografska baza večje natančnosti (1999 - 2002)
- TOPO 5 – topografska baza večje natančnosti (2003)
- DTK 5 – državna topografska karta (2005 - 2008)

Zaradi poenotenja sem nadalje uporabil aktualno poimenovanje DTK 5.

3 PREGLED IN ANALIZA PODATKOV DTK 5

Podatki DTK 5 so sodobni topografski podatki, ki ustrezajo kriterijem natančnosti in podrobnosti merila 1 : 5000. Vsebujejo informacije o tistih objektih in pojavih na površju Zemlje, ki podajajo najpomembnejše topografske informacije. So vektorski podatki, ki jih sestavljajo grafični podatki (podajajo geometrične lastnosti objektov in pojavov) ter opisni podatki (podajajo opisne in druge pomembne lastnosti podatkov), vzpostavljeni oz. zajeti po listih sistemske razdelitve TTN 5.

Vodi jih GURS v sklopu zbirke DTK 5, katere namen je zagotoviti topografsko podatkovno osnovo, prednostno za ureditvena območja naselij. Podatki so uporabnikom na voljo v vektorski obliki po območjih listov TTN 5, za vsak objektni tip posebej. Na željo naročnika se lahko iz podatkov DTK 5 in dodatne vsebine izdela kartografska upodobitev za list 1 : 5000 – t.i. geodetsko podlago, v skladu z »Navodili za izdelavo geodetskih podlag za prikaz prostorskih planskih aktov«. Geodetske podlage GURS izdaja v vektorski in rastrski obliki ali natisnjeno na papir.



Slika 7: Izsek vsebine vektorskih podatkov DTK 5, topografskega prikaza za terenski pregled in geodetske podlage

Podatki so primerni za podlago prostorskim načrtovalcem, predvsem občinam in drugim državnim institucijam, ki podatke uporabijo pri planiranju na lokalni ravneh, npr. za pripravo urbanističnih in krajinskih planskih aktov.

V poglavjih 3.1 in 3.2 in sta podrobneje opisani vsebina in struktura podatkov, v poglavju 3.3 pa so predstavljeni rezultati nekaterih analiz nad podatki DTK 5.

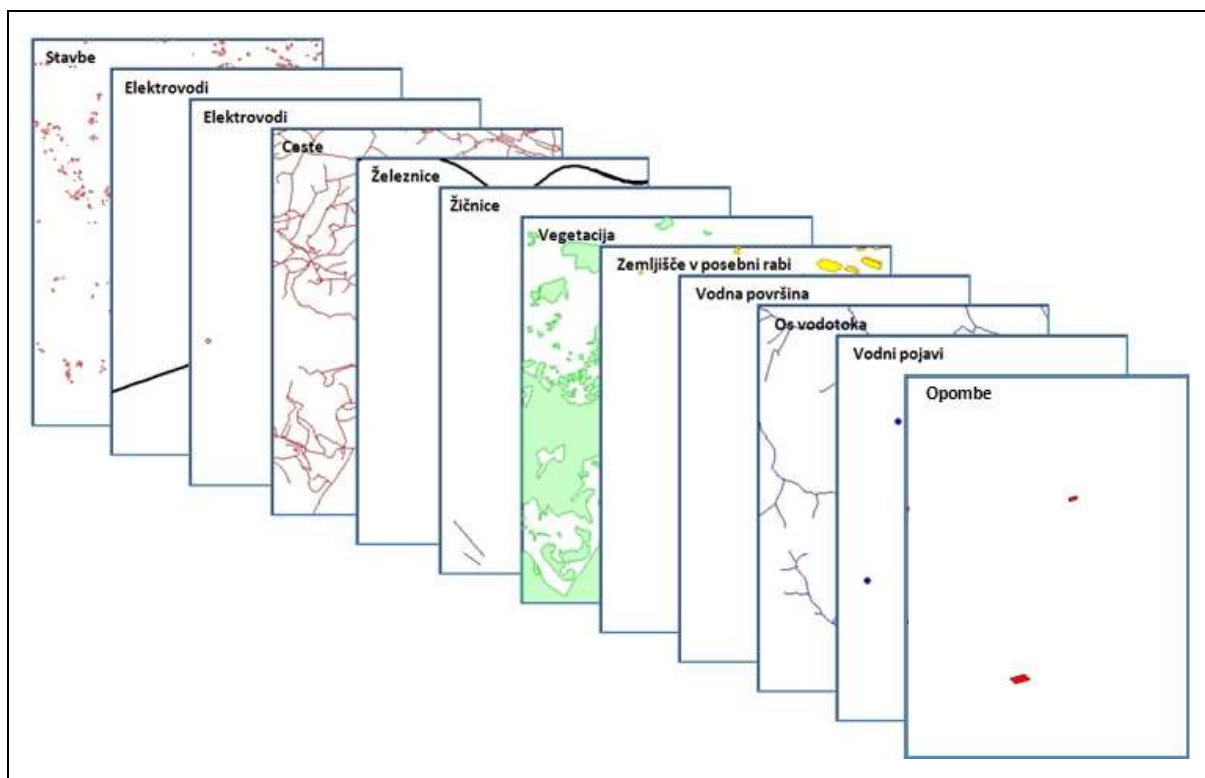
3.1 Vsebina podatkov

Podatki DTK 5 so vsebinsko razdeljeni na štiri objektna področja, ta pa so naprej (glede na vsebino in topologijo) razdeljena v objektne tipe. Vsak od enajstih objektnih tipov ima določene šifranke in attribute, ki podajajo njegove pomembne lastnosti (Preglednica 3).

Preglednica 3: Objektna področja, objektni tipi in primer atributov ter šifrantov za objektni tip 101 stavbe (Operativna navodila..., 2007)

OBJEKTNO PODROČJE	OBJEKTNI TIP	ATRIBUTI IN ŠIFRANTI (101 STAVBE)
100 ZGRADBE	101 Stavbe	• Id_stavbe
	102 Elektrovodi	• Y koordinata centroida stavbe
	103 Visoki objekti	• X koordinata centroida stavbe
200 PROMET	201 Ceste	• višina kapi
	202 Železnice	• višina slemena
	203 Osi žičnic	• višina temelja
300 POKRITOST TAL	301 Vegetacija	• stanje
	302 Zemljišče v posebni rabi	1 prevzeta iz Katastra stavb
400 HIDROGRAFIJA	401 Vodna površina	2 novo zajeta
	402 Os vodotoka	3 brisana
	403 Pojavi na vodah	4 popravljena
	999 Opombe	• opis
		1 grad
		2 cerkev
		3 šola
		4 bolnica
		5 zdravstveni dom
		6 lekarna
		• datum vira
		• metoda zajema

Vsak objektni tip je prikazan na svojem tematskem sloju (Slika 8).



Slika 8: Tematski sloji DTK 5 za enoto lista 1 : 5000

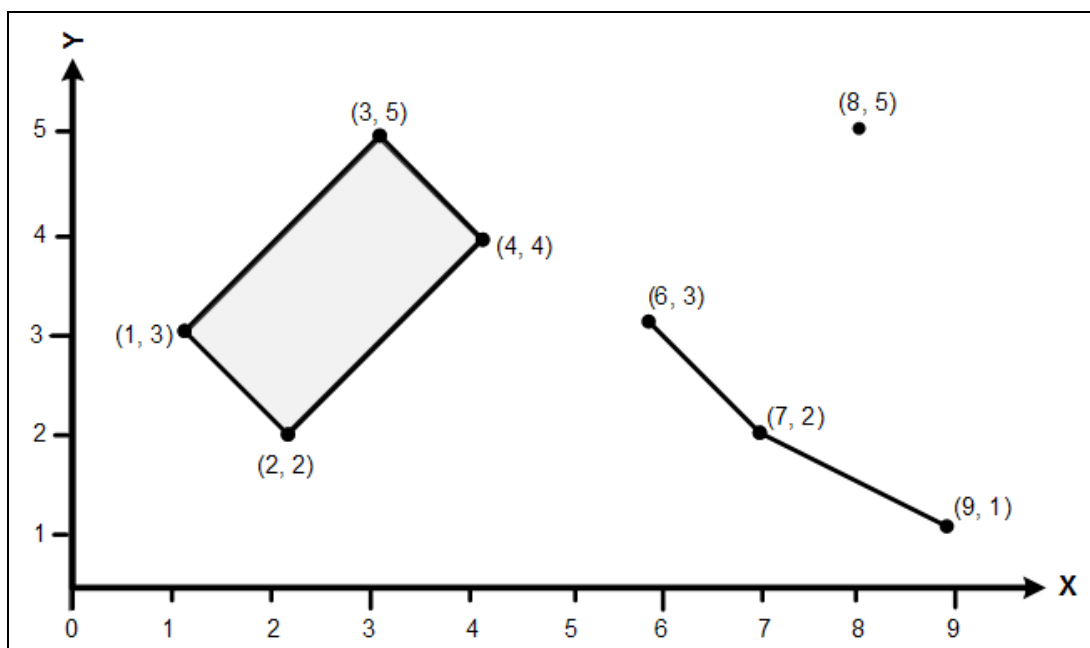
Topografskim objektnim tipom je dodan tudi informativni sloj 999 opombe. Ta med zajemom služi za komunikacijo med izvajalci zajema in pooblaščenim kontrolorjem, v zbirki podatkov DTK 5 pa podaja pomembne informacije o zajetih podatkih.

Vsebina podatkov je podrobneje opredeljena v tabeli slojev in atributov (Priloga B). Ta je sestavni del objektnega kataloga, kjer je za vsak objektni tip podrobno določena definicija, vir za zajem, metoda zajema, kriterij in način zajema objekta in pojava.

3.2 Struktura podatkov

Podatki DTK 5 so vektorski podatki, zgrajeni iz osnovnih grafičnih gradnikov (točke, linije, poligoni), ki opisujejo geometrične lastnosti (obliko, velikost, orientacijo in položaj) objektov in pojavov v prostoru. Primer je prikazan na sliki 9 (Šumrada, 2005).

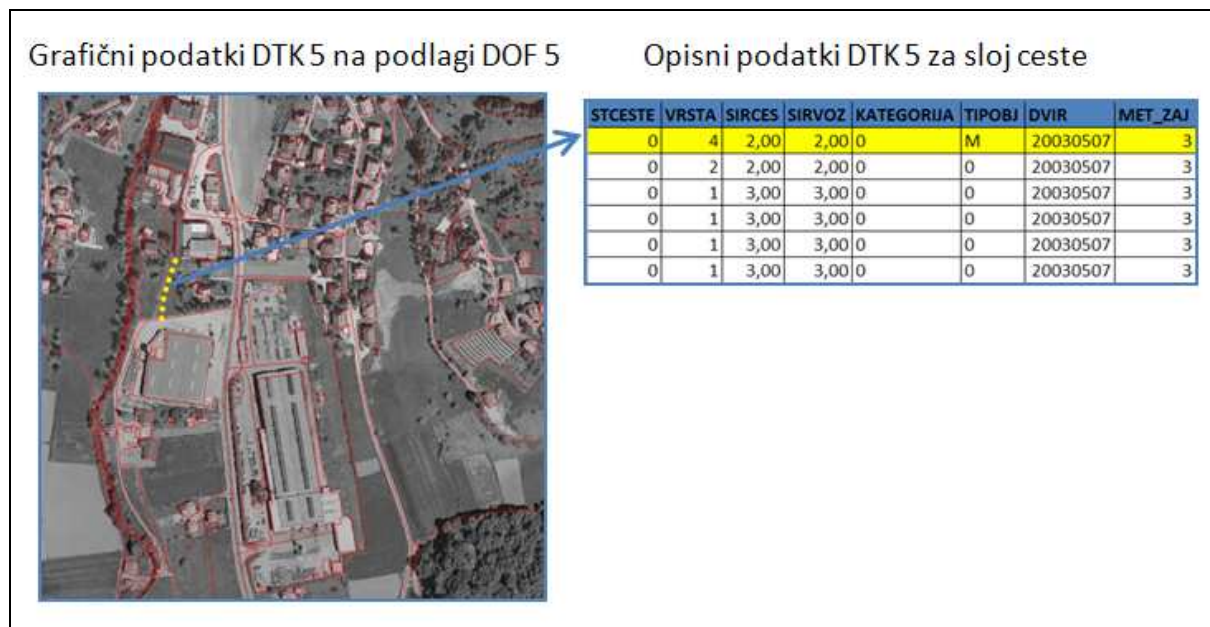
- **Točke** so predstavljene s tremi koordinatami X, Y in Z. S točkami so zajeti vsi objekti in pojavi, ki so na načrtih interpretirani in predstavljeni kot točkovni objekti.
- **Linije** so sestavljene iz niza točk, ki si sledijo od začetne do končne točke in so med seboj povezane z daljicami. Začetna in zadnja točka predstavljata vozlišči, v katerih se lahko linija povezuje z drugimi linijami. Z linijami so zajeti objekti in pojavi, ki so na načrtih interpretirani in predstavljeni kot linijski objekti (ceste, železnice, vodotoki).
- **Poligoni** so podobni zapisu linije, katere prva in zadnja točka sta enaki. Poligon je sestavljena celota in nima delov. Ima lahko eno ali več lukenj, ki so opisane na enak način, kot je opisan zunanji obod. S poligoni so zajeti vsi objekti, ki jih na načrtu interpretiramo ali predstavimo kot območja ali zaprti poligon (stavba, gozd).



Slika 9: Osnovni grafični gradniki

Vsaka točka ima podan niz koordinat X, Y in Z v državnem koordinatnem sistemu, kar podaja lokacijo objekta v prostoru .

Vsak vektorski gradnik ima podane atributne podatke, ki podajajo pomembne opisne, tematske, topološke, časovne in druge informacije o objektu ali pojavu, ki ga predstavljajo. Primer grafičnih in opisnih podatkov DTK 5 prikazuje slika 10.

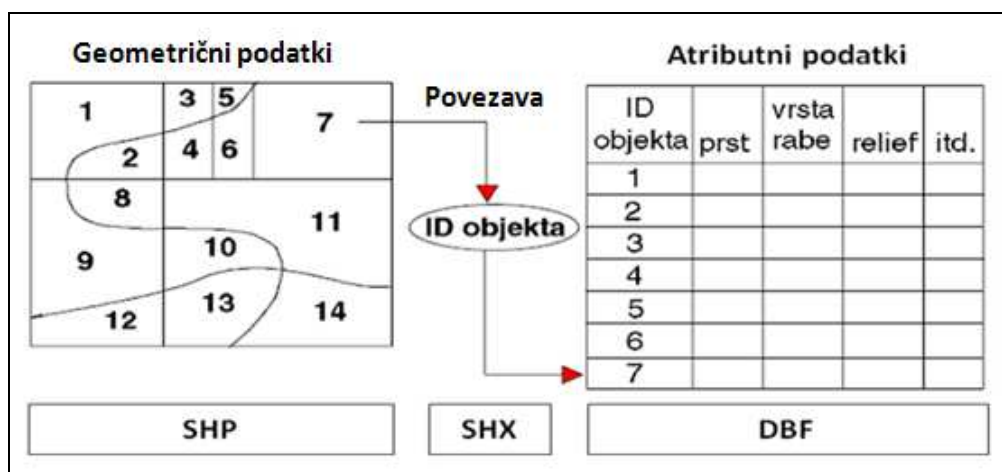


Slika 10: Prikaz grafičnih in atributnih podatkov (primer ceste)

3.2.1 Standardni izmenjevalni format ESRI SHP

Podatki DTK 5 so zapisani v ESRI SHP formatu, ki je eden izmed najbolj razširjenih standardov za zapis in shranjevanje prostorskih podatkov. Omogoča enostaven zapis geometričnih lastnosti prostorskih podatkov z osnovnimi geometričnimi gradniki, katerim se dodelijo atributi, ki podajajo pomembne lastnosti podatkov. Geometrični in atributni podatki so shranjeni ločeno. Zapis podatkov v SHP formatu predstavljajo tri obvezne datoteke z istim imenom in naslednjimi končnicami (Slika 11):

- .shp (grafični objekti),
- .shx (indeksna tabela – povezuje grafični del z atributnim delom),
- .dbf (opisni podatki grafičnih objektov).



Slika 11: Prikaz logike zapisa prostorskih podatkov v ESRI shape formatu (Drobne, 2006)

V eni datoteki SHP so lahko shranjeni le objekti istega geometričnega tipa, torej samo točke, linije ali poligoni. SHP omogoča zapis položaja podatkov (2D), zapis položaja in višine podatkov (3D) ter poleg slednjih tudi zapis časovne komponente (4D). Podatki DTK 5 so 3D podatki, locirani v državnem koordinatnem sistemu. Zapisani so v SHP datotekah tipa PolygonZ, PolylineZ in PointZ.

Branje, urejanje in shranjevanje SHP datotek podpirajo številni programi, ki omogočajo delo z geolociranimi podatki (npr. ArcGIS, MapInfo, AutoCAD). DBF datoteke podpira večina današnjih DBMS (npr. Oracle, MS SSQL, Excel, Access).

SHP format ima tudi nekatere slabosti, saj:

- ne omogoča shranjevanja topoloških informacij,
- linije in poligoni so zajeti s točkami tako, da so krivine pri višjih resolucijah zlomljene,
- lahko vsebujejo le podatke istega geometričnega tipa,
- atributi v DBF datoteki ne morejo imeti vrednosti NULL,
- razvoj in podpora za DBF sta ukinjena.

3.2.2 Poimenovanje SHP datotek

Podatki DTK 5 so za območje lista TTN 5 razslojeni na 12 tematskih slojev, vsak tematski sloj pa je shranjen v svojo SHP datoteko. Podatki DTK 5 za območje lista TTN 5 so zapisani v 36-ih datotekah (12 objektnih tipov krat 3 datoteke; shp, shx in dbf), če seveda na območju lista obstajajo vsi podatki. Imena datotek so predpisana, kot prikazujeta slika 12.

Poimenovanje SHP datotek med zajemom podatkov:		
IME	KONČNICA	
XXXXX_YYY	.shp	XXXXX Nomenklatura lista TTN5
	.shx	YYY Šifra (zajem)
	.dbf	
Poimenovanje SHP datotek v zbirki DTK 5:		
IME	KONČNICA	
ZZXXXXXX	.shp	XXXXX Nomenklatura lista TTN5
	.shx	ZZ Šifra (baza)
	.dbf	

Slika 12: Poimenovanje datotek DTK 5 med zajemom

Šifrant objektnih tipov je prikazan v preglednici 4. Datoteke, ki so že v zbirki DTK 5, so poimenovane s sedmimi znaki, osmi znak pa je rezerviran za oznako reambulacije.

Preglednica 4: Šifrant podatkov

OBJEKTNO PODROČJE		OBJEKTNI TIP			
Šifra	Ime	Ime	Tip podatka	Šifra (zajem)	Šifra (baza)
100	ZGRADBE	Stavbe	PLG	101	BP
		Elektrovodi	PLL	102	BL
		Visoki objekti	PNT	103	BT
200	PROMET	Ceste	PLL	201	CL
		Železnice	PLL	202	ZL
		Osi žičnic	PLL	203	EL
300	POKRITOST TAL	Vegetacija	PLG	301	VP
		Zemlišče v posebni rabi	PLG	302	UP
400	HIDROGRAFIJA	Vodna površina	PLG	401	HP
		Os vodotoka	PLL	402	HL
		Pojavi na vodah	PNT	403	HT

3.2.3 Geometrija, topologija, atributi in topološki odnosi

Podatki so urejeni tako, da ustrezajo vsem kriterijem, ki jih predvideva standard CEN TC287, in kriterijem, ki jih izpolnjujejo sodobni geografski podatki. Njihov poglavitni namen je, poleg prikaza na različnih medijih, tudi uporaba v GIS okoljih.

Vsak objekt DTK 5 je prikazan z geometričnim gradnikom, ki mora biti:

- geometrično pravilen,
- topološko usklajen s sosednjimi gradniki in
- lahko vsebuje samo določene vrednosti atributov.

SHP ne omogoča shranjevanja podatkov o odnosu objektov s svojimi sosedi, kar je nedvomno slabost tovrstnega zapisa. Morajo pa biti gradniki konstruirani in medsebojno usklajeni tako, da odražajo dejanske topološke odnose, ki veljajo med objekti in pojavi v naravi. Izpolnjevati morajo naslednje pogoje (Operativna navodila..., 2007):

- vsak poligon mora biti zaključen (brez prekinitev in odvečnih linij),
- linije se morajo med seboj stikati v eni točki (vozlišču),
- prva točka druge linije mora biti identična zadnji točki prve linije,

- posamezen objekt v naravi mora biti določen samo z eno entiteto v zbirki podatkov,
- objekti, ki so v naravi povezani v omrežje (stikajoče se linije) morajo v grafični predstavitvi tvoriti medsebojno povezano omrežje (npr. linijski objekt vodnega omrežja se morajo med seboj stikati v vozliščih).

Topološki odnosi med gradniki DTK 5 so podrobneje definirani v dokumentu »Topološki odnosi DTK 5«. Preglednica 5 prikazuje dovoljena prekrivanja, križanja in podvajanja gradnikov, s katerimi so zajeti objektni tipi DTK 5.

Preglednica 5: Dovoljeni topološki odnosi med sloji DTK 5

GRADNIK	P	L	T	L	L	L	P	P	P	L	T
	i.	ii.	iii.	iv.	v.	vi.	vii.	viii.	ix.	x.	xi.
sloj	101	102	103	201	202	203	301	302	401	402	403
101	x	✓	✓!	x!	x!	✓	✓	✓	x!	x!	x!
102	✓	x!	x	✓	✓	✓	✓!	✓	✓	✓	✓
103	✓!	x	x	x!	x!	x	✓	✓	x	x!	x
201	x!	✓	x!	x!	✓!	✓	✓!	✓	✓!	✓!	✓!
202	x!	✓	x!	✓!	x!	✓	x	✓	✓!	✓!	✓!
203	✓	✓	x	✓	✓	x!	✓	✓	✓	✓	✓
301	✓	✓!	✓	✓!	x	✓	x	x!	x	✓	✓
302	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x!	!	✓	✓	✓
401	x!	✓	x	✓!	✓!	✓	x	✓	x	✓	✓
402	x!	✓	x!	✓!	✓!	✓	✓	✓	✓	x!	✓
403	x!	✓	x	✓!	✓!	✓	✓	✓	✓	✓	x

Legenda:

- x – prepovedano prekrivanje ali križanje
 ✓ – ni posebnih zahtev glede na ostale objektene tipe
 ! – izjema ali dodatni pogoj
 P – ploskev
 L – linija
 T – točka

Geometrična, topološka in atributna pravilnost podatkov DTK 5 je zagotovljena z izvedbo avtomatskih kontrol, s katerimi razpolaga aplikacija za zajem. Napake se že v fazi zajema enostavno odkrije in odpravi. Za zagotovitev natančnosti, usklajenosti in popolnosti objektov se poleg avtomatskih kontrol izvede še vsebinska kontrola pooblaščenega kontrolorja.

3.3 Rezultati analize podatkov

Podatki DTK 5 se kontinuirano zajemajo že sedmo leto zapored in pokrivajo 72 % kmetijsko razvitega in poseljenega območja države, za katere obstajajo skenogrami TTN 5. V razmeroma dolgem obdobju zajema je prišlo tudi do sprememb v navodilih za zajem podatkov, kar je posledica prilagajanja predvsem razpoložljivim finančnim sredstvom Geodetske uprave za področju topografije. Prav zaradi sprememb navodil za zajem so podatki, zajeti v različnih obdobjih, vsebinsko različni in neusklajeni.

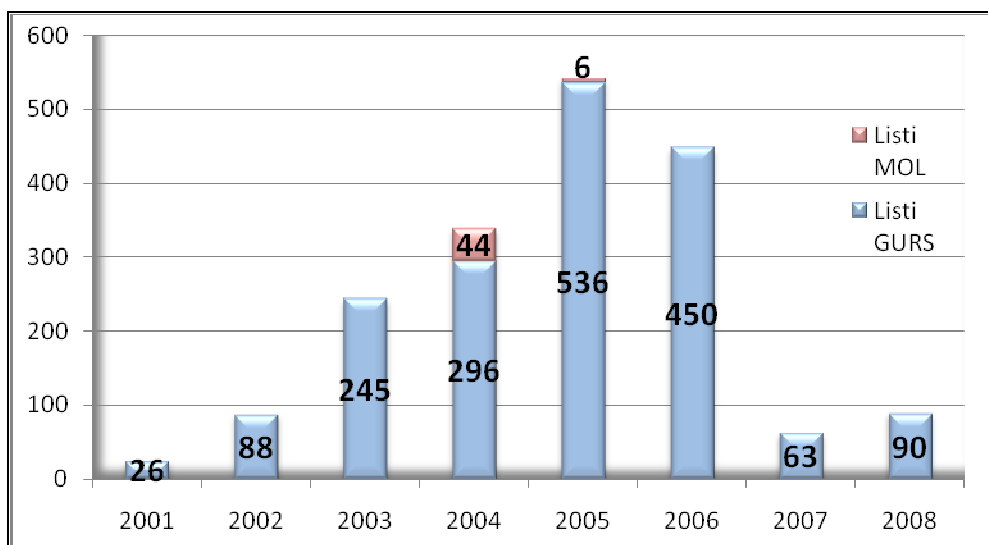
V naslednjih podpoglavjih so predstavljeni rezultati in ugotovitve opravljene analize obstoječih podatkov.

3.3.1 Dinamika zajema in pokritost s podatki DTK 5

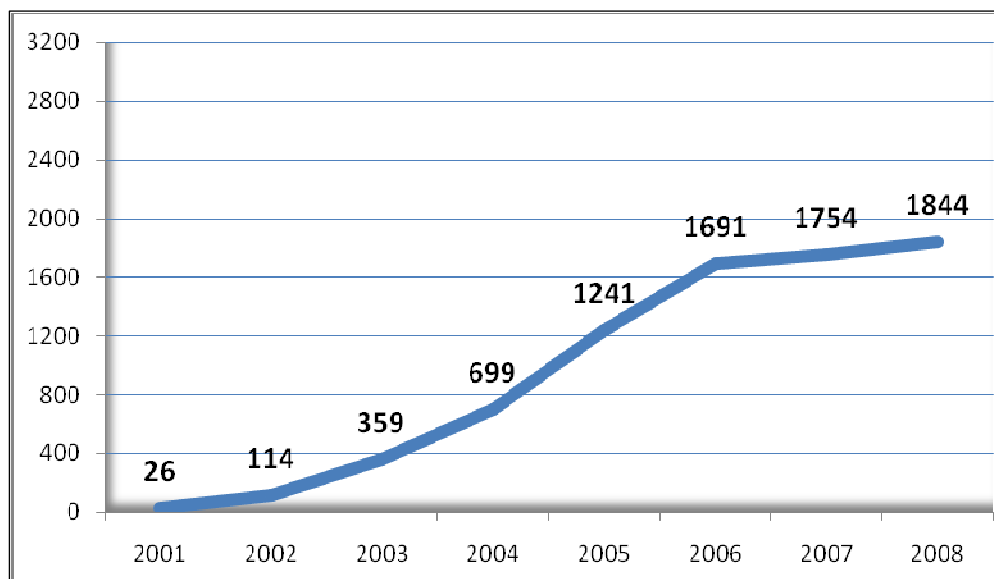
Količinski obseg vsakoletnega zajema podatkov je odvisen od sredstev, ki jih ima GURS na voljo za financiranje projekta, pa tudi od interesa občin, katere se odločijo za sofinanciranje zajema podatkov na svojem območju. GURS razpiše območje zajema glede na (Duhovnik, 2005):

- prioritete Urada za prostorski razvoj (v nadaljevanju UPR),
- potrebe občin, ki sodelujejo pri javnem razpisu,
- gostoto poselitve na podlage evidence hišnih števil.

Letni obseg oz. število zajetih listov po letih se precej razlikuje, kot je razvidno iz slike 13. Slika 14 prikazuje število listov v zbirki DTK 5 po letih.



Slika 13: Grafični prikaz števila zajetih listov po letih



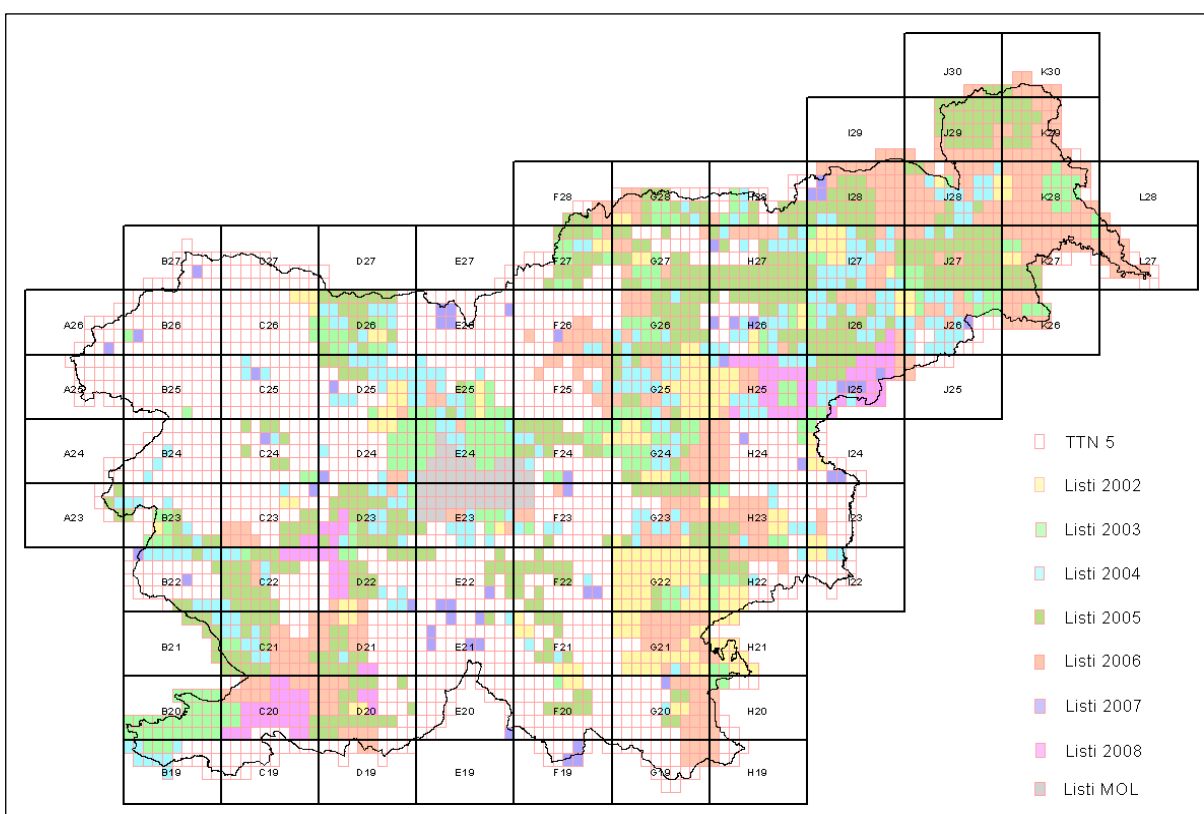
Slika 14: Grafični prikaz skupnega števila zajetih listov po letih

Leta 2002 se je izvedel prvi »pravi« zajem podatkov po dorečenih pravilih, ki so ob manjših dopolnitvah v veljavi tudi danes. V prvih letih projekta se je vsako leto izvedel zajem večjega števila listov tudi zato, ker od leta 2003 na projektu sodelujejo tudi občine, ki se odločijo za sofinanciranje zajema podatkov na svojem območju. Leta 2005 se je z redukcijo nekatere

vsebine zajema znižala cena za zajem podatkov, zato se je izvedel zajem večjega števila listov. Leta 2007 je GURS finančna in kadrovska sredstva iz manj prioriternih projektov, kot je DTK 5, prerazporedila na popis nepremičnin, leta 2008 pa na zaostanke v zemljiškem katastru, kar se pozna na količinskem obsegu zajema leta 2007 in 2008.

Mestna občina Ljubljana (MOL) je leta 2004 in 2005 sama poskrbela za zajem podatkov na svojem območju, ki obsega 50 listov. Zajeti so bili skladno z metodologijo GURS (Duhovnik, 2005).

Če štejemo tudi liste zajema 2008, ki bodo končani še v tem letu, bo zbirka DTK 5 v začetku leta 2009 vsebovala podatke za 1844 listov, ki pokrivajo 72 % razvitega območja države oziroma 57 % celotnega ozemlja države.



Slika 15: Prikaz listov DTK 5 po letu zajema

Končni obseg podatkov DTK 5 oziroma število zajetih listov bo odvisno tudi od interesentov, predvsem občin, ki se bodo odločile, ali s podatki pokriti tudi manj razvita območja. Zajem

podatkov na malo poseljenih območjih (kjer je na list zajema do 5 hišnih števil) se verjetno ne bo izvajal, zato se bodo morali uporabniki zadovoljiti s topografskimi podatki merila 1 : 25000. Takšna območja pokrivajo okrog 12 % države (Duhovnik, 2005).

3.3.2 Razlike med podatki DTK 5

Predvsem finančne omejitve GURS so bile tiste, ki so zahtevale iskanje novih rešitev in prilagajanje postopkov in vsebine za zajem tako, da bi znižali stroške zajema in s tem zagotovili kontinuiran zajem podatkov. V razmeroma dolgem obdobju izvajanja projekta je večkrat prišlo do sprememb, ki se najbolj odražajo na vsebinskih razlikah podatkov, zajetih v različnih obdobjih.

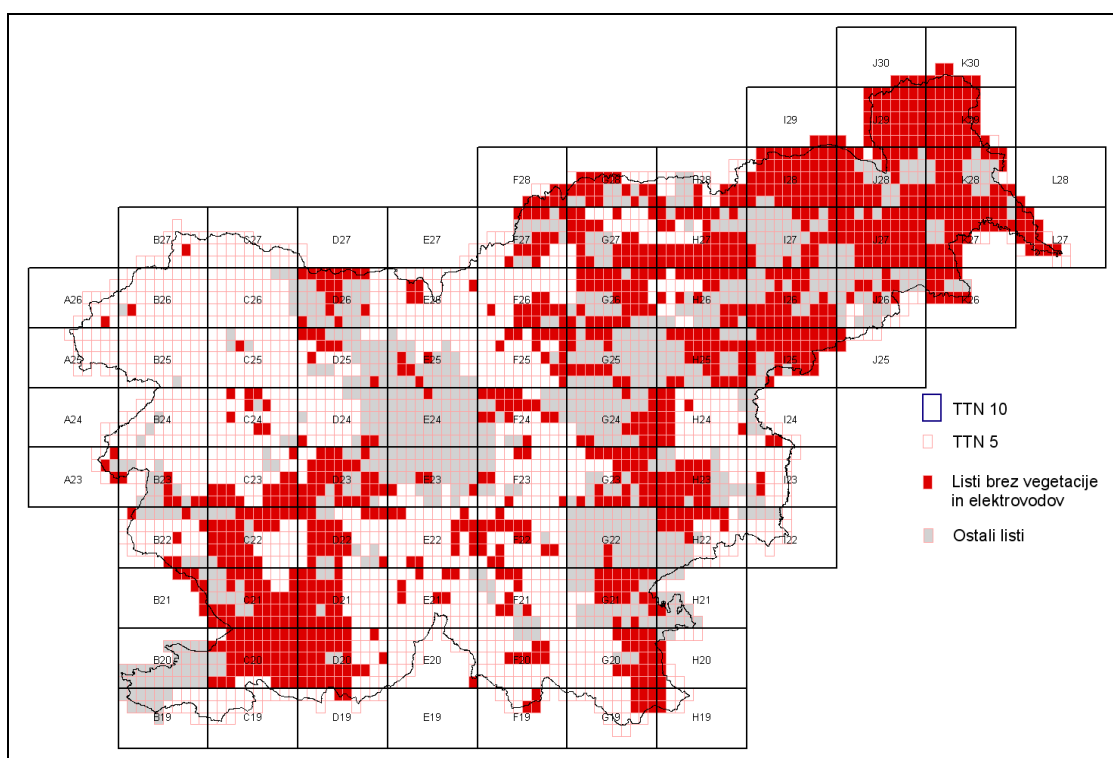
Sloj	BP	BL	BT	CL	ZL	EL	VP	UP	HP	HL	HT	TEREN	GP
	101	102	103	201	202	203	301	302	401	402	403		
Leto	PLG	PLL	PNT	PLL	PLL	PLL	PLG	PLG	PLG	PLL	PNT		
2002	🟡	🟡	🟡	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
2003	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
2004	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢
2005	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴
2006	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🔴
2007	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🔴
2008	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴	🟢	🟢	🟢	🟢	🟢	🔴

🟢 Izvedeno
🟡 Izvedeno le za nekatere liste
🔴 Ni bilo izvedeno

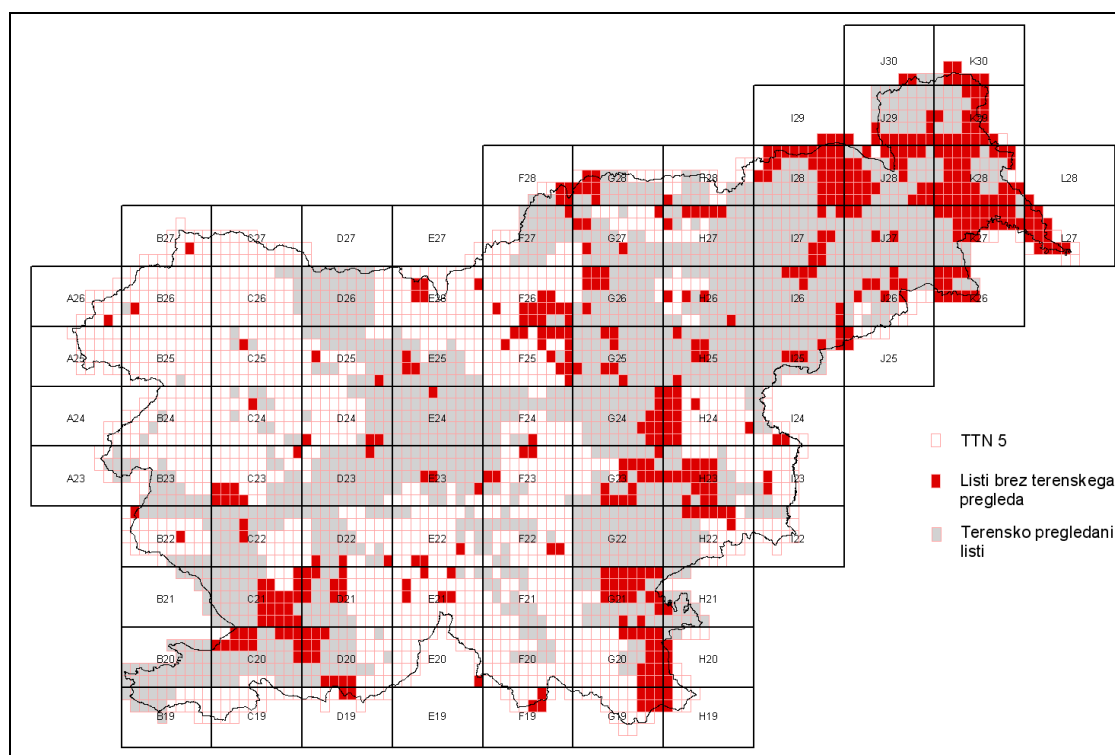
Slika 16: Prikaz vsebine zajema, izvedbe terenskega ogleda in izdelave geodetskih podlag po letih

Spomladi leta 2005 je GURS skupaj z Uradom za prostorski razvoj revidirala vsebino podatkov DTK 5. Ugotovljeno je bilo, da bi za pripravo urbanistične in krajinske zasnove zadostovalo, če se zajame samo objektne tipe stavbe, visoke objekte, ceste, železnice, žičnice, zemljišča v posebni rabi, vodne površine, osi vodotokov in pojave na vodah. Sprejeli so, da se od odtlej ne bo več zajemalo podatkov o elektrovodih in vegetaciji, saj lahko te uporabniki pridobijo iz zbirk drugih državnih institucij in GURS (Duhovnik, 2005). Slika 17 prikazuje liste brez vsebine elektrovodov in vegetacije.

V letu 2006 je na projektu DTK 5 prišlo do novih sprememb. GURS se je v tem obdobju osredotočila na projekt popisa nepremičnin, za kar je primanjkovalo tako financ kot kadrov na območnih geodetskih upravah (OGU), ki izvajajo terenski pregled podatkov DTK 5. V letih 2006 in 2007 se zato terenski ogled ni izvajal, vseeno pa so se objekti, za katere je potreben terenski pregled, označili z informativnim slojem 999 opombe. Slika 18 prikazuje liste, za katere ni bil opravljen terenski pregled. Kateri podatki so predmet terenskega pregleda in kaj neizvajanje te-tega pomeni, je opisano v poglavju 4.4.3.



Slika 17: Prikaz listov DTK 5 brez slojev elektrovodov in vegetacije



Slika 18: Prikaz listov DTK 5, za katere ni bil opravljen terenski pregled

3.3.3 Neskladja podatkov na robovih listov

List TTN 5 je osnovna organizacijska enota zajema in hranjenje podatkov iz več razlogov:

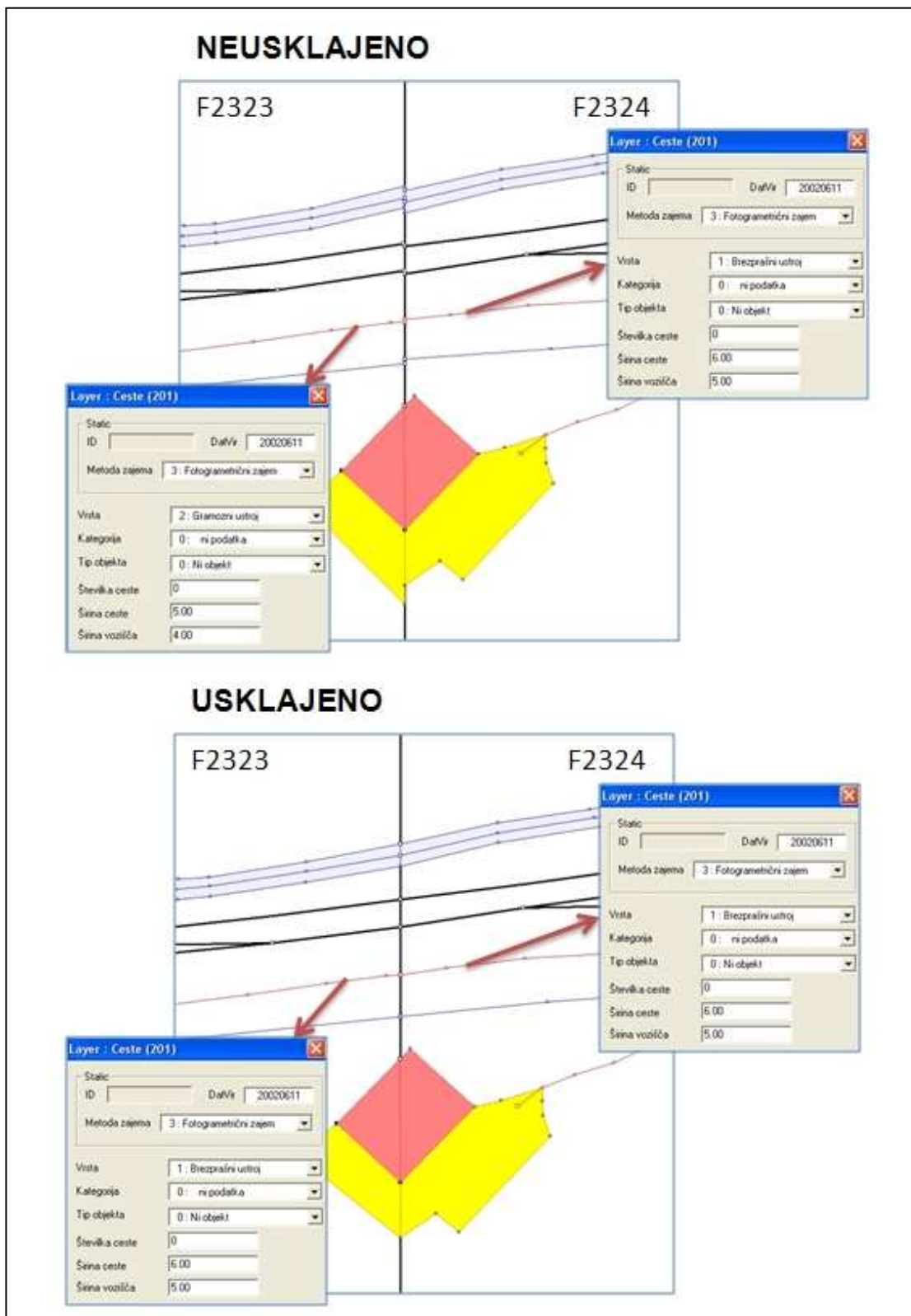
- je nedvoumno definiran z nomenklaturnim imenom,
- ima znano geolokacijo,
- sistematično pokriva celotno površino države,
- je standardne in enake velikosti glede na lego,
- večina vhodnih podatkov za zajem je organiziranih glede na liste TTN 5.

Listi TTN 5 so umetna prostorska razdelitev, ki ne upošteva naravnih ali upravnih mej v prostoru. Tako so podatki DTK 5 za poljubno prostorsko območje (regije, občine) shranjeni na večjih listih. Iz vidika enotnosti in celovitosti podatkov je pomembno, da so podatki na stikih med sosednjimi listi položajno, višinsko in atributno usklajeni.

Za uskladitev podatkov na robovih listov se poskrbi med zajemom, vendar pa se vseh neskladij ne odpravi. Popravijo in uskladijo se namreč lahko le podatki na listih, za katere se zajem trenutno izvaja, na listih, ki so že del zbirke pa spremembe niso mogoče. Obstoječi podatki so zato vsebinsko in topološko nehomogeni (Slika 19). Razlogi za to so:

- zajem podatkov iz časovno različnih virov (zaradi stalnih sprememb stanja v naravi prihaja do razlik stanja med novimi in starejšimi aeroposnetki),
- spremembe vsebine zajema (elektrovodi in vegetacija),
- spremembe navodil in kriterijev za izvedbo zajema,
- različne interpretacije in presoje na podlagi kvantitativnih in kvalitativnih kriterijev, kot posledice dela različnih operaterjev in kontrolorjev,
- nepravilno zajeti podatki v preteklih letih.

Vsa območja neskladnosti so praviloma označena z informativnim slojem 999 opombe, ki bodo predmet vzdrževanja podatkov. Podatki na listih iste generacije zajema so praviloma usklajeni.



Slika 19: Primer neusklajenih in usklajenih podatkov na robu lista

4 MASOVNI ZAJEM PODATKOV DTK 5

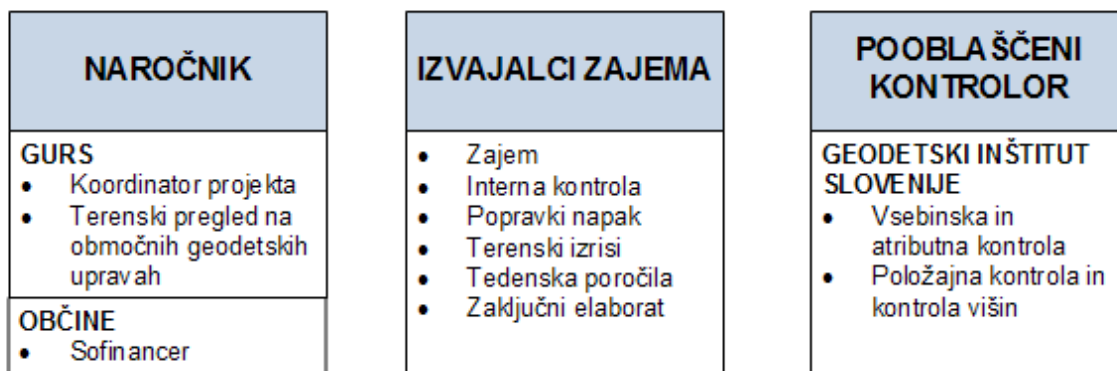
Cilj projekta »Zajem podatkov za državno topografsko karto DTK 5« je fotogrametrično zajeti topografske podatke za območje, ki je določeno z razpisanimi listi TTN, pri tem pa uporabiti obstoječe podatke različnih resorjev. Podrobna pravila oz. navodila za zajem podatkov DTK 5 podajajo »Operativna navodila za zajem topografskih podatkov - DTK 5« (2007), »Operativna navodila za zajem podatkov o stavbah« (2003) in »Topološki odnosi DTK 5« (2007).

Podroben opis zajema podatkov ni predmet opisa v temu poglavju, saj je na to temo že bila napisana diplomska naloga (Perko, 2007).

V podpoglavjih 4.1 in 4.2 so z diagrami in kratkim opisom predstavljeni sodelujoči na projektu in njihove vloge ter potek in faze projekta. V podpoglavjih 4.3 in 4.4 so predstavljeni viri in metode zajema podatkov DTK 5.

4.1 Organizacija in potek projekta

Na projektu sodelujejo različni akterji, kateri imajo določeno funkcijo in naloge, ki jih tekom projekta opravljajo.



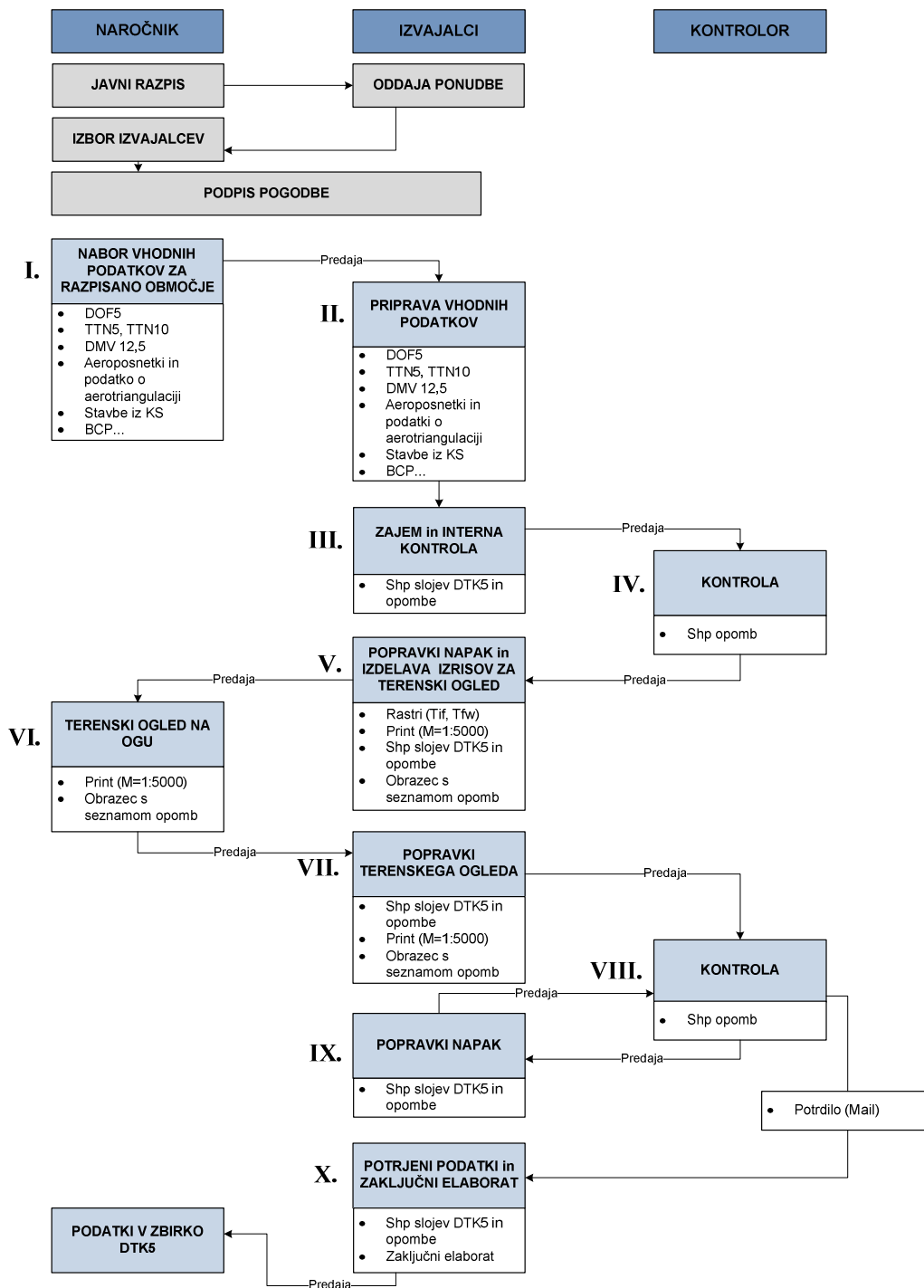
Slika 20: Funkcije, akterji in njihove naloge na projektu

GURS kot naročnik in glavni koordinator projekta izda javni razpis za zajem podatkov DTK 5, priloži razpisno dokumentacijo in seznam listov, za katere se bo izvedel zajem podatkov. V seznam so vključeni tudi listi, ki so sofinancirani s strani občin. Zainteresirani izvajalci izdajo ponudbo na razpis, GURS pa izvajalce izbere in z njimi podpiše pogodbo za izvedbo projekta.

Slika 19 prikazuje potek nalog na projektu, ki so podrobneje komentirane v naslednjih alinejah:

- I. GURS pripravi vhodne podatke za razpisano območje in jih preda izvajalcem.
- II. Izvajalci vhodne podatke, ki so vir za zajem podatkov, pripravijo v ustrezno obliko, ki jo zahteva aplikacija za zajem.
- III. Izvajalci izvedejo zajem in interno kontrolo, nato pa podatke predajo v kontrolo pooblaščenemu kontrolorju GiS.
- IV. GiS izvede kontrolo popolnosti in pravilnosti podatkov, morebitne napake pa označi in opiše s slojem 999 opombe, ter jih preda izvajalcem.
- V. Izvajalci napake odpravijo in pripravijo delovne izrise za terenski pregled, na katerih s slojem 999 opombe označijo vse lokacije, kjer iz virov ne morejo zanesljivo interpretirati in zajeti objektov in pojavov. Izvajalci izrise in podatke pošljejo na GURS.
- VI. GURS razpošlje izrise in podatke na OGU, kjer opravijo terenski ogled na označenih lokacijah. Terenske meritve se ne izvajajo, saj so predrage in predolgotrajne, opravi se samo informativni pregled objektov. Odgovore in rešitve podajo v pisni obliki, jih vrišejo na izris ali pa priložijo podatke v digitalni obliki. Izrise, odgovore in rešitve vrnejo na GURS, ta pa jih razpošlje nazaj izvajalcem.
- VII. Izvajalci izvedejo popravke po podatkih terenskega ogleda, nato pa podatke ponovno pošljejo v kontrolo na GiS.
- VIII. GiS popravke preveri, morebitne napake označi in opiše s slojem 999 opombe, ter jih ponovno preda izvajalcem.
- IX. Če so podatki za list pravilni, GiS sporoči izvajalcem, da je list potrjen.

- X. V primeru napak izvajalci te odpravijo in podatke ponovno pošljejo v kontrolo na GiS.
- XI. Ko ima izvajalec potrjene vse liste, jih skupaj s zaključnim elaboratom, preda GURS.



Slika 21: Diagram poteka nalog na projektu

4.2 Viri za zajem podatkov

Viri za zajem podatkov DTK 5 so digitalni podatki različnih zbirk GURS. Ti predstavljajo osnovno podlago za zajem geometričnih in opisnih lastnosti objektov in pojavov, opredeljenih v objektnem katalogu. V splošnem lahko delimo vire za zajem na:

- primarni viri: izvorni posnetki stanja (aeroposnetki CAS in DASO),
- sekundarni viri: rastrski in vektorski podatki, ki so rezultat zajema iz primarnih virov (skenogrami TTN 5, kataster stavb...).

Primarni viri so v primerjavi s sekundarnimi primernejši za zajem topografskih podatkov, saj:

- zagotavljajo relativno sveže informacije o stanju na površju Zemlje,
- so bogat vir negeneraliziranih informacij o objektih in pojavih na površju Zemlje.

4.2.1 Aeroposnetki cikličnega aerosnemanja Slovenije

Aeroposnetek vsebuje informacije o objektih in pojavih na površju Zemlje, na podlagi katerih lahko objekt interpretiramo in zajamemo njegove geometrične ter opisne lastnosti. Posnetke GURS zagotavlja s projektom Ciklično aerosnemanje Slovenije (CAS), katerega namen je redno in sistematično zagotavljanje posnetkov za območje cele države. Snemanje se izvaja ciklično po območjih – fotogrametričnih blokih tako pogosto, da posnetki za določeno območje države praviloma niso starejši od treh let. Izvaja se v različnih merilih, za potrebe zajema topografskih podatkov v merilu 1 : 5000 pa je najprimernejše srednje merilo 1 : 17500, saj posnetek dimenzije 23 cm krat 23 cm pokriva celotno območje lista TTN 5. Vzdolžni preklop aeroposnetkov je 60 %, prečni preklop med snemalnimi redovi pa 30 %, kar omogoča aerotriangulacijo posnetkov in stereoizvrednotenje posnetkov.

Snemanje CAS se je izvajalo z analogno kamero v črnobeli tehniki tako, da so bili posnetki v analogni obliki na filmu, katere pa je bilo za potrebe digitalnega stereoizvrednotenja skenirati. Leta 2003 je bil del ozemlja prvič posnet v barvni tehniki.

Leta 2006 je bilo prvič izvedeno aerosnemanje z novo, digitalno kamero. Vzdolžni preklop aeroposnetkov se ni spremenil, se pa je, zaradi drugačne dimenzije zdaj digitalnih posnetkov

(7680 x 13824 slikovnih elementov), spremenil potek snemalnih redov in gostota posnetkov na snemalni red. Do sprememb je prišlo tudi v dinamiki zagotavljanja aeroposnetkov. V tem letu je bilo izvedeno aerosnemanje celotnega območja države, predvsem zaradi potreb po DOF, ki je pomembna podlaga za pridobivanje kmetijskih subvencij. Snemanje se je izvedlo s prostorsko ločljivostjo 0.25 m (angl. GSD - ground sample distance), s katero je bilo posneto približno 40 odstotkov območja države in z ločljivostjo 0.50 m, s katero je bilo posneto približno 60 odstotkov območja države (GURS, <http://www.geodetska-uprava.si>, 20.9.2008).

Aerosnemanje se izvaja v obdobju od aprila do avgusta, ko je vegetacija v polnem razrastu, saj se posnetki v prvi vrsti uporabijo za izdelavo DOF, kjer so informacije o rabi površin velikega pomena. Za zajem topografskih podatkov bi bilo aerosnemanje najprimernejše izvajati v času, ko vegetacija ni zalistana, kar bi omogočalo interpretacijo objektov in pojavov na zaraščenih območjih.

4.2.2 Skenogrami situacije in hidrografije TTN 5 in TTN 10

Skenogrami situacije in hidrografije (podrobneje opisani v podpoglavju 2.2.) so glavni dopolnilni vir zajema aeroposnetkom in jih vsebinsko dopolnjujejo na območjih, kjer zaradi zalistane vegetacije objektov in pojavov ni mogoče interpretirati in zajeti. Ker so neažuren vir podatkov, so primerni predvsem za zajem objektov, ki se skozi čas redko spreminjajo. Zaradi bogate vsebine so primerni tudi za določitev atributnih podatkov, ki jih iz posnetkov ni mogoče interpretirati.

4.2.3 Digitalni ortofoto

Digitalni ortofoto merila 1 : 5000 (DOF 5) je skeniran aeroposnetek, ki je z upoštevanjem centralne projekcije posnetka in digitalnega modela reliefa transformiran v državni koordinatni sistem. DOF 5 je geolociran s podano lokacijo v državnem koordinatnem sistemu in ustreza območju enega lista v merilu 1 : 5000 (Državna kartografija, 2005).

Digitalni ortofoti so priljubljena rastrska podlaga različnim prostorskim podatkom, za zajem pa se redkeje uporabljajo. Aeroposnetek ponuja isto vsebino, hkrati pa nudi natančnejši in tudi

3D zajem podatkov. DOF 5 se v projektu DTK 5 uporablja kot podlaga za vsebinsko kontrolo, za zajem podatkov DTK 5 pa ni primeren.

4.2.4 Digitalni model reliefa

Digitalni model reliefa (DMR) je kompleksna predstavitev reliefa, ki vključuje višinske točke, značilne linije in točke terena ter geomorfologijo. Digitalni model višin (DMV) obsega samo višine točk na določenem območju. Podatki DMR in DMV se pogosto uporabljajo v geografskih informacijskih sistemih za namene različnih načrtovanj novega stanja v prostoru (Državna kartografija, 2005).

DMR obsega podatke o višinah točk celične mreže različnih ločljivosti. Na primer, DMR 25 vsebuje podatke celične mreže ločljivosti 25 m krat 25 m. DMR 25 je bil izdelan fotogrametrično iz posnetkov CAS, vzporedno ob izdelavi DOF 5. GURS danes razpolaga z različno podrobnimi podatki DMR, za potrebe DTK 5 pa se uporablja DMR25 ali DMR12,5.

Pri zajemu podatkov DTK 5 se na osnovi podatkov DMR določi višina (koordinata Z) vsem objektom, ki jih zajamemo iz sekundarnih virov, ki sami ne omogočajo izvedenja višin. Višinska natančnost tako zajetih objektov ni primerljiva z natančnostjo fotogrametričnega zajema in je odvisna od ločljivosti in tudi kakovosti DMV na območju zajema.

4.2.5 Podatki iz obstoječih baz podatkov

GURS in druge institucije, ki razpolagajo z infrastrukturo v prostoru, vodijo številne evidence o objektih, napravah in naravnih pojavih. V DTK 5 se prevzamejo nekateri grafični in opisni podatki iz obstoječih evidenc, ki ustrezajo zahtevam projekta DTK 5. Nesmiselno je namreč, da se zajem iste vsebine ponovno izvaja. Primer sta evidenci:

- kataster stavb, ki jo vodi GURS in
- banka cestnih podatkov (v nadaljevanju BCP), ki jo vodi Direkcija Republike Slovenije za ceste oz. DRSC.

Za kataster stavb so bile stavbe zajete fotogrametrično, zato je njihova grafika primerna za prevzem v DTK 5. Iz omenjene evidence se prevzamejo tudi nekateri opisni podatki.

Pravilnost le-teh je potrebno fotogrametrično preveriti, če ustrezajo stanju na posnetkih. Vsaka stavba v zbirki DTK 5, ki je prevzeta iz katastra stavb, ima enoličen identifikator (SID), ki omogoča identifikacijo stavbe v katastru stavb.

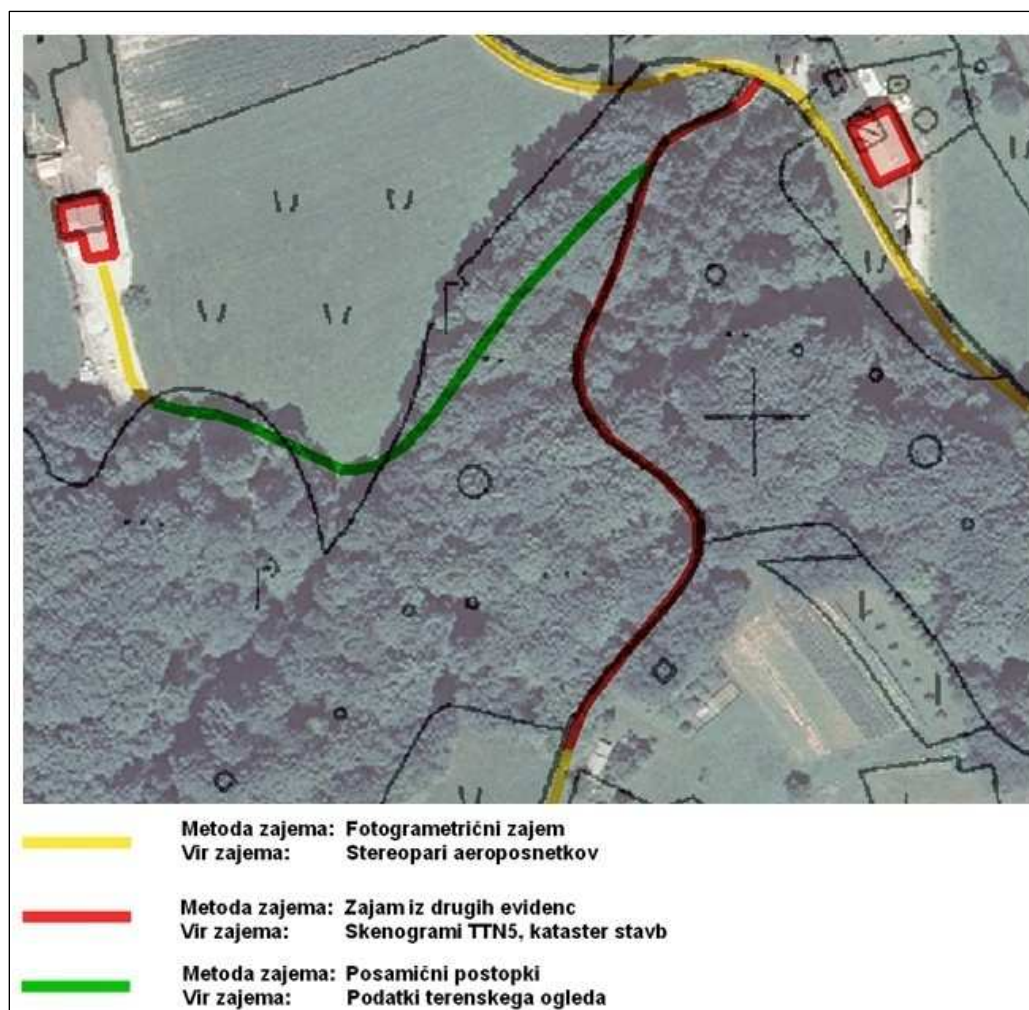
Banka cestnih podatkov je dopolnilni vir pri zajemu cest. Grafični del baze ne ustreza kriterijem natančnosti in popolnosti DTK 5, zato se prevzameta le atributna podatka kategorija in številka ceste, ki se med zajemom dodelita državnim cestam. Od leta 2007 se pri projektu DTK 5 uporabljajo podatki o državnih cestah iz evidence katastra gospodarske javne infrastruktura (GJI), v bistvu pa gre za iste podatke.

4.3 Metode zajema podatkov

Primarna metoda za zajem podatkov DTK 5 je fotogrametrična metoda, v dopolnitev pa sta ji metodi zajem iz drugih evidenc in posamični postopki.

- **Fotogrametričen zajem:** vključuje 3D zajem vseh, na aeroposnetkih vidnih in z objektnim katalogom opredeljenih objektov.
- **Zajem iz drugih evidenc** vključuje:
 - zajem tistih objektov iz skenogramov situacije in hidrografije TTN 5, ki na aeroposnetkih niso vidni in jih zato ni mogoče fotogrametrično zajeti,
 - ter prevzem stavb iz katastra stavb.
- **Posamični postopki:** vključujejo zajem objektov, ki jih vnesemo na osnovi podatkov terenskega pregleda potem, ko objekte ni bilo mogoče zajeti s fotogrametrično metodo ali jih zajeti iz drugih evidenc.

Vsak objekt je v DTK 5 zajet z eno od metod zajema iz pripadajočega vira (Slika 22). Fotogrametrično zajeti objekti ustrezajo stanju na terenu na datum aerosnemanja, objekti, zajeti ali prevzeti iz drugih evidenc, pa ustrezajo stanju na datum nastanka tega vira.



Slika 22: Metode in viri za zajem podatkov

Vsak zajet objekt ima dodeljena atributna podatka:

- metoda zajema, ki podaja podatek o metodi zajema objekta in
- datum vira, ki podaja datum nastanka vira iz katerega je bil objekt zajet.

Če se zajetemu objektu, katerega grafične lastnosti so bile zajete z eno izmed metod, dodelijo opisni podatki na osnovi drugega, zanesljivejšega vira, se vrednost atributa metoda zajema in datum vira ne spremeni.

4.3.1 Fotogrametrični zajem

Fotogrametrija je ena od vej geodezije, ki se ukvarja s pridobivanjem metričnih podatkov iz fotografij ali posnetkov, posnetih iz zraka ali tal. Metrični podatki, ki jih pridobimo s stereoizvrednotenjem posnetkov, so podatki o položaju, obliki in velikosti objektov in pojavov, ki so prikazani na posnetkih. Računalniško podprti fotogrametrični postopki omogočajo visoko stopnjo kakovosti iz posnetkov izvedenih podatkov (Gvozdanović, Smole, 2003).

Fotogrametričen zajem podatkov je za razliko od digitalizacije rastrov dolgotrajen in tehnično zahteven postopek. Na to v največji meri vpliva 3D zajem objektov in zahtevno identificiranje in razpoznavanje objektov iz posnetkov ali fotointerpretacija. Hitrost in kvaliteta fotogrametričnega zajema sta tako v veliki meri odvisna vizualne percepcije ter izkušenosti operaterja.

Določeno vsebino je iz aeroposnetkov težko ali celo nemogoče interpretirati, predvsem na področjih, ki so pokrita z gosto vegetacijo. Objekte, kot so na primer ožje ceste in vodotoki ter stavbe v gozdovih, je zato potrebno zajeti iz drugih evidenc in/ali njihovo stanje preveriti neposredno na terenu samem.

4.3.2 Zajem iz drugih evidenc

Kadar fotogrametrični zajem objektov zaradi zalistane vegetacije ni mogoč, si pomagamo z dopolnilnim virom, skenogramom situacije in hidrografije. Geometrične lastnosti objektov tako zajamemo iz omenjenih virov. Določimo jim tudi opisne podatke, saj so objekti na skenogramu prikazani s topografskimi znaki, ki so interpretirani v topografskem ključu. Tem objektom se višina določi avtomatsko glede na DMR (superimpozicija).

Zaradi starosti skenogramov v praksi ni mogoče trditi, da objekti zajeti iz TTN še vedno obstajajo in ali imajo še vedno tako obliko položaj in potek, zato se iz omenjenih virov zajemajo le objekti, ki se v naravi redko spreminjajo (vodotoki, izviri, ceste). V primeru dvoma o obstoju ali geometriji objekta, zajetega iz skenograma, se lokacija označi z opombo za terenski pregled.

Prevzete stavbe iz katastra stavb je med zajemom potrebno fotogrametrično preveriti in po potrebi popraviti ali brisati. Stavbe, ki v katastru stavb ne obstajajo je potrebno fotogrametrično zajeti.

Državnim cestam se dodelita atributna podatka kategorija ceste in številka ceste iz evidence BCP, metoda zajema pa ostane nespremenjena.

4.3.3 Posamični postopki

S posamičnimi postopki se zajame tiste objekte, ki jih ni mogoče nedvoumno zajeti fotogrametrično ali iz drugih evidenc. Za zajem takih objektov je potreben terenski pregled. Ker se terenske meritve, s katerimi bi bili podani kvalitetni podatki o geometriji objekta, ne izvajajo, je potrebno s terena pridobiti informacije in odgovore, na podlagi katerih bo objekt nedvoumno zajet s še sprejemljivo natančnostjo.

Podatki in informacije terenskega ogleda so lahko:

- v pisni obliki, če je bilo podano vprašanje zajema po "obnašanju" že zajetega objekta ali po opisnih podatkih, ki jih ni bilo mogoče interpretirati iz razpoložljivih virov,
- v digitalni obliki, če gre za nov objekt, za katerega obstajajo geodetski podatki,
- kopije načrtov in vris geometrije objekta na izris, ki ne zagotavljata natančnega zajema objekta, zato mora operater ali kontrolor presoditi, ali se tak objekt zajame.

Na podlagi ustreznih podatkov terenskega ogleda se objekt zajame in dodeli se mu metoda zajema posamični postopki. Če se objektom spremenijo le opisni podatki, se metoda zajema ne spremeni.

4.4 Geodetske podlage

Geodetske podlage so standardiziran prikaz topografskih podatkov v merilu 1 : 5000, v digitalni rastrski in vektorski obliki, na željo naročnika pa se lahko izdelajo tudi v tiskani obliki. Glavni namen njihove izdelave je zagotoviti ustrezne podlage za potrebe prikaza planiranja na lokalni ravni na območjih, kjer je bila predhodno že vzpostavljena TTN 5. Izdelane so v merilu 1 : 5000 in so geolocirane v državnem koordinatnem sistemu, ena geodetska podlaga torej pokrije enako območje kot list TTN 5 in predstavljajo ustrezno nadomestilo za stare TTN 5.

Geodetske podlage so izdelane iz vektorskih podatkov DTK 5, podatkov o geodetskih točkah, državni meji, zemljepisnih imenih in skenogramov reliefa TTN 5. Vsi podatki, z izjemo reliefa, so katrografsko modelirani in so prikazani z ustreznimi kartografskim znakom, kot to določa kartografski ključ, ki je opredeljen v »Navodilih za izdelavo geodetskih podlag na osnovi DTK 5 za prikaz prostorskih planskih aktov« (2005). Geodetske podlage so rastrski sloji, dodana pa sta še vektorska sloja centroidov stavb in parcel (Duhovnik et al., 2003):

- **1.sloj - stavbe in zemljepisna imena:** zemljepisna imena so prevzeta iz registra zemljepisnih imen (REZI), podatki o stavbah pa so prevzeti iz zbirke DTK 5.
- **2. sloj – vode:** podatki o vodah so prevzeti iz zbirke DTK 5.
- **3. sloj – plastnice:** predstavlja skenogram reliefa TTN 5.
- **4. sloj - katastrska vsebina:** kljub prvotnim zamislim o dodatku katastrske k preostali topografski vsebini, se parcelne meje ne prikazujejo na geodetskih podlagah. V izvenokvirni vsebini so prikazane le meje katastrskih občin s številkami.
- **5. sloj - centriodi parcel s parcelnimi številkami:** v nasprotju s prvotnimi zamislimi se ne izdeluje.
- **6. sloj - centriodi stavb z identifikatorji stavb:** vektorski sloj stavb z podatki o enoličnem identifikatorju stavbe v Katastru stavb.
- **7. sloj – izvenokvirna vsebina:** ta je prikazana po zgledu topografskih kart in načrtov

- **8. sloj – združena vsebina:** združen prikaz vseh slojev (Slika 23)
- **9. sloj – promet:** podatki o cestah, železnicah, elektrovodih in prometnih površinah so prevzeti iz zbirke DTK 5.

Preglednica 6: Vsebina in šifrant slojev geodetskih podlag

VSEBINA RASTRSKIH IN VEKTORSKIH PODATKOV	ŠIFRA
1. sloj – stavbe, imena	40
2. sloj – vode	41
3. sloj – plastnice	42
4. sloj – katastrska vsebina	43
5. sloj – centriodi parcel s parcelnimi številkami	44
6. sloj – centriodi stavb z identifikatorji	45
7. sloj – izvenokvirna vsebina	46
8. sloj – združena vsebina	47
9. sloj – promet	48

Iz kartografsko modeliranih vektorskih podatkov za list TTN, se za vsak rastrski sloj izdelava rastrska datoteka TIFF (enobiten zapis, ločljivosti 300 dpi, kompresije »group 4«) s pripadajočo TFW datoteko. Predvsem za povezavo vsebine s katastrom stavb in zemljiškim katastrom sta se dodala tudi dva vektorska sloja, sloj centroidov zemljiških parcel s parcelnimi številkami in sloj stavb z identifikatorji stavb, ki sta zapisana v SHP formatu.

Imena datotek geodetskih podlag so predpisana. Prva tri mesta imena TTN 5 in TTN 10 označujejo trigonometrično sekcijo v kateri leži list. Četrto in peto mesto označujeta številko systemskega lista (Priloga A), šesto in sedmo mesto pa označujeta šifro vsebine, ki je prikazana v preglednici 6. Osmo mesto je rezervirano za oznako obnove lista.

Geodetske podlage na osnovi podatkov DTK 5 so se izdelovale v letih od 2002 do 2004, potem pa se je izdelava zaradi pomankanja finančnih sredstev GURS ustavila. Izdelovale so se le za prioriteta območja, kjer je bilo planirano veliko posegov v prostor ali pa za območja,

kjer so občine sofinancirale zajem podatkov za DTK 5. Na območjih, kjer podatki DTK 5 niso bili na voljo, pa so se zaradi posegov v prostor in nujnosti po tovrstnih podatkih, izdelovale geodetske podlage na osnovi ortofota. Geodetske podlage kot standardni izdelek GURS od leta 2005 ne izdeluje več, lahko pa jih občine in ostali interesenti izdelajo sami, v skladu z navodili GURS (Duhovnik et al., 2003).



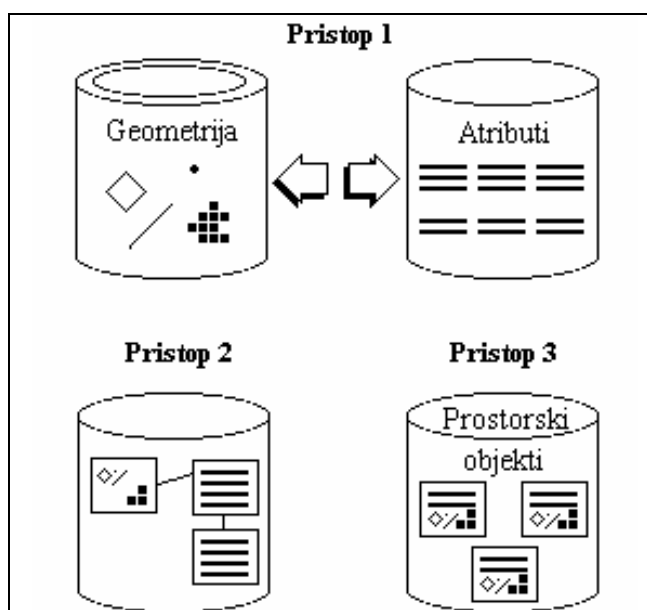
**Slika 23: Prikaz združenih rastrskih slojev geodetske podlage na osnovi TOPO 5
(Duhovnik et al., 2003)**

5 PREDLOG PRENOVE STRUKTURE BAZE PODATKOV DTK 5 IN VZPOSTAVITEV GIS

Sodobna GIS tehnologija omogoča shranjevanje prostorskih podatkov v GIS podatkovnih bazah in njihovo administracijo, povezljivost z ostalimi bazami ter distribucijo podatkov. Tudi podatki DTK 5 so pred tem, da se prenesejo v sodobno urejeno geografsko bazo, kar bo Geodetski upravi omogočilo številne prednosti pri hranjenju, vzdrževanju, varovanju in posodabljanju podatkov, poleg tega pa se bodo izboljšali tudi pogoji za izmenjavo in distribucijo podatkov zainteresiranim uporabnikom. Prenova strukture baze podatkov je zato brez dvoma nujna.

5.1 Pristopi shranjevanja prostorskih podatkov

Glavna značilnost prostorskih podatkov je, da imajo poleg opisnih lastnosti še posebej pomembne lokacijske lastnosti. Slednje so vezane na geometrijo prostora in na ta način omogočajo grafično predstavitev. Poznamo tri koncepte oz. pristope shranjevanja geometričnih in atributnih podatkov, kot prikazuje slika 22 (Drobne, 2006).



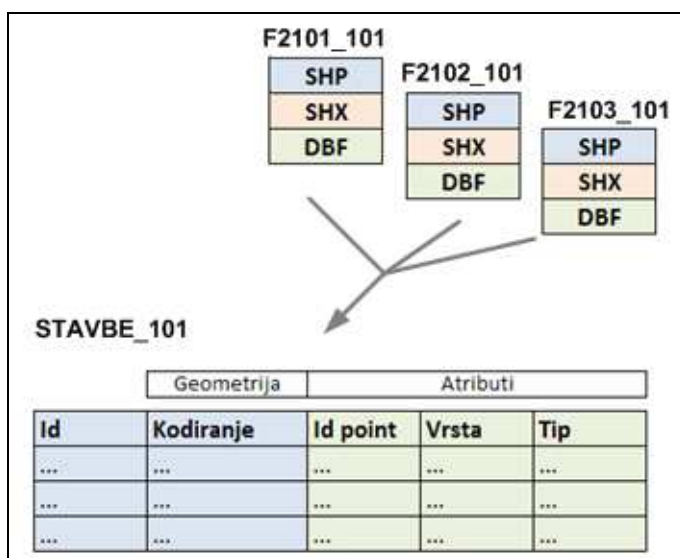
Slika 24: Pristopi shranjevanja geometričnih in atributnih podatkov

Pristop 1: Geometrični in atributni podatki so shranjeni ločeno, med njimi pa so vzpostavljene relacije za njihovo povezovanje, kadar je to potrebno. Tako so shranjeni tudi podatki DTK 5. V SHP datoteki so shranjeni geometrični podatki, v DBF datoteki atributni podatki, v SHX datoteki pa indeksi grafičnih objektov. Več o SHP formatu je opisano v poglavju 3.2.1.

Pristop 2: Geometrični in atributni podatki so shranjeni v isti podatkovni bazi vendar v ločenih tabelah, med katerimi so vzpostavljene relacije za njihovo povezovanje. Upravljanje podatkov v relacijskih bazah omogočajo RDBMS (Relational DataBase Management Systems).

Pristop 3: Geometrični in atributni podatki so shranjeni v isti bazi in v istih tabelah. Za vsak objektni tip (tematski sloj), kateremu pripadajo objekt z enakim pomenom, enakih lastnosti, relacijami in istim vedenjem, obstaja v bazi svoja tabela. Geometrični in atributni podatki o objektu so shranjeni v eno samo vrstico določene tabele. Pristop imenujemo tudi objektno usmerjen pristop, ki je bil razvit kot tehnološki nadomestek za relacijski model.

Za primer vzemimo objektni tip stavbe, za katere bi tako obstajala samo ena tabela, ki bi vsebovala geometrične in atributne podatke o vseh zajetih stavbah (Slika 25). Vsi podatki DTK 5 bi bili shranjeni v 12 tabelah.



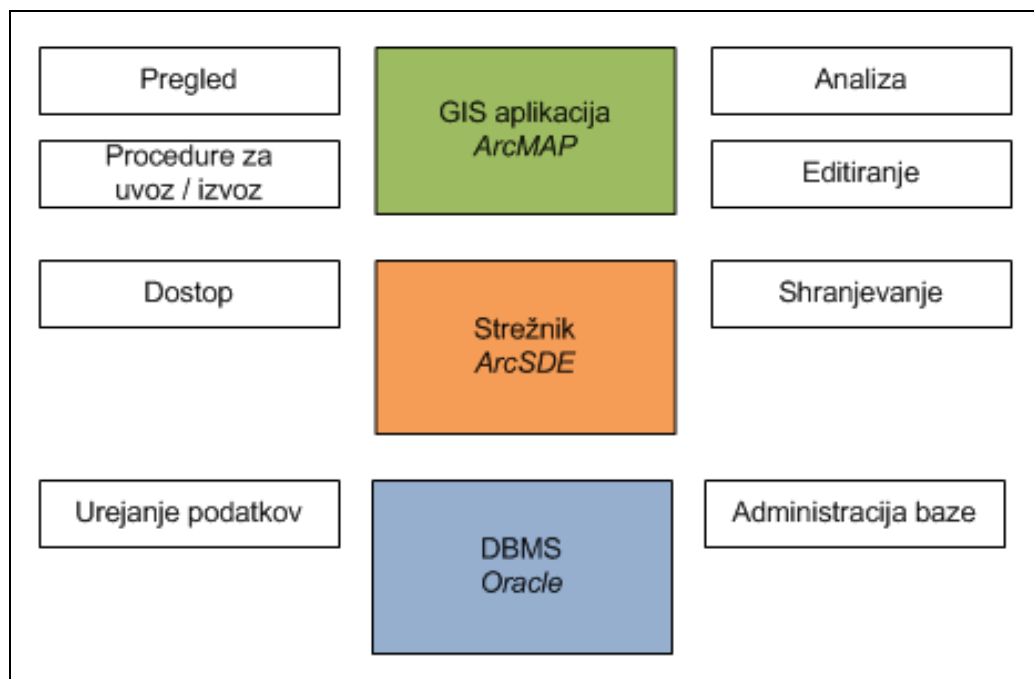
Slika 25: Prenos grafičnih in atributnih podatkov objektov objektnega tipa stavbe v tabelo baze

5.2 Struktura sodobne prostorske baze

Sistemi za upravljanje objektno-relacijskih baz sami po sebi ne omogočajo dela s prostorskimi podatki, zato nad bazo delujejo t.i. aplikacijski strežniki. Ti vsebujejo definicije geometričnih tipov in funkcionalnosti, ki omogočajo dostop, uporabo podatkov ter GIS analize nad prostorskimi podatki v bazi (Slika 26).

Glede na programsko opremo, ki jo Geodetska uprava RS že uporablja, bi bila lahko baza DTK 5 podprta s tehnologijo:

- Oracle – baza podatkov,
- ESRI ArcSDE – aplikacijski strežnik,
- ESRI ArcMap – GIS aplikacija.



Slika 26: Primer: Oracle, ArcSDE, ArcMap

5.2.1 DBMS

Danes so za upravljanje podatkovnih baz na voljo številni komercialni (Oracle in Microsoft SQL Server) in nekomercialni (PostgreSQL ter MySQL) odprtokodni sistemi, ki omogočajo (ESRI, <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/arcscde-server.pdf>, 2009):

- administracijo baze; vzpostavitev, vpisovanje, brisanje, urejanje in poizvedovanje po podatkih, zagotavljanje celovitosti podatkov ter njihovo usklajenost s povezavami med tabelami,
- centralno hranjenje in upravljanje prostorskih podatkov, kar zmanjšuje stroške upravljanja podatkov in povečuje njihovo vrednost,
- izmenjavo prostorskih podatkov z večino objektno-relacijskih baz podatkov,
- skrbijo za sočasnost uporabniških dostopov in ponujajo nadzor nad delovanjem zbirke podatkov.

Lahko se namestijo na vseh pomembnejših operacijskih sistemih, kot so Windows, UNIX in Linux.

5.2.2 Programski strežnik

ArcSDE je napreden programski strežnik za upravljanje velikih večuporabniških baz prostorskih podatkov. Deluje kot orodje za dostop do baze prostorskih podatkov, shranjenih v DBMS. ArcSDE omogoča (ESRI, <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/arcscde-server.pdf>, 2009):

- shranjevanje prostorskih podatkov in njihovo upravljanje v različnih bazah (npr. SQL Server, Oracle, Informix, IBM DB2),
- dostop do geografskih podatkov in uporabo v namiznih GIS aplikacijah,
- procedure za uvoz in izvoz omogočajo prenos podatkov iz ene DBMS do druge, brez izgube informacij,

- organizacijo za premik od tradicionalnega pristopa – upravljanja ločene zbirke geometričnih in atributnih podatkov v novo integrirano okolje, kjer so prostorski podatki vodeni kot nepretrgan, trajen niz podatkov.

5.2.3 GIS aplikacija

Nad bazo podatkov in strežnikom v končni fazi deluje GIS aplikacija, ki predstavlja uporabniški vmesnik, prek katerega uporabnik podatke pregleduje, izbira, ureja in opravlja številne druge funkcionalnosti, ki jih omogočajo GIS.

Aplikacijo ArcMap, ki deluje nad ArcSDE je mogoče razširiti s poljubnimi uporabniškimi meniji, ki vsebujejo funkcionalnosti, ki so potrebne za opravljanje specifičnih nalog. Aplikacija ArcMap, razširjena z uporabniškim menijem DTK 5, mora vsebovati naslednje funkcionalnosti:

- uvoz ali izvoz podatkov v bazo oziroma iz baze za,
 - poljuben list TTN 5 ali več listov,
 - poljubno območje,
 - posamezen sloj ali več slojev,
- pregledovanje podatkov,
 - približevanje, oddaljevanje,
- pridobivanje informacij o podatkih,
 - grafični izbor objektov,
 - izbor po atributih,
 - izbor po listih in območjih,
 - pregled atributov,
- možnosti urejanja podatkov,
 - kreiranje novega objekta,
 - urejanje atributov,

- premikanje objektov in njegovih točk,
- vstavljanje točk,
- brisanje objektov,
- združevanje sosednjih objektov,
- razdelitev objekta na dva objekta,
- kartografsko vizualizacijo vsebine skladno s topografskim ključem DTK 5,
- pripravo za izris kartografsko modeliranih podatkov DTK 5.

6 ZAKLJUČEK

Podatki DTK 5 so naj sodobnejši topografski podatki velikih meril v Sloveniji. Vsebujejo informacije o objektih in pojavih, ki podajajo najpomembnejše informacije o površju Zemlje, v kriterijih podrobnosti in natančnosti merila 1 : 5000. Struktura podatkov je vektorska in topološko urejena ter tako primerna za uporabo v okoljih GIS, ki omogočajo pridobivanje raznovrstnih informacij. Podatki so tudi kartografsko modelirani in prikazani v rastrski ali tiskani obliki, kot geodetske podlage, ki so ustrezno nadomestilo za stare TTN in njihove skenograme.

Zajem podatkov za DTK 5, ki se kontinuirano izvaja od leta 2002, temelji na fotogrametričnem zajemu podatkov iz aeroposnetkov, kar omogoča 3D zajem relativno svežih geometričnih in atributnih lastnosti objektov in pojavov na površju Zemlje. V začetku leta 2009 je s podatki pokritega 72 % intenzivnega kmetijskega in poseljenega območja države oziroma 57 % celotnega območja države, zajem pa še vedno poteka.

Z analizo podatkov smo prišli do ugotovitve, da podatki na robovih listov niso popolnoma vsebinsko enotni in topološko usklajeni, kar je zaradi koncepta in dinamike zajema seveda razumljivo, vendar pa bo za zagotovitev homogenosti zbirke DTK 5 te potrebno uskladiti. Potrebno je tudi poudariti, da kljub sedemletni aktivnosti projekta koncept vzdrževanja ni bil dodelan. Podatki tako niso vzdrževani (nekateri so stari tudi do deset let), kar bistveno zmanjšuje verodostojnost in s tem tudi njihovo vrednost.

Podatki DTK 5 so v fazi, da se prenesejo v sodobno urejeno geografsko bazo, kar bo Geodetski upravi omogočilo številne prednosti pri vodenju podatkov, enostavnejše vzdrževanje podatkov ter izboljšane pogoje izmenjave in distribucije podatkov zainteresiranim uporabnikom. Prenovljena struktura baze podatkov DTK 5 bo brez dvoma pripomogla k poslanstvu Geodetske uprave, po zagotavljanju kvalitetnih, ažurnih in dostopnih podatkov, kar je v informacijski dobi še kako pomembno.

VIRI

Drobne, S. 2006. Temelji informacijsko-upravljaljskih sistemov - DEL: Geografski informacijski sistemi.

URL:<http://www.km.fgg.uni-lj.si/predmeti/TIUS/data/GIS/TIUS-%20GIS%20in%20PA.pdf> (10.1.2009)

Državna kartografija. Katalog digitalnih podatkov. 2005. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije. 139 str.

Duhovnik, M., Mlinar, J., Podobnikar, M. 2001. Topografska baza. Geodetski vestnik 45, 3: 466-472

Duhovnik, M., Brnot, M., Petrovič, D., Kete. P. 2003. Geodetske podlage in topografska baza. Geodetski vestnik 47, 3: 224-230

Duhovnik, M. 2005. Zajem topografskih podatkov DTK 5. Geodetski vestnik 49, 3: 441-443

Environmental Systems Research Institute

URL: <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/arcsde-server.pdf> (20.1.2009)

Geodetske uprave Republike Slovenije, 2008

URL: <http://www.geodetska-uprava.si/Podatki/> (20.9.2008)

Gvozdanović, T., Smole, D. 2003. Merske metode za spremljanje premikov zemeljskih plazov. Interna dokumentacija DFG Consulting d.o.o. 24 str.

Izdelava prototipne rešitve digitalno izdelane temeljne državne karte v merilu 1 : 5000 (TDK 5). 1998. Ljubljana, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo. 63 str.

Navodila za izdelavo geodetskih podlag na osnovi DTK 5 za prikaz prostorskih planskih aktov. 2005. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije. 29 str.

Operativna navodila za zajem podatkov o stavbah. 2003. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije. 45 str.

Operativna navodila za zajem topografskih podatkov. 2007. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije. 67 str.

Perko, E. 2007. Fotogrametrični zajem podatkov za državno topografsko karto 1 : 5000 (DTK 5). Diplomsko naloga, Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 87 str.

Petrovič, D. 2003. Predlog vodenja in vzdrževanja topografskih podatkov v Sloveniji. Geodetski vestnik. 47, 3: 215-223

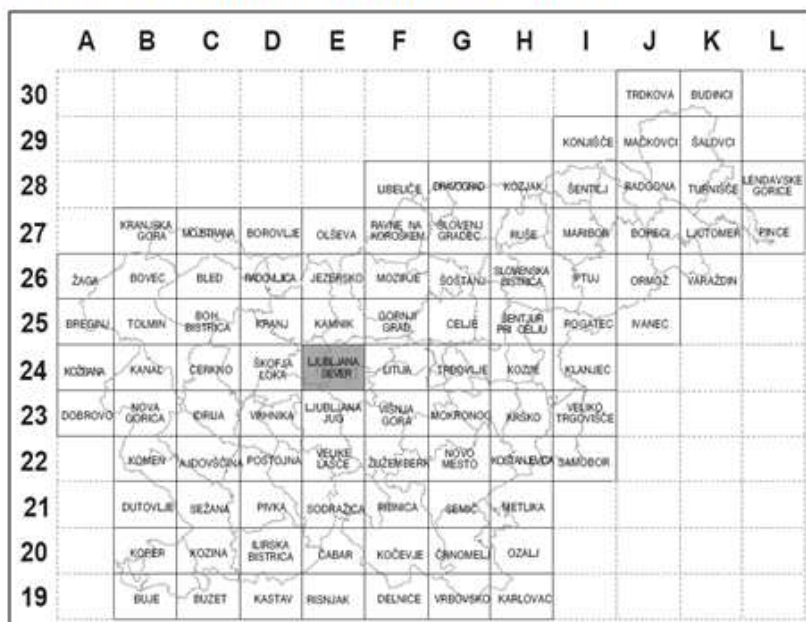
Šumrada, R. 2005. Strukture podatkov in prostorske analize, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 284 str.

Šumrada, R. 2005. Tehnologija GIS, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 330 str.

PRILOGE

Priloga A: Sistemska razdelitev na liste 1 : 5000 in 1 : 10 000

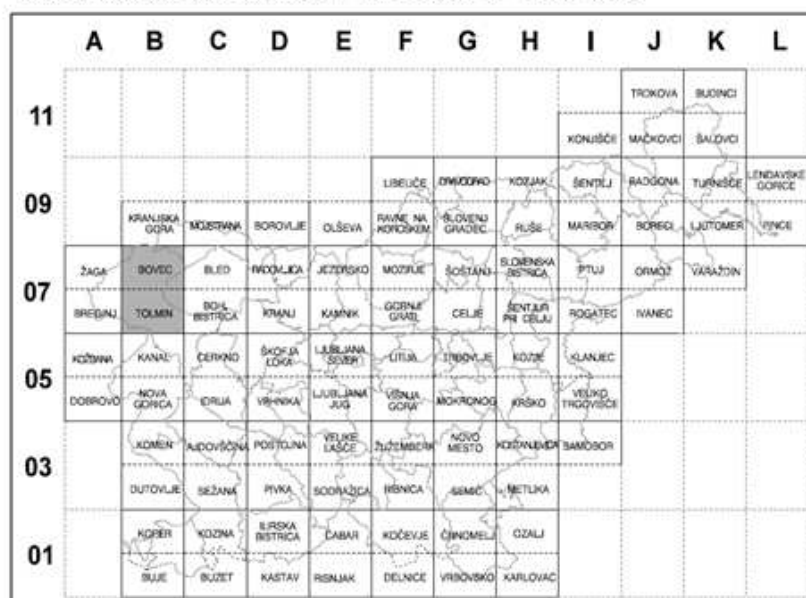
Sistemska razdelitev na liste 1 : 5000



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Oznaka lista TTN 5:
E2433

Sistemska razdelitev na liste 1 : 10 000



1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Oznaka lista TTN 10:
B0711

Priloga B: Tabela slojev in atributov podatkov DTK 5

Objektno področje	Objektni tip	Atributi in šifranti
100 Zgradbe	101 Stavba	Id_stavbe Y koordinata centroida stavbe X koordinata centroida stavbe višina kapi višina slemena višina temelja stanje <ul style="list-style-type: none"> • 1 prevzeta iz Katastra stavb • 2 novo zajeta • 3 brisana • 4 popravljena opis <ul style="list-style-type: none"> • 1 grad • 2 cerkev • 3 šola • 4 bolnica • 5 zdravstveni dom • 6 lekarna datum vira metoda zajema
	102 Os elektrovida	link_id napetost <ul style="list-style-type: none"> • 10 visoka napetost • 11 visoka napetost 400 kV • 12 visoka napetost 220 kV • 13 visoka napetost 110 kV • 20 srednja napetost • 21 srednja napetost 35 kV • 22 srednja napetost 20 kV • 23 srednja napetost 10 kV datum vira metoda zajema
	103 Visoki objekt	link_id vrsta <ul style="list-style-type: none"> • 1 dimnik • 2 RTV ali PTT stolp • 3 razgledni stolp • 4 vodohran višina datum vira metoda zajema
200 Promet	201 Cesta	številka ceste vrsta <ul style="list-style-type: none"> • 1 brezprašni stroj • 2 gramozni stroj • 3 kolovoz • 4 pot širina ceste širina vozišča kategorija cestnega odseka <ul style="list-style-type: none"> • AC avtocesta • HC hitra cesta • G1 glavna cesta I. reda

		<ul style="list-style-type: none"> • G2 glavna cesta II. reda • R1 regionalna cesta I. reda • R2 regionalna cesta II. reda • R3 regionalna cesta III. reda • RT turistična cesta • LC lokalna cesta • JP javna pot • LG glavna mestna cesta • LZ zbirna mestna ali krajevna cesta • LK mestna ali krajevna cesta • KD daljinska kolesarska pot • KG glavna kolesarska pot • KJ javna pot za kolesarje <p>tip objekta</p> <ul style="list-style-type: none"> • M most • N nadvoz • P podvoz • T tunel • V viadukt • G galerija <p>datum vira metoda zajema</p>
	202 Železniška proga	<p>link_id vrsta</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 enotirna elektrificirana • 2 enotirna neelektrificirana • 3 dvotirna elektrificirana • 4 dvotirna neelektrificirana • 5 postajni tir • 6 industrijski tir <p>nivo</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 v nivoju terena • 2 na mostu ali nadvozu • 3 v predoru <p>datum vira metoda zajema</p>
	203 Os žičnice	<p>link_id vrsta</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 vlečnica • 2 sedežnica • 3 krožno kabinska žičnica • 4 nihalka • 5 tovorna žičnica <p>datum vira metoda zajema</p>
300 Pokritost tal	301 Vegetacija	<p>link_id vrsta</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 gozd • 2 trajni nasad • 3 neplodno zemljišče • 4 park • 5 grmičevje <p>stanje</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 prevzeto iz evidence rabe • 2 novo zajeto • 3 brisano • 4 popravljeno in usklajeno

		datum vira metoda zajema
	302 Zemljišče v posebni rabi	link_id vrsta <ul style="list-style-type: none"> • 1 športna površine • 2 pokopališče • 3 industrijsko območje • 4 odlagališče odpadkov • 5 kamnolom, dnevni kop • 6 RTP visoke ali srednje napetosti • 7 zemljišče z omejenim dostopom • 8 industrijski bazen • 9 prometna površina • 10 jez in vodna pregrada datum vira metoda zajema
400 Hidrografija	401 Vodna površina	link_id vrsta <ul style="list-style-type: none"> • 1 obalno morje • 2 jezero, mrtvi rečni rokav • 3 bajer, kal, mlaka, loka, umetni napajalnik, bazen • 4 močvirje, barje • 5 soline • 6 rečna površina • 7 brakične vode datum vira metoda zajema
	402 Os vodotoka	link_id vrsta <ul style="list-style-type: none"> • 1 naravni vodotok, ožji ali enak 2.5m • 2 naravni vodotok, širši od 2.5 m • 3 kanal, širši od 2.5 m • 4 kanal, ožji od 2.5 m stalnost <ul style="list-style-type: none"> • 1 stalen vodotok • 2 občasen vodotok stanje <ul style="list-style-type: none"> • 1 os zajema • 2 os zajema - navidezna datum vira metoda zajema
	403 Pojavi na vodah	link_id vrsta <ul style="list-style-type: none"> • 1 slap • 2 izvir • 3 ponor • 4 termalni ali mineralni vrelec datum vira metoda zajema

Priloga C: Topografski podatki DTK 5 in digitalni ortofoto načrt

