

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

V zbirki je izvorna različica izdajatelja.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

University  
of Ljubljana  
Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is a publisher's version PDF file.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Klanjšček, K., Radovan, D., Petrovič, D. 2005. Zasnova vzpostavitve baze markiranih planinskih poti = Establishing the Database of Marked Alpine. Geodetski vestnik 49, 1: 066-080.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15292/geodetski-vestnik.2005.01.066-080>  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5219/>

Datum arhiviranja / Archiving Date: 10-7-2015

# ZASNOVA VZPOSTAVITVE BAZE MARKIRANIH PLANINSKIH POTI

ESTABLISHING THE DATABASE OF MARKED ALPINE TRACKS

*Matija Klanjšček, Dalibor Radovan, Dušan Petrovič*

UDK: 004.6:528.94

## POVZETEK

*Prispevek obravnava zasnovo vzpostavitve digitalne baze planinskih poti (BPP). Podane so nekatere teoretične osnove, pregled obstoječih podatkov o planinskih poteh in načinov njihovega vodenja ter koncept vzpostavitve celostnega modela geolocirane baze za Slovenijo, s poudarkom na prostorski oziroma grafični predstavitvi vsebin. Podan je predlog logično-relacijskega modela podatkovnega dela baze ter izdelan testni vzorec zajema poti, ki bi lahko bil podlaga za izdelavo celostnega fizičnega modela BPP, na podlagi pisarniškega zajema podatkov in terenskih meritev GPS.*

## KLJUČNE BESEDE

*planinska pot, topografska baza, vektorizacija, terenska GPS-izmera*

Klasifikacija prispevka po COBISS-u: 1.04

## ABSTRACT

*In the present article a concept of establishing a digital database of marked alpine tracks (BAT) is given. Apart from theoretical bases, a research on the existing databases and their management was performed. A general concept for the entire geolocated BAT for Slovenia was made, especially regarding the spatial component of presenting topographical data. In addition, a proposal of a detailed logical/relational model of the database was made, including all definitions and shapes of future data that should be included in BAT. All this provided the groundwork for making a test sample of a physical model for BAT, based on the collection of spatial data by vectorizing the existing digital raster maps, and also by GPS surveying on the field.*

## KEY WORDS

*alpine track, topographical data, vectorization, GPS surveying*

## 1 UVOD

Slovenija je podalpska država in velik del njenega ozemlja je gorat oziroma vsaj hribovit. V tem prostoru so se od nekdaj dogajale velike in pomembne spremembe - od krvavih bojišč in premikanja meja sosednjih držav iz grebena na greben v času obeh svetovnih vojn pa do prvih, za nacionalni ponos pomembnih osvajanj vršacev in sten v bolj mirnih obdobjih. Verjetno tudi od tod izhaja naša povezanost z gorami, ki je skozi leta vodila v vedno bolj razvito in organizirano obliko udejstvovanja v tem okolju; od klasičnega pohodništva in planinstva pa do razvoja svetovno priznanega alpinizma. Kakor koli, s približevanjem gora vedno večjemu številu ljudi in potrebo po preživljanju prostega časa daleč od hrupnega mestnega vsakdana se je pojavila tudi želja po

čim večji dostopnosti čim večjega števila grebenov in vrhov. "Mulatiere", ki so vojakom v prvi svetovni vojni nudile transport skoraj nepredstavljivo velikih in težkih vojaških konstrukcij in orožja in ki so si marsikje izborile pot z miniranjem čez sicer neprehodne stene, so postale del vedno bolj razvejanega omrežja planinskih poti. Prve uhojene steze, ki so nekdanj vodile od konca glavnih cest, so danes prevozne z avtomobili globoko v notranost gorskih dolin in nekdanj dolge dostope in ture je zamenjalo omrežje številnih krajših in večini dostopnejših poti. Ponekod gorske žičnice pripeljejo planinca do izhodišča, ki je tako rekoč tik pred ciljem. Nekdanj samo plezalcem prehodne stene in grebeni so z včasih tudi že spornimi popravki in dodatki postali vkovani v železje in ob sicer večji zahtevnosti poti vseeno normalno prehodni.

Ni treba izpostaviti dejstva, da takšna množičnost in posegi v naravno okolje velikokrat naletijo na mejo še sprejemljivega. Vedno številnejši obiski naravnega okolja nujno nosijo s seboj tudi obremenitve le-tega (Petrovič, 1993). S pametnim gospodarjenjem lahko tudi v tem segmentu človekovega udejstvovanja zagotovimo racionalnejši in za naravo prijaznejši razvoj. Gotovo je eden izmed razlogov za opisane težave tudi neenakomernost obremenitve gorskega sveta. Krajša oddaljenost od urbanih središč, lahka dostopnost z avtomobili, "sloves" določenih dolin, poti in vrhov, vedno boljša oskrbovanost skoraj že preštevilnih postojank, vse to privablja vedno večje število planincev. Na drugi strani pa najdemo slabše vzdrževane poti, opuščene markacije, nepreverjena varovala zahtevnih odsekov, slabe opise na kartah in v planinskih vodnikih ipd. Iz povedanega sledi, da bi bilo mogoče z določenimi ukrepi opisano stanje spremeniti oziroma izboljšati. V to skupino izboljšav sodijo na primer bolj racionalno in enakomerno markiranje in postavitve kažipotov, mogoče boljša opremljenost in večje število zasilnih bivakov v neobiskanih predelih, omejitev prevoznosti cest globoko v gorske doline ter seveda ustrezno informiranje uporabnikov tega prostora (Petrovič, 1993). Z dolgoročno zastavljenim ciljem enakomerne vzpostavitve ter vzdrževanja in evidentiranja sedanjega obsega omrežja planinskih poti bi lahko zagotovo doprinesli k enakomernejšemu "obleganju" gora in k razvoju prijaznejšemu naravi.

V veliki meri je prav informacija o točnem poteku, dolžini in zahtevnosti planinske poti zelo pomembna. Da pa uporabnik lahko pride do kakovostne informacije v njemu dostopni in za namensko uporabo učinkoviti obliki (karte, vodniki ipd.), je potrebna zanesljiva, to je natančna in ažurna osnova. V današnji dobi geoinformatike in ob spogledovanju s podobnimi informacijskimi in podatkovnimi sistemi lahko vidimo, da je način vodenja prostorskih podatkov z vzpostavitvijo geolociranih podatkovnih baz zelo uporaben in pomemben tudi v primeru omrežja planinskih poti. Računalniška tehnologija omogoča natančno vzpostavitev ter vodenje in organiziranost tovrstnih baz, ki so nato osnova za številne izvedene aplikacije. Na vprašanja, kako to izvesti, organizirati, zakaj, kdo in v kakšni obliki, smo v nalogi, ki jo povzemamo v nadaljevanju, skušali podati odgovore in s tem v zvezi nekatere predloge.

## 2 CILJI IN NAMEN ZASNOVE BAZE PLANINSKIH POTI

Osnovni namen projekta je zasnova vzpostavitve baze planinskih poti (v nadaljevanju BPP) v digitalni obliki, za raven podrobnosti merila 1 : 25 000. Ideja je združiti obstoječe digitalne podatke ter digitalizirati manjkajoče, in sicer glede na zastavljeno topologijo, jih shraniti v vektorski

obliki ter dodati osnovne in za samo vsebino baze potrebne attribute objektov. V nadaljnjem postopku izdelave in nadgradnje baze projekt predvideva še drugo fazo – terenski zajem podatkov. V splošnem – BPP naj vsebuje topografske in druge pomembne podatke, ki so vezani na topografijo ter ustrezajo kriterijem podrobnosti in natančnosti merila 1 : 25 000. S tem bi obstoječo in še vedno nastajajočo bazo atributnih podatkov (kataster planinskih poti), ki jo oblikuje in vodi Komisija za planinska pota v okviru Planinske zveze Slovenije (v nadaljevanju PZS), nadgradili v celovit in zaključen podatkovni sistem. Ta bi vseboval prostorsko locirane podatke (grafiko), ki bi bili preko enolično določenega topološkega modela navezani na ustrezne, za tematiko in kasnejše aplikacije na bazi pomembne atributne podatkovne tabele.

Cilji izdelave projekta so naslednji:

- pregledati obstoječe stanje na obravnavanem področju, pridobiti trenutno vodene podatke pri resorni organizaciji (PZS), analizirati možnosti za vključitev čim večjega števila že obstoječih podatkov (atributnih in obstoječih grafičnih podatkov) v nastajajoči model BPP;
- izdelati konceptualni model BPP za celotno Slovenijo, ki bo določal topološko zgradbo baze, podal oceno obsežnosti baze, ideje in rešitve glede vzpostavitve baze, zajema in vodenja podatkov ter kasnejše organizacije baze;
- izdelati logično-relacijski model BPP s točno definiranimi atributi in šifranti (oblikovno in vsebinsko), podatkovnimi zbirkami, definirati objektni in metapodatkovni katalog;
- izdelati fizični model BPP in ga izvesti na izbranem testnem vzorcu baze (vektorizacija na osnovi rastrskih podlog in zajem podatkov za bazo od začetka ter nadgradnja baze s terenskim GPS-zajemom, z oceno natančnosti in objektivnih možnosti za prevzem tako pridobljenih terenskih podatkov).

Tovrstni pristop k izgradnji BPP temelji na možnostih, ki jih ponuja moderna informacijska tehnologija. Predvideno je upoštevanje dosedanjih oblik organizacije planinskih podatkov in dosedanjega razvoja sorodnih podatkovnih zbirk ter geolociranih baz. Zato je prvi pomemben korak prav analiza začetnega stanja in možnosti za izvedbo navedenih postopkov. V sklopu naloge je bila narejena tudi primerjalna analiza (poleg sicer v naprej zastavljenih postopkov in izhodišč) uporabe različnih digitalnih geodetskih podlog za potrebe vzpostavitve fizičnega modela baze. Primarno je bila predvidena uporaba rastrskih slojev Državne topografske karte v merilu 1 : 25 000 (v nadaljevanju DTK 25), vendar je potreben tudi pregled možnosti uporabe drugih virov (DOF 5 – digitalni ortofoto, DMR – digitalni model reliefa, CLC – corine land cover ipd.). Na izbranem območju (vzorcu) je bil predviden še poizkus terenskega zajema s tehnologijo GPS (Global Positioning System) in predstavitev možnosti za izboljšavo in nadgradnjo BPP v položajno natančnejši in trirazsežnostni prostor (3D), ki jih omenjena tehnologija ponuja.

Na koncu je treba še analizirati primernost vzpostavljenega podatkovnega modela. S tem je mišljena ustreznost načina zajema podatkov, predlog ustreznih organizacijskih rešitev in možnosti povezave modela v sklop širših prostorskih geoinformacijskih baz ter seveda analiza možnosti nadaljnega vodenja in ažuriranja vsebin BPP, s čimer je pogojena učinkovitost za predvidene osnovne namene baze. Ti pa so predvsem evidentiranje obsega infrastrukture, s katero PZS upravlja in jo vzdržuje – tukaj se pokaže tudi potreba po zakonski ureditvi področja – predlog

Zakona o markiranih planinskih in drugih javnih pešpoteh še čaka na obravnavo (PZS, 2002), izboljšava postopkov digitalne kartografije in lažje ter preglednejše vodenje evidenc stanja in vzdrževanja planinskih poti. Prav segmenti zajema podatkov in organiziranosti, vodenja ter ažuriranja podatkov so z vidika morebitne dejanske vzpostavitve baze časovno, finančno in organizacijsko najzahtevnejši in predstavljajo najtežji del na poti do tega, da bi bila baza dejansko realizirana in kasneje uporabna.

### 3 OBSTOJEČA BAZA – KATASTER PLANINSKIH POTO

Kataster se vodi za vse markirane planinske poti. Temeljni namen planinske poti je varno pripeljati popotnika do planinske postojanke oziroma vrha hriba, gore ali do drugega zelenega cilja v hribovitem in gorskem svetu. Planinske poti delimo na markirane planinske steze in druge markirane planinske poti.

- Planinska steza je ozek pas zemljišča, namenjen izključno hoji. To je planinski objekt, ki ga je zgradila, ga vzdržuje in označuje (markira) planinska organizacija. Je javna pot, kot podaljšek javnih komunikacij v gorskem svetu. Po njej hodimo na lastno odgovornost. Označena (markirana) je s Knafelčevo markacijo in smerokazi ter na določenih mestih opremljena z lesenimi ali kovinskimi varovali (PZS, 1994).
- Markirana javna pot (cesta, kolovoz, steza) je objekt, ki so ga zgradili in ga vzdržujejo drugi, označila pa ga je planinska organizacija s Knafelčevo markacijo in smerokazi. Slednja skrbi le za obnovo markacij in smerokazov, šele pri opuščeni poteh tudi za vzdrževanje.
- Markirana planinska pot je splošni pojem, ki združuje markirano planinsko stezo in markirano javno pot. Za vsa ta planinska pota se vodi baza planinskih poti.

V preteklosti so se vsi podatki o planinskih poteh vodili ročno, na posebej za to izdelanih karticah oziroma kataložnih obrazcih, ki se jih je prijelo kar ime "Kosove kartice" (po Stanku Kosu, dolgoletnem načelniku Komisije za planinska pota pri PZS). Kasneje, s prihajajočo dobo računalništva, se je v letu 1991 začelo obstoječe opisne podatke o planinskih poteh sistematično prenašati v digitalno obliko. Takoj se je pokazal problem, da so vsi obstoječi podatki, ki so se zbirali brez predhodno natančno definirane koncepta zajema, v marsičem vprašljivi in težje uporabni. Poti so bile vodene na principu izhodišče poti – končna točka poti, kar je pomenilo, da so se številni odseki (skupni deli poti) podvajali, nekatere poti so bile vodene iz obeh smeri (začetek-konec in konec-začetek) in podobno. S tem je bila onemogočena enolična preglednost in uporabnost tako zgrajene baze in oteženo vodenje ustreznih, za planinske poti pomembnih podatkov (dolžina, zahtevnost, stanje, vzdrževanje ipd.), ki bi morali biti natančno določeni za vsako pot posebej. Jasno je bilo, da je treba takšno bazo topološko ustrezno urediti, vendar je na tej točki primanjkovalo potrebnega znanja in idej, da bi nastali problem tudi praktično rešili. Težava je bila tudi v starosti (10 in več let) in neurejenosti obstoječih podatkov, ki so bili zgolj prenešeni s papirja v računalnike.

V novem katastru planinskih poti je želja voditi sezname poti z vsemi podatki, potrebnimi za markaciste, kartografe in pisce planinskih vodnikov (PZS – Komisija za planinska pota, 2003). Kataster so njegovi snovalci (prostovoljci pri PZS) razdelili v tri vsebinske dele, in sicer seznam

vseh poti po posameznih planinskih društvih, opis posamezne poti ter grafični del. Kataster planinskih poti v sedanji obliki vsebuje 40 enoličnih atributov, ki so razvrščeni v štiri podatkovne zbirke (tabele), ki so med seboj nivojsko logično povezane z relacijo ena proti mnogo. Te tabele so tabela Poti, tabela Opisi poti, tabela Planinska društva in tabela Območne markacijske skupine. V času nastajanja prispevka je ocenjeni obseg zaključenih del na katastru približno 90 %.

## 4 KONCEPTUALNI MODEL BPP

### 4.1 Viri podatkov

Kot najprimernejši vir za zajem podatkov pridejo v poštev predvsem različni kartografski viri ter meritve na terenu.

#### 4.1.1 Kartografski viri

Prvo fazo izgradnje BPP bo predvidoma predstavljala vektorizacija planinskih poti. Glede na predviden nivo natančnosti v bazo vključenih vektorskih podatkov in glede na sam namen vzpostavitve baze so za zajem planinske vsebine najprimernejši kartografski viri v digitalni obliki (rastrske podloge DTK 25 kot osnovni vir za nivo natančnosti 1 : 25 000 in DOF 5 ter deloma TTN 5 (10) kot dopolnilni vir za natančnejše popravke). DTK 25 je sistemska topografska karta največjega merila, ki enotno pokriva celotno območje Slovenije. Na teh kartah planinske poti sicer niso posebej označene, so pa prikazane gozdne ceste, kolovozi in steze, po katerih planinske poti večinoma potekajo. Prikazane so seveda tudi steze, kjer planinskih poti ni, hkrati pa mnogih markiranih in na terenu izrazitih poti na kartah ni prikazanih (v takih primerih mora biti identifikacija poti izvedena na osnovi kombinacij virov). V kolikor se v prvi fazi kot vir uporabijo podatki iz drugih baz, jih je treba popraviti ter lokacijsko uskladiti s predpisano topografijo za izdelavo BPP. Zelo primeren in nujen pomožni vir so seveda tudi obstoječe planinske in deloma izletniške karte. Z učinkovito izvedeno polavtomatsko vektorizacijo obstoječih rastrskih originalov sloja rdeče barve (običajen prikaz planinskih poti na tematskih kartah) bi lahko dokaj hitro in enostavno pridobili prvi približek večine obstoječih grafičnih podatkov o poteku planinskih poti v digitalni obliki, ki bi ga bilo treba seveda ustrezno topološko preveriti in urediti. Planinske in izletniške karte sicer ne morejo biti zanesljiv primaren vir pri zajemu grafičnega dela baze (velika odstopanja v natančnosti prikazov po posameznih območjih), so pa lahko v veliko pomoč pri identifikaciji potekov poti, predvsem v kombinaciji s katastrom planinskih poti, ki bo predstavljal osnovo za podatkovni oziroma atributni del BPP.

#### 4.1.2 Terenske meritve GPS

V drugi fazi izgradnje BPP oziroma pri nadgradnji modela v natančnejši položajni in 3D-prikaz, je predviden terenski zajem podatkov o poteku planinskih poti z ročnimi GPS-sprejemniki. Tehnologija GPS je gotovo eden izmed primernih merskih postopkov za potrebe predvidenega projekta. Natančne geodetske meritve za realno izvedbo projekta vzpostavitve BPP seveda ne pridejo v poštev. Za zahtevani nivo natančnosti (10–20 m) ter ob upoštevanju časovnih, finančnih in izvedbenih okvirjev zajema poteka planinskih poti pa uporabniški segment tehnologije GPS

ponuja druge ugodne in zadovoljive rešitve. Ročni GPS-sprejemniki, ki omogočajo zadostno natančnost določitve položaja, da je možno potek posameznega odseka planinske poti zadovoljivo identificirati na ustrezni kartografski podlogi, so danes dostopni že večini uporabnikov in močno razširjeni tudi med planinci. Ne samo, da lahko s tovrstno izmero ugotovimo nesmiselne napake in nepravilnosti v prvi fazi zajetih podatkov o poteku planinskih poti (ki izvirajo iz napak kartografskih virov in drugih obstoječih podatkov, napak operaterja pri zajemu ipd.), temveč lahko ob ustreznih pogojih marsikje dosežemo tudi boljšo položajno natančnost. Poleg tega pa nam tehnologija GPS omogoča tudi približen višinski prikaz podatkov v BPP (v splošnem boljše natančnosti, kot bi ga pridobili z uporabo DMR v gorskem svetu), ki je zadovoljiv za pridobitev različnih, za planinca pomembnih informacij, kot so npr. relativne višinske razlike vzdolž posameznih poti, prikaz le-teh s pomočjo vzdolžnih profilov (Petrovič, 1993) ipd. Projekt izgradnje baze mora predvideti realne možnosti za tovrsten zajem (instrumentarij, dostopnost instrumentarija in zahtevnost meritev, vidnost signala, terenske danosti), koordinacijo poteka terenskega dela, nadzor in obdelavo podatkov.

#### 4.2 Topološka zgradba BPP

Osnovni vektorski podatkovni model BPP sestavljajo točke in linije; točke kot enkratna trojica koordinat (3D) in linije kot nizi koordinatnih trojic. Najmanjši topološki objekt (gradnik) v BPP je lok – linija oziroma segment, ki povezuje dve krajni točki, ki sta določeni ali z začetkom poti, križiščem poti ali koncem poti. Vozlišče predstavlja topološko stičišče posameznih lokov oziroma segmentov. Vozlišča so določena v točkah, ki jih definirajo križišča poti – v vozlišču se lahko stika oziroma odcepi en ali več novih odsekov poti. Vsa vozlišča predstavljajo nivojska križanja različnih odsekov. Tako zgrajena baza je topološko dosledna. Pri izgradnji topologije je treba slediti tako imenovanemu modelu lok – vozlišče (arc – node), ki je osnova delovanja vsakega sistema GIS (Kvamme et al., 1997).

#### 4.3 Matematična osnova BPP

Pri geolociranju prostorskih podatkov je treba definirati matematične osnove oziroma prostorski koordinatni sistem. Matematična osnova Topografsko-kartografskega sistema Slovenije je Gauss-Krügerjeva projekcija na Besslovem referenčnem elipsoidu, ki tako predstavlja zahtevano osnovo tudi za predvideno BPP. V drugi fazi oziroma po pridobitvi terenskih meritev GPS je potrebno poznavanje ustreznih postopkov transformacije podatkov med svetovnim geodetskim sistemom WGS 84 ter državnim koordinatnim sistemom.

#### 4.4 Ocena razsežnosti BPP

Število osnovnih segmentov (odsekov poti med vozlišči) in njihova dolžina oziroma skupna dolžina poti, ki jih je treba zajeti (vektorizirati), so ključni podatki glede obsega del pri fizični izgradnji BPP. Pregled obsega baze je bil narejen po vsakem od dvanajstih meddruštvenih odborov Planinske zveze Slovenije (MDO) za celo Slovenijo, ki vključujejo vsa registrirana planinska društva (PD). V statistiko je bilo tako vključenih 162 PD-jev, ki imajo svoje markacijske odseke (v pristojnosti teh 162 markacijskih odsekov so vse poti na območju Slovenije). Kot vir podatkov

o številu in dolžinah poti po posameznih markacijskih odsekih je bil uporabljen kataster planinskih poti (PZS, 2003) ter obstoječe planinske karte merila 1 : 50 000. Prav tako je pomembno število atributov, ki jih je treba vezati na vsak posamezen segment. Približno vzorčenje ter štetje poti in posameznih odsekov na podlagi obstoječih kartografskih prikazov planinskih poti, v kombinaciji s podatki katastra, je dalo okvirne rezultate, ki so zadovoljiva opora pri nadaljnjem načrtovanju obsega del (preglednica 1).

Ocenjeno število vseh poti (100 %):	1700
Ocenjena dolžina vseh poti (100 %):	10 000 km
Ocenjeno število vseh segmentov:	8500
Povprečna dolžina segmenta:	1200 m

**Preglednica 1:** Ocena števila in dolžine poti ter števila segmentov za celotno BPP.

Konceptualni model BPP podaja še druge pomembne vidike zasnove baze, kot so predlog organizacije baze, vzpostavitve baze (zajema podatkov z vektorizacijo in organizacije terenskih meritev), vzdrževanja in ažuriranja baze ter nenazadnje posredovanja podatkov končnim uporabnikom. Primarno bi BPP predstavljala popolno evidenco za ugotavljanje lastništva ter z njim povezanih obveznosti in pravic (vzdrževanje, markiranje, prehodnost ipd.). Hkrati bi bila to kvalitetna kartografska osnova za izdelovanje planinskih kart. Dostopni pa bi morali biti vsem, ki bi potrebovali planinske podatke, pa če so to državne inštitucije, podjetja ali posamezniki. Zato mora biti zagotovljen čim lažji dostop do podatkov, ki pa mora biti ustrezno urejen s pravili in pristojnostmi ter finančno osnovo. Omogočeni morajo biti standardni formati prenosa podatkov ter načini upodobitev, zanimivi za posamezne uporabnike (Petrovič, 2003).

## 5 LOGIČNI – RELACIJSKI MODEL BPP

Logični oziroma relacijski model baze podaja njeno vsebinsko zgradbo, opredeljuje definicijo objektov in njihovih atributov ter povezave med njimi. Opisuje vse predvidene attribute, obliko in vsebino šifrantov. Nastavljena sta bila metapodatkovni katalog (podatki o lastnostih podatkov v bazi) in objektni katalog (določa vsebino, definicije, lastnosti, vir, metode zajema ter druge kriterije objektnega tipa "odsek planinske poti"). Predlagana je bila oblika podatkovnih zbirk – kakšen naj bi bil izgled tabel v podatkovnem delu BPP. Logični model oziroma oblika podatkovnih tabel je bil skupaj s konceptualnim modelom teoretična osnova pri izdelavi testnega vzorca fizičnega modela BPP.

Pri zasnovi oblike in vsebine podatkovnih tabel smo se skušali držati oblikovnih in vsebinskih okvirjev katastra planinskih poti. V določenih primerih je bilo temu lahko zadostiti, sicer pa so bile potrebne tudi modifikacije (predvsem glede na uporabljena programska orodja ter logično usklajenost podatkov v bazi). Zaradi preglednosti so atributi razdeljeni na posamezne podatkovne zbirke (preglednica 2). Vsaka zbirka vsebuje atribut, potreben za identifikacijo objektov, ter attribute, ki ustrezajo vsebini zbirke. Zbirke oziroma tabele so med seboj povezljive na podlagi



skupnih atributov. Tabeli POTI in POTI OPISI sta predvideni kot predelani tabeli obstoječega katastra planinskih poti. Seveda so kasneje možne vključitve dodatnih, za tovrstno bazo pomembnih in koristnih vsebin (seznam kažipotov in informacijskih tabel, fotografije pogledov, značilnih mest, drugih znamenitosti ipd.). Objektivi katalog predvideva 38 atributov, ki so smiselno razvrščeni v 4 podatkovne zbirke, ter 10 šifrantov, ki podrobno pojasnjujejo ustrezne attribute.

<i>Podatkovna zbirka</i>	<i>Opis</i>
ODSEKI	Osnovni podatki o posameznem odseku poti
POTI	Podatki o celi poti
POTI OPISI	Tekstovni opisi posameznih poti
DRUŠTVA	Podatki o planinskih društvih

**Preglednica 2:** Podatkovne zbirke v BPP.

## 6 FIZIČNI MODEL BPP

Fizični model BPP predstavlja dejansko izgradnjo baze oziroma izdelavo vzorca predvidene baze, na osnovi konceptualnega in logičnega modela, ki sta povzeta v prejšnjih točkah. Vključuje zajem grafičnega dela baze ter izdelavo tabel oziroma polnjenje atributnega dela baze na podlagi podatkov katastra planinskih poti. Vzorec je bil izdelan postopkovno:

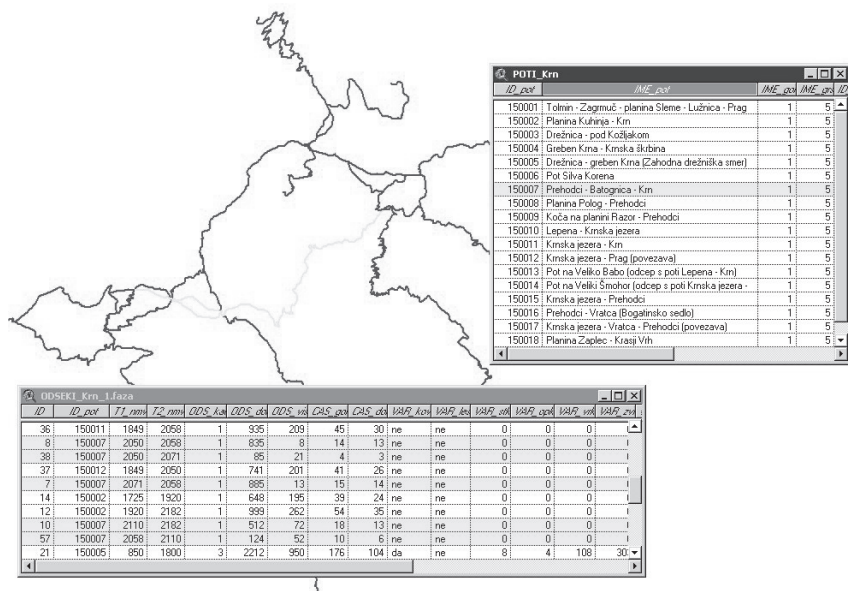
- prva faza – vektorizacija rastrskih podlog DTK 25 (vzpostavitev grafičnega dela baze, izdelava in polnjenje atributnih tabel);
- druga faza – terenska izmera GPS (pridobitev podatkov GPS na terenu, obdelava rezultatov meritev in ocena kakovosti, popravek grafičnega dela prve faze).

Za testno območje oziroma za območje izdelave vzorca BPP je bilo izbrano območje Krnskega pogorja v vzhodnih Julijskih Alpah. Razlogov za to je več, in sicer so to predvsem vsebina katastra planinskih poti (za Posočje je že dopolnjen in ažuriran), poznavanje lokalnega območja ter raznolikost in reprezentativnost vzorca – vključene so bile poti, ki potekajo po območjih z različno strukturo gozda (listnati, iglasti, mešani gozd), sredogorske in visokogorske poti pa tudi stenske plezalne poti (zelo zahtevne in zavarovane poti).

### 6.1 Vektorizacija rastrskih podlog DTK 25

Za osnovo oziroma vodilo pri identifikaciji poteka posamezne poti so bili uporabljeni podatki katastra, kjer so točno definirani začetek posamezne poti, prehod preko karakterističnih točk (koče, sedla, grebeni ipd.) ter konec poti, kakor je oštevilčena in se vodi v katastru. Kot dopolnilni vir je bila uporabljena planinska karta Krnsko pogorje in Kobarid v merilu 1 : 25 000 (PZS, izdelal IGF, 1992 – 2. izdaja). V poštev je prišla tudi osebna interpretacija "po spominu". Ekranska vektorizacija v programskem okolju ArcView je bila izvršena na podlagi predhodno določene topologije, to je od vozlišča do vozlišča oziroma od križišča do križišča. Kot podloga pri zajemu je bil uporaben predvsem sloj skenogramov NPI, ki prikazuje naselja in prometno infrastrukturo,

ter sloj RP (relief in plastnice), ki je potreben zaradi določitve naklonov in s tem poteka poti glede na mikrorelief. Uporabljeni so bili listi, ki pokrivajo območje Krnskega pogorja s širšo okolico (Soča - 066, Kobarid - 088, Tolmin - 089, Bovec - 065, GURS 1995-1997). Zajete so bile vse poti, ki so na območju Krnskega pogorja vodene tudi v katastru. Pridobljen je bil grafični del prve faze vzorca fizičnega modela BPP, sestavljen iz 18 različnih poti (kataster) oziroma iz 57 različnih odsekov (osnovnih topoloških linij).



Slika 1: Povezava tabel Odseki in Poti ter grafični prikaz vektoriziranih poti.

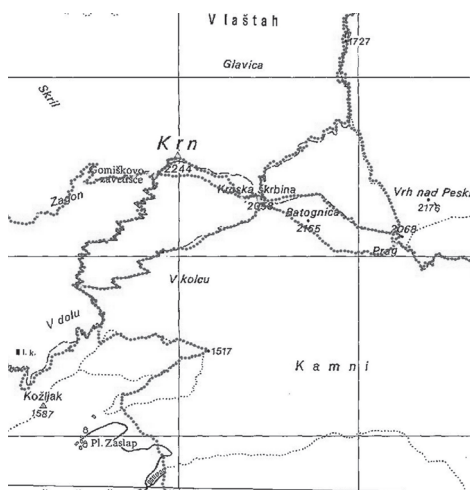
Sočasno so bile izdelane in polnjene tudi atributne tabele, predhodno definirane v logično-relacijskem modelu BPP. Ustrezno povezane tabele omogočajo enostavno in hitro iskanje ter izbiro npr. zelene poti in vseh v njej vsebovanih odsekov, ki se avtomatsko izberejo oziroma označijo tudi v grafičnem delu BPP (slika 1).

## 6.2 Terenska izmera GPS

Večina poti, zajetih pri vektorizaciji v prvi fazi izgradnje vzorca fizičnega modela BPP, je bila nato tudi terensko izmerjena z ročnim sprejemnikom GPS (Magellan Meridian Gold), in sicer v času od vključno 14. do vključno 16. novembra 2003. Skupno je to pomenilo premerjenih približno 70 km planinskih poti. Izmera je bila ustrezno predhodno planirana (terenski zapisnik s pripravljenim opisom in približnim izrisom poti, seznamom karakterističnih točk in vozlišč). Interval avtomatske registracije točk med hojo je bil nastavljen na 15 m. Tako je bilo registriranih približno 4500 vmesnih točk ("track points") in 52 vozliščnih točk ("way points").

Rezultati meritev so bili nato prenešeni na osebni računalnik, izvedena je bila transformacija v državni koordinatni sistem ter pripravljene ustrezne ASCII-datoteke za vnos v programsko okolje

GIS ArcView. Tako sta bila pridobljena dva prostorsko določena točkovna sloja (temi), ki sta vsebovala izmerjene GPS-točke, karakteristične - vozlišča in vmesne točke (slika 2).



**Slika 2:** Primer točk GPS-meritev, prikazanih na sloju DTK 25 črne barve.

### 6.2.1 Ocena kakovosti GPS-meritev

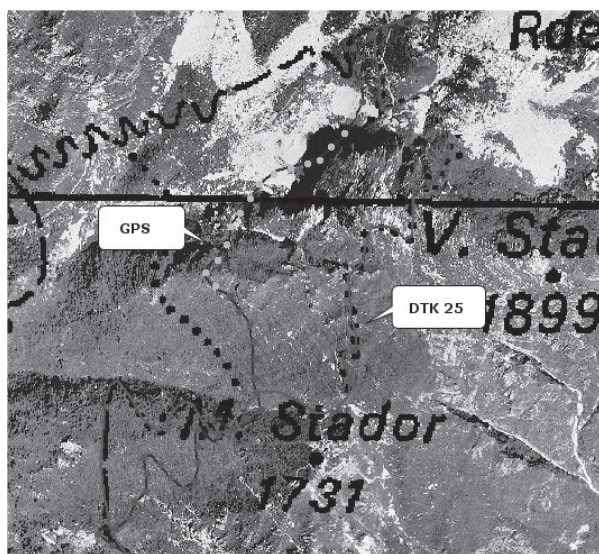
Pri izvedbi terenskih meritev oziroma zajemu položaja točk z ročnim GPS-sprejemnikom seveda ne moremo govoriti o kakšnih natančnih ocenah rezultatov meritev. V tem primeru gre za direktno (absolutno) določitev položaja na osnovi psevdorazdalj, ki predstavlja določene omejitve glede doseганиh natančnosti (Kozmus, Stopar, 2003). Prav tako ne moremo predhodno analizirati in določiti najboljšega dnevnega časa GPS-meritev oziroma to ni smiselno, saj poleg manjše končne natančnosti meritev te običajno potekajo tekom celega dneva (velike razdalje oziroma veliko potrebnega časa za prehod poti). Možna bi bila naknadna izboljšava GPS-meritev z diferencialno metodo na podlagi postprocesiranja (s pomočjo podatkov permanentnih GPS-postaj). Groba ocena kakovosti meritev je npr. vsebovana že v podatkih, kolikokrat je med meritvami zmanjkalo GPS-signala, koliko točk grobo odstopa od poteka poti ipd. Brez ponovitve meritev in brez vključitve referenčnih točk v izmero (npr. trigonometrov) pa seveda ni mogoče podati absolutne ocene natančnosti. Za približen občutek o kakovosti opravljenih meritev je smiselno spremljati dejavnike, kot so število vidnih satelitov v času meritve, gozdna pokritost oziroma struktura gozda, kjer pot poteka, ter letni čas (mesec), ko so bile meritve opravljene (vpliv na zalistanost in s tem vidnost signala satelitov).

### 6.3 Popravek grafičnega dela prve faze

V nalogi je zajemu vzorca sledila še nadgradnja prve faze oziroma popravek vzpostavljenega vzorca grafičnega dela baze (vektoriziranih poti) na podlagi meritev GPS. Poleg rastrskih podlog

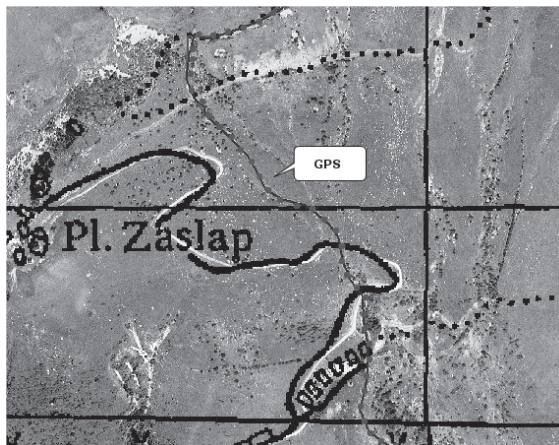
DTK 25 so bili sedaj uporabljeni še listi DOF 5 (GURS, 1998). V kolikor so bila odstopanja prikaza poti na rastrskih podlogah DTK 25 v primerjavi s prikazom na DOF 5 in GPS-meritvami velika ( $> 10$  m), potem je bilo treba vektorizirane linije prve faze ustrezno prostorsko popraviti. Ob prostorskih popravkih odsekov so atributi v tabelah ostali nespremenjeni, le podatki o dolžinah poti in s tem posledično časovnice so se spremenili. Prav tako je bil dopolnjen atribut, ki podaja datum terenskih meritev in organizacijo, ki je meritve opravila. Opazni so bili tipični primeri korelacije med različnimi prikazi poti – DTK 25, DOF 5 in GPS-meritvami. Na območjih, kjer se DTK 25 in DOF 5 razhajata za nekaj 10 m, so npr. GPS-meritve sovpadale s prikazom na DOF 5. Sicer je ta primerjava dokaj nevhvaležna – trije podobno (ne)natančni viri –, a je bilo vseeno mogoče izluščiti nekaj tipičnih primerov, kjer se je bilo treba odločati o grafičnih popravkih vektoriziranih poti iz prve faze. Najpomembnejša sta gotovo dva:

- prvi primer, ko je odsek poti na DTK 25 prikazan popolnoma narobe (slika 3),
- drugi primer, ko pot na DTK 25 sploh ni prikazana (slika 4).



**Slika 3:** Položajno napačen prikaz poti na DTK 25.

V kolikor je prikaz na DOF 5 viden in sovpada z GPS-meritvami, je zanesljivost pravilnega poteka poti dobra in lahko prikaz na DTK 25 označimo kot položajno napačen (slika 3). Sicer se je treba zanesti samo na GPS-meritve. Pojavil se je tudi primer, ko pot na DOF 5 ni bila vidna, GPS-meritve pa so bile slabe kakovosti (gozd). V tem primeru je ostal potek poti nespremenjen oziroma določen samo na osnovi DTK 25 (ni terenskega podatka, ali je potek poti pravilen ali napačen). Tak primer je bil na območju izbranega vzorca eden, in sicer vzdolž enega odseka, v dolžini približno 1200 m.



**Slika 4:** Odsek poti na DTK 25 ni prikazan.

Če odsek poti na DTK 25 sploh ni prikazan (slika 4), je bil v prvi fazi zajet s pomočjo dopolnilnih virov (planinske karte) ali celo ni bil zajet (gotovo se bo na območju Slovenije pojavilo veliko slučajev, ko v katastru vodeni poteki poti na planinskih kartah sploh niso prikazani ali pa so prikazani popolnoma napačno). V tem primeru obstaja možnost, da je odsek poti viden na DOF 5 ali pa se je treba zanesti samo na GPS-meritve in natančnejše opise poti iz katastra (če obstajajo). V primeru zajema novega odseka je treba sočasno poskrbeti za zapolnitev ustreznih atributov.

Seveda so številnejši primeri, ko je vektorizacija odsekov poti v prvi fazi pravilna oziroma glede na zahtevani nivo natančnosti sovpada tako s prikazom na DOF 5 (če je pot vidna) kot tudi z GPS-meritvami. Približna ocena obsega popravkov glede na prvo fazo je bila za izbrano velikost testnega vzorca 40 %. Tudi splošna ocena opisanih postopkov je bila pozitivna.

## 7 ZAKLJUČEK

Problem vzpostavitve digitalne topografske baze planinskih poti je treba preučiti iz različnih vidikov. V osnovi nas je zanimalo, na kakšen način bi bilo najprimerneje rešiti zastavljeno nalogo, ter pri tem upoštevati čim več kriterijev, obstoječih in dostopnih podatkov, tehničnih in organizacijskih možnosti, da bi projekt lahko dejansko zaživel. Podrobneje smo skušali analizirati obstoječe stanje na tem področju in podati teoretične rešitve, ki so pomembne za vzpostavitev, vodenje in vzdrževanje velike količine geolociranih podatkov, tudi z vidika stanja na področju topografskih baz v Sloveniji. Pregledani so bili razpoložljivi in hkrati dostopni podatki in viri za pridobitev novih digitalnih podatkov ter podane smernice za izdelavo čim točnejše in ažurne geolocirane baze, tudi oziroma predvsem na podlagi terenskega zajema. Menimo, da je le takšen način v končni fazi tisti najboljši, ki ob zahtevanih natančnostih lahko omogoči izgradnjo položajno, časovno in logično najboljše usklajene baze podatkov o planinskih poteh. V konceptu je bilo analizirano dejansko stanje na področju vodenja podatkov o planinskih poteh, razsežnosti

vsebine in del, ki bi jih vzpostavitev BPP za območje cele Slovenije zahtevala. Deloma so omenjene tudi praktične rešitve, ki bi prišle v poštev na področju organizacije. V teoretičnih okvirjih so rezultati te analize vsekakor vzpodbudni.

V nalogi je bil oblikovan logično-relacijski model, kjer smo skušali ostati čim bolj zvesti sedanjemu načinu vodenja podatkov o planinskih poteh ter atributom, ki jih področje zahteva. Deloma zato, ker se je skozi desetletja izoblikovala struktura podatkov, pomembnih tako za planince kot tudi kartografe, pisce vodnikov, "navadne" turiste in še koga. Deloma pa tudi v želji, da bi uporabili čim večji obseg rezultatov že opravljenih del, to je zbiranja podatkov o vseh markiranih planinskih poteh v Sloveniji, ki so združeni v skoraj dokončanem katastru planinskih poti; ta segment pridobivanja informacij o planinskih poteh združuje ogromno prostovoljnih ur velikega števila predanih planincev. V logičnem modelu je bila natančno definirana oblika in vsebina podatkovnih tabel in šifrantov (predlog) ter omogočeno smiselno in učinkovito medsebojno povezovanje vseh relevantnih podatkov. Rezultati opravljenih del na zajemu vzorca so jasno pokazali veliko realno možnost za uporabo zgrajenega podatkovnega modela v praksi. Seveda bi bila potrebna in smotrna strokovnejša analiza z različnih vidikov (vsebinskih, tehnoloških, organizacijskih), kar pa ne bi smelo predstavljati večjih ovir.

Vsebinski sloj planinskih poti pa ne bi smel ostati "osamljen" del podatkov s planinsko vsebino. BPP bi bilo vsekakor smotrno nadgraditi s še drugimi pomembnimi podatki, vezanimi na gorski prostor. Sem lahko štejemo podatke o planinskih postojankah, točkovni sloj pomembnih oziroma karakterističnih točk - višinskih kot, podatke o kažipotih, podatke o naravnih, kulturnih, zgodovinskih in arheoloških zanimivostih ob poteh, o vodnih izvirih, razgledih, pa še marsikaj drugega. Tako bi baza planinskih poti prerasla v bazo planinskih podatkov (Petrovič, 1993). Že ob testnem terenskem zajemu z GPS lahko hitro opazimo še dodatno uporabnost takšnih meritev. Ne samo, da so potrebne in primerne za izgradnjo BPP, temveč imajo lahko tudi veliko povratno vrednost. Sistematično, v bazi urejeni GPS-podatki o vrhovih, kotah, potekih poti ipd. so lahko v današnji vedno bolj tehnološki dobi primerni tudi kot vhodni podatek za številne uporabnike, kot so planinci, gorski reševalci, turisti, na lažjih poteh pa tudi za različne državne inštitucije, kot so npr. ministrstva, vezana na okolje in prostor (MOP, MNZ, MORS). Ko takšna baza enkrat zaživi in je na razpolago, v trenutku nudi številne možnosti uporabe teh podatkov.

Prepričani smo, da bi bila številna strokovna področja in skupine (geodezija s kartografijo, turistika, lokalne skupnosti) primerna za učinkovito izrabo vsebine takšne topografske baze - dejanski interes in potrebe pa seveda v končni fazi pomenijo tudi dejanske (ekonomske) možnosti in sredstva. Zato upamo, da bodo rezultati naloge mogoče spoznani kot uporabni in koristni ali pa vsaj kot vzpodbuda za dejansko izdelavo zasnovanega projekta. En del odgovora na to se kaže tudi v pobudi Planinske zveze, ki se je odločila samostojno začeti s projektom zajema, na podlagi svojih in pridobljenih podatkov ter sprotnega nadgrajevanja ustreznih znanj. Zahtevnost naloge in rezultati pa bodo v prihodnje, kljub velikemu zagonu in vložnemu trudu, neobhodno morali pripeljati k tesnejšemu sodelovanju s stroko.

**Seznam kratic:**

BPP - Topografska Baza Planinskih Poti

CLC - ang. Corine Land Cover

DMR - Digitalni Model Reliefa

DOF 5 - Digitalni OrtoFoto, merila 1 : 5000

DTK 25 - Državna Topografska Karta, merila 1 : 25 000

GIS - ang. Geographic Information Systems (Geografski Informacijski Sistemi)

GPS - ang. Global Positioning System (Globalni Položajni Sistem)

GURS - Geodetska Uprava Republike Slovenije

IGF - Inštitut za Geodezijo in Fotogrametrijo (danes Geodetski Inštitut Slovenije)

MDO - MedDruštveni Odbor

PD - Planinsko Društvo

PZS - Planinska Zveza Slovenije

TTN - Temeljni Topografski Načrt

WGS 84 - World Geodetic System 84

**Literatura in viri**

*Klanjšček, M. (2004). Zasnova baze planinskih poti. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.*

*Geodetska uprava RS (1995–1997). Državna topografska karta merila 1 : 25 000, listi Soča-066, Kobarid-088 in Tolmin-089, Bovec-065 (dovoljenje za uporabo in objavo podatkov, št. 90411-218/2003-1).*

*Geodetska uprava RS (1998). Ortofoto (dovoljenje za uporabo in objavo podatkov, št. 90411-218/2003-1).*

*Kozmus, K., Stopar, B. (2003). Načini določanja položaja s satelitskimi tehnikami. Geodetski vestnik 47/2003-4, str. 404–413.*

*Kvamme, K., Oštir-Sedej, K., Stančič, Z., Šumrada, R. (1997). Geografski informacijski sistemi. Ljubljana: Znanstveno raziskovalni center Slovenske akademije za znanost in umetnost.*

*Petrovič, D. (1993). Podolžni prerezi planinskih poti. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo.*

*Petrovič, D. (2003). Predlog vodenja in vzdrževanja topografskih podatkov v Sloveniji. Geodetski vestnik 47/2003-3, str. 215–223.*

*PZS (2002). Zakon o markiranih planinskih in drugih javnih peš poteh – delovno gradivo.*

*PZS (1992). Krnsko pogorje in Kobarid, 1 : 25 000. Planinska karta, IGF, 2. izdaja.*

*PZS (1994). Statut PZS, 55. člen.*

*PZS – Komisija za planinska pota (2003). Kataster planinskih poti.*

**Zahvala:**

Članek je nastal na podlagi diplomskega dela avtorja Matije Klanjščka. Slednji se zahvaljuje mentorju dr. Dušanu Petroviču in somentorju mag. Daliborju Radovanu za pomoč in vse nasvete pri izdelavi diplomske naloge. Avtorji se zahvaljujejo tudi: Planinski zvezi Slovenije, posebej g. Boštjanu Gortnarju, g. Primožu Štucinu, g. Jožetu Rovanu in g. Tonetu Tomšetu, za posredovane podatke katastra planinskih poti in vse informacije glede obstoječe podatkovne baze. Geodetski upravi Republike Slovenije za uporabo geodetskih podlog. Podjetju Geoservis za prispevani ročni GPS sprejemnik.

**Matija Klanjšček, univ. dipl. inž. geod.**

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

E-pošta: matija.klanjscek@geod-is.si

**mag. Dalibor Radovan, univ. dipl. inž. geod.**

Geodetski inštitut Slovenije, Jamova 2, SI-1000 Ljubljana

E-pošta: dalibor.radovan@geod-is.si

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

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

E-pošta: dusan.petrovic@fgg.uni-lj.si

**Prispelo v objavo: 7. februar 2005**

**Sprejeto: 1. marec 2005**