

UPRAVLJANJE S PROSTORSKIMI PODATKI NA TERENSKEM RAČUNALNIKU

Radoš Šumrada, Marjan Čeh *

Izvleček

KLJUČNE BESEDE:
*GIS tehnologija,
mobilno računalništvo,
terenski računalnik,
mobilni GIS*

Članek predstavlja vlogo in pomen terenskih (peresnih) računalnikov za zajemanje in vzdrževanje prostorskih (geografskih) podatkov, s posebnim poudarkom na topografskih podatkih (karte velikih meril) in katastrskih podatkih (načrti raznih meril). Glavni namen je avtomatizacija terenske izmere, zlasti tistega dela, ki se ukvarja z uporabo digitalnih kart in načrtov za terensko podlago (digitalna skica) pri detajlni izmeri s pomočjo elektronskih tahimetrov (ET) in GPS sprejemnikov. Skušala sva opredeliti predvsem uporabnost ter namembnost terenskih računalnikov, skupaj z mobilno CAD ali GIS programsko opremo, v povezavi s prenosnim GPS sprejemnikom in ET.

Kombinacijo omenjenih merskih instrumentov pojmuje kot osnovni sistem za avtomatizirano zajemanje prostorskih podatkov v realnem času. Poudarek je na povezanem zajemanju in vzdrževanju lokacijskih, časovnih in tematskih atributov prostorskih objektov. Osrednji del članka predstavlja metode dela za tovrstne posege ter hkrati opisuje potrebno strojno, programsko in dodatno (komunikacijsko) opremo. Predstavljen je pregled tehnološkega stanja na tem področju. Ovrednotili in primerjali smo nekaj razpoložljivih tovrstnih orodij. Končni cilj je izdelati ustrezne napotke za praktično delo ter izvesti kratko ekonomsko analizo stroškov in koristi uporabe tovrstne tehnologije.

Abstract

KEY WORDS: *GIS
technology, mobile
computing, field
computer, mobile GIS
system*

Paper describes the application of field (mobile pen) computers for spatial (geographical) data gathering and maintenance. The emphasis is on topographic data (digital large-scale maps) and cadastral data (digital cadastral maps) updating. Recent attempts in Slovenia are oriented to further automation of data field collection methods that are based on electronic tachymeters (total station) and GPS rovers. These efforts were oriented towards the real time acquisition of various attributes (location, description and time) for topographic and cadastral spatial objects.

Besides a GPS receiver combined with a total station (TS), which form the primary data gathering system, the stress is on the application of field computers equipped with the radio devices and appropriate mobile CAD or GIS software that allows graphical database to be used as a digital field

sketch in real time. Different strategies regarding spatial data attributing, mobile computing and distributed databases were considered. The main objective is to derive suitable field working methods and to describe the affordable production line. The stress is on the new technology trends, economic acceptability and required accuracy, factors that all influence the reasonable modifications of the surveying working style.

1. UVOD

Sodobna problematika na področju geodezije je zelo raznovrstna. Razvoj novih tehnologij predstavlja velik izziv za ustaljene in preizkušene metode v vsaki stroki, po drugi strani pa nudi rešitve za mnoga sodobna problemska vprašanja. Podobno stanje je tudi v geodetski stroki, kjer hiter razvoj sodobne tehnologije narekuje spremembe v postopkih in metodah. Našteti je mogoče vrsto tehnologij, ki so v zadnjem desetletju temeljito spremenile okvire razmišljanja in metodologijo reševanja geodetskih problemov: digitalna elektronika in omrežna tehnologija, GPS in GIS tehnologija, daljinsko zaznavanje, laserska in radarska tehnologija, uporaba radijskih povezav, mobilna avtonomna elektronska merska oprema, robotizacija, prenosni in terenski računalniki, mobilna telefonija itd.

2. PRENOSNI, PERESNI IN MALI RAČUNALNIKI

Prenosne računalnike lahko primemo, dvignemo in po potrebi prenašamo na različne lokacije. Pojem prenosnost se lahko nanaša na majhne namizne računalnike, notesnike, mobilne in terenske računalnike. Prenosnik se pojmuje kot računalnik, ki je temu namenu primerno sestavljen in ima tipkovnico kot osnovno vhodno napravo. Prenosnik se lahko uporablja kjerkoli in kadarkoli, dokler je na voljo ustrezna delovna miza. Uporabnik postavi prenosnik na mizo in ga uporablja kot običajen osebni računalnik.

Nekatere oblike prenosnih računalnikov se lahko dodatno krmili s pomočjo posebnega pisala, takšen pristop je zlasti značilen za terenske računalnike. Opazna tehnološka razlika je v uporabi pisal oziroma posebnih peres (od tod ime peresni računalniki), ki služijo kot osnovno sredstvo za interakcijo med uporabnikom in računalnikom. Posebno pero lahko povsem nadomesti tipkovnico, miš in ostale vhodne naprave računalnika.



Slika 1: Peresni računalnik

Peresni računalniki so drugačni od običajnih računalnikov, ker so lažje prenosni, bolj interaktivni in intuitivni. Tipkovnica in miška nista nujni, lahko pa se dodata ali programsko simulirata. Ta vrsta računalnikov temelji na integraciji raznih medijev, ki omogočajo lažji prenos podatkov. Peresni računalniki so primerni za raznovrstno uporabo v geodetski stroki, ker so enostavni in prilagojeni za uporabo pri delu na terenu.

Mali računalnik je naprava, ki jo ima lahko uporabnik večino časa s seboj in ki zagotavlja podporo uporabniku pri izvajanju velikega števila različnih nalog (Chen, 2000). Tovrstno računalništvo predpostavlja nove načine rabe računalnikov, ki se razlikujejo od tradicionalnih načinov njihove namizne uporabe. Novost predstavljajo zlasti množična uporaba mobilnega, od lokacije neodvisnega računalnika, novi pristopi h krmiljenju računalnikov in brezžične povezave, kar posredno vključuje tudi mobilno telefonijo.

Slika 2: Mali računalnik



Male prenosne računalnike danes delimo na več načinov:

- po operacijskem sistemu (PalmOS, Psion Epos, MS WINDOWS CE, PocketPC itd.),
- po velikosti (kartični, ročni, žepni, mini notesniki itd.),
- po načinu vnosa podatkov (pero, tipkovnica, sledna ploščica itd.),
- po zaslonu (mono, barvni itd., razne oblike LCD izvedb).

3. MOBILNO RAČUNALNIŠTVO

Mobilno računalništvo je nov pristop k prenosu podatkov in porazdelitvi obdelav. Omogoča uporabnikom, ki uporabljajo razne prenosne računalnike, da imajo le-ti dostop do omrežja ne glede na to, kje v prostoru se trenutno nahajajo. V kombinaciji z brezžično podporo delujejo kot dinamični del porazdeljenega stacionarnega informacijskega sistema. Kot mobilni računalnik se razume predvsem prenosni računalnik, ki je sposoben tudi brezžične komunikacije z drugimi enotami oziroma s strežniki. Mobilno

računalništvo predstavlja tehnološko področje, ki bo verjetno bistveno spremenilo način prihodnje uporabe računalnikov. Mobilni pristop nudi prenosnim računalnikom takojšen in od lokacije neodvisen dostop do stacionarnih strežniških virov in uslug.

Učinkovitost dela na terenu se lahko bistveno izboljša z integracijo informacij v delovni proces. Osrednji cilj mobilnega računalništva je prenesti potrebne podatke na teren, kjer se le-ti uporabljajo ali spreminjajo. Sodobna tehnologija omogoča vgraditev brezžičnih vmesnikov v prenosne računalnike, kar dovoljuje omrežno podporo in komuniciranje tudi med poljubnim premikanjem računalnika. Značilnosti mobilnega računalništva se zato razlikujejo od običajnih distribuiranih sistemov po posebnih značilnostih strojne opreme in brezžičnih povezavah oziroma specifičnem prenosu podatkov. Izziv mobilnega računalništva je, kako prilagoditi omejene tehnološke vire tako, da bodo delovali kot tradicionalni računalniški sistemi. Glavne tri značilnosti mobilnih računalnikov so naslednje:

- Brezžična komunikacija predstavlja zahtevne omrežne razmere, ki otežujejo in včasih začasno onemogočajo povezavo računalnika z omrežjem (motnje, izguba stika itd.).
- Mobilnost povzroča večjo tehnološko zapletenost pri prenosu podatkov, ker dovoljuje dinamične povezave in posredno omogoča porazdeljeno uporabo informacij.
- Prenosnost nalaga omejenim strojnim in energetskim sposobnostim opreme dodaten izziv pri zagotavljanju potrebne učinkovitosti mobilnega računalniškega sistema.

409

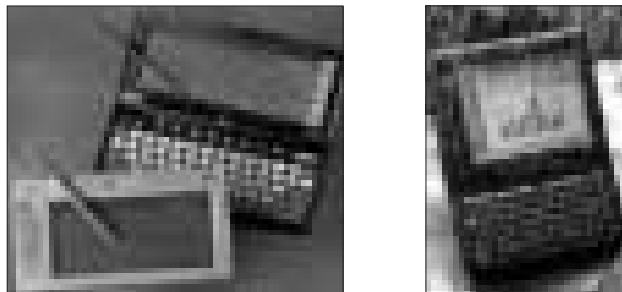
4. TERENSKI RAČUNALNIKI

Terenski računalniki so vzdržljivi in posebej odporni na razne terenske vplive. Za razliko od prenosnih se lahko uporabljajo med premikanjem in hojo, v dežju in snegu, v prahu, ob močnem soncu, v temi itd. Podatki se zajemajo na terenu v povezavi z različnimi merskimi inštrumenti. Zajeti podatki se lahko obdelujejo že na terenu in hitro posredujejo v osrednji informacijski sistem po omrežju ali z različnimi brezžičnimi prenosi. Glavne razlike med terenskimi in prenosnimi računalniki so:

- Terenski računalnik je dovolj majhen in lahek, da ga lahko držimo samo z eno roko. Z drugo roko ga krmilimo s posebnim peresom. Prenosni računalnik moramo pred uporabo položiti na ustrezno ravno podlago in uporabljati z obema rokama.
- Terenski računalnik lahko v slabih vremenskih razmerah upravljamo v rokavicah. Za prenosni računalnik moramo sneti rokavice in tipkati uporabljajoč obe roki. Prenosni računalnik se v mrazu, dežju in na soncu navadno poškoduje. Njegov zaslon postane na močnem soncu neuporaben.

- Terenski računalnik lahko v pisarni po potrebi ustrezno dopolnimo z vso dodatno opremo, kot so veliki zaslon, tipkovnica, miš, razne kartice in zunanje enote.
- Terenski računalniki so prav tako sposobni komunicirati po omrežju ali celo brezžično s strežnikom, kakor je to značilno za mobilne računalnike.

Slika 3: Sodobni terenski računalniki



Osrednji cilj uporabe terenskih računalnikov je, poleg izboljšane kakovosti zajemanja prostorskih podatkov, tudi zmanjšati časovni razmik med zajetjem podatkov na terenu in njihovo dostopnostjo v topografski, katastrski ali drugi podatkovni bazi. Koristi in prihranki, ki jih prinaša neposredno zajemanje digitalnih podatkov nasproti zamudnemu ponovnemu vnašanju podatkov iz analognih medijev, se odražajo zlasti pri ceni, zanesljivosti, kakovosti in učinkovitosti tovrstnih dejavnosti.

Sodobni terenski računalniki imajo tudi pomanjkljivosti. Računalnik mora biti vodotesen vsaj za določen čas in globino, možno mora biti čiščenje pod tekočo vodo. Dodatne preizkušnje tvori mehanska in temperaturna odpornost. Računalnik mora biti odporen na udarce in razne pritiske. Možen temperaturni obseg med obratovanjem je navadno med -10 in +50 stopinj Celzija. Kadar računalnik ni vključen, pa je temperaturni razpon lahko še nekoliko večji.

Sedaj še ne obstaja takšen računalnik, ki bi ohranil ter zagotavljal jasno in ostro sliko na zaslonu tudi v močni sončni svetlobi. Slika na zaslonu se mora samodejno prilagajati osvetljenosti zaslona, kar je delno že zagotovljeno pri novejših terenskih računalnikih. Močna sončna svetloba povzroča največ težav pri delu na terenu zaradi prevelikega zmanjšanja vidljivosti, ločljivosti in kontrasta slike na zaslonu. Stekljeni deli v LCD zaslonu so, navkljub ojačitvam, fizično najbolj občutljivi na močne udarce ali ob padcu računalnika.

Prav tako večini terenskih računalnikov lahko zmanjka energije - baterije se jim izpraznijo po nekajurnem intenzivnem obratovanju. Povprečno

obratovalni čas terenskih računalnikov je, odvisno od vrste in intenzivnosti dela, navadno od tri do deset ur. Zamenjava in uporaba dodatnih baterij na terenu lahko poveča obratovalni čas računalnika, vendar pa je tovrstni poseg zamuden in hkrati tudi tvegan. Na prenosnost terenskega računalnika najbolj kritično vpliva, poleg odpornosti, ravno njegova masa. Dodatne baterije predstavljajo zlasti dodatno težo, ki navadno ni zanemarljiva.

5. MOBILNI GIS

Mobilni GIS je programsko orodje, ki zagotavlja tehnološko podporo pri vzdrževanju prostorskih podatkov med zajemanjem le-teh v realnem času neposredno na terenu. Bistvo mobilne GIS tehnologije je v možnosti, da uporabnik lahko vzame potrebne digitalne prostorske in opisne podatke s seboj na teren ter jih tam uporablja in novelira. Strojna oprema je bila vedno temeljni element informacijskih sistemov, čeprav ji pogosto ne velja osrednja pozornost. Osební in prenosni računalniki, navkljub možni peresni podpori, niso najboljša podlaga za mobilne GIS sisteme, ker so težki, energetsko potratni, neodporni in lomljivi.

Čim manjši, lažji in bolj odporen je terenski računalnik, tem enostavnejše je leta tudi prenos in s tem uporaben v zahtevnem naravnem okolju. Terenski računalnik se predvidoma lahko uporablja v najbolj zahtevnih pogojih. Hiter razvoj, prodor in veliko število majhnih računalnikov, ki postajajo vse bolj sposobni in uporabni, pomeni pomembno podporo digitalne tehnologije raznim terenskim obdelavam podatkov. Medmrežje v povezavi z mobilno telefonijo tudi bistveno olajšuje brezžične omrežne povezave, kar omogoča dodatno povezavo in strežniško podporo kadarkoli ter praktično kjerkoli. Novost temelji predvsem na naslednjih treh tehnoloških segmentih:

- razvoju, prodoru in uporabi majhnih prenosnih računalnikov,
- razvoju in uporabi medmrežnih ter zlasti brezžičnih povezav,
- razvoju in integraciji mobilnih ter pisarniških GIS orodij.

Brezžična in medmrežna povezava terenskega računalnika s strežnikom omogočata prenos podatkov in posredno zagotavljata tudi dodatno procesno podporo strežnika v pisarni. Uporabnik lahko izve, kje na terenu se trenutno nahaja in strežnik tako ve za različne lokacije mobilnih odjemalcev. Takšen pristop, ki se uveljavlja zadnja leta, pomeni pretvorbo tradicionalnih pasivnih meritev na terenu v aktivno obdelavo in vzdrževanje podatkov med samim zajemanjem. Hkrati so vzpostavljeni osnovni tehnološki pogoji za različne nove uporabniške aplikacije.

6. PREGLED PRIMERNOSTI KARTOGRAFSKIH PODLAG ZA DIGITALNE SKICE

V primeru digitalnih kartografskih podlag je mogoče, glede na količino podatkov za predstavitev istega območja, jasno ločiti dva količinska razreda, ki sta tipična glede na vrsto podatkov - rastrski ali vektorski. Vektorska podlaga zahteva manjši pomnilnik za hranjenje. Rastrske podlage pa lahko glede potrošnje prostora na digitalnih medijih razdelimo na več razredov in sicer glede na število barv ali sivih tonov ter glede na format zapisa.

Razporeditev obstoječih digitalnih podatkovnih virov, ki so na voljo v Sloveniji, glede na naraščajočo velikost datotek oziroma količino podatkov, je pregledno naslednja:

- vektorski točkovni, linijski in poligonski sloji (digitalni načrti DTBVM 500 in DKN),
- vektorski točkovni, linijski in poligonski sloji (digitalna topografska karta TOPO5),
- skenogram (bitna podoba TTN 5),
- rastrska podoba DOF 5 (barvni in sivi).

Od naštetih digitalnih slojev je mogoče vektorske in bitne podobe že šteti kot primerne podlage za shranjevanje tudi na računalniških napravah brez diskov, npr. na malih računalnikih. To dejstvo nakazuje, da je za potrebe geodetskih terenskih del mogoče pričakovati razvojni trend, usmerjen k prehodu na male računalnike. Kot primerno delo ob podpori najmanjših računalnikov lahko v prihodnosti štejeemo tudi obnovo topografskih načrtov velikih meril ter obnovo katastrskih načrtov.

7. SESTAVA MOBILNEGA GIS SISTEMA

Različno strojno in programsko opremo smo sestavili v funkcionalni in operativni sistem. Preizkusili smo ga v laboratorijskih pogojih in pri delu v naravi. Na terenu smo izvedli različne metode izmere (tahimetrične in GPS) z različnimi konfiguracijami, na primer: elektronski tahimeter Leica TC 605, robotiziran ET Leica TCRA 1103, notesniki Gericom Silver Shadow, Overdose in Casio Fiva, peresni računalnik Fujitsu Stylistic 2300, ročni razdaljemer Leica Disto pro, dva različna GPS (Global Positioning System) kompleta proizvajalcev Leica ter Trimble, razna komunikacijska oprema, dodatna oprema itd.



Slika 4: Mobilni GIS sistem

Uporabljeni CAD in GIS orodja smo preizkusili v okolju MS WINDOWS 98 in NT. Poleg posredno rabljenih orodij Esri ArcView (3.1), Intergraph Geo Media (3.0) in Bentley MicroStation, ki so služila za predpripravo in urejanje podatkov ter pretvorbe internih formatov, smo uporabljali sledeča specifična orodja: PathFinder Office in Aspen (Trimble), Liscad z vključenim FieldLink (verzije 4.0 in 4.1), Liscad in samostojni program FieldLink (5.0), proizvajalcev Leica, CartaLink (Idrisi) in MidasGIS (Sokkia).

8. TESTIRANJE MOBILNEGA GIS SISTEMA

Ob podpori dostopnega mobilnega GIS orodja smo preizkusili naslednje metode zajema podatkov na terenu s pomočjo terenskega računalnika:

- zaslonsko vektorizacijo DOF (digitalni ortofoto) in koordinatno geometrijo,
- skiciranje detajla na digitalnih podlagah - zaslonsko vektorizacijo z geokodiranjem⁽¹⁾,
- zajem podatkov z elektronskim tahimetrom in prenos v terenski računalnik,
- zajem podatkov z RTK (real time kinematic) GPS in prenos v terenski računalnik.

Uporaba odpornega peresnega terenskega računalnika omogoča korenite spremembe v organizaciji dela pri snemanju in obnovi detajlnih načrtov. Težišče opravi se je prevesilo v izvajanje večine nalog na sami lokaciji detajlne točke. Tako je sedaj tipično zaporedje skorajda istočasnih nalog naslednje:

- skiciranje in zaslonska vektorizacija na podlagi skenograma ali bitnega ozadja,
- izvajanje meritve za določitev položaja tarče oziroma prizme,
- geometrizacija skicirane točke na izmerjeni (dejanski) položaj točke,

⁽¹⁾ Geokodiranje pri tovrstnih postopkih pomeni postopek geometričnega ekranskega "napenjanja" ali premikanja skiciranih elementov (detajlnih točk) na izmerjeni dejanski položaj vsakega elementa.

- kodiranje in izris povezave med točkami (logična ureditev podatkov), če gre za linijski oziroma poligonski podatkovni sloj.

Za učinkovito delo s terenskim računalnikom in elektronskim tahimetrom (ET) je pomembno zagotoviti radijsko povezavo, ki omogoča daljinsko upravljanje z instrumentom. Faze dela so pri meritvi naslednje:

- priprava elektronskega tahimetra na stojišču (postavitev, centriranje, horizontiranje in določitev višine),
- nastavitev in kalibriranje radijske povezave med ET in terenskim računalnikom,
- izbira točke stojišča in točk za orientacijo v podatkovni zbirki (terenski računalnik),
- orientacija in nastavitev ET na tarčo (operater ali robot) na dani (orientacija) ali novi točki (izmera detajla),
- (daljinsko) proženje meritve na tarčo in prenos izmerjenih podatkov v terenski računalnik,
- takojšnje grafično urejanje ter numerično in grafično preverjanje kakovosti opravljenih meritev.

9. DIGITALNO SKICIRANJE - EKRANSKA VEKTORIZACIJA Z GEOKODIRANJEM

Delež ročnega skiciranja situacije se s sodobno metodo dela, kot je terensko kartiranje v realnem času, zmanjšuje, saj lahko vse podatke, ki so predhodno vnešeni na terenu, uporabimo za končni izdelek oziroma digitalno karto. Izbira metode dela na terenu ob uporabi terenskega računalnika vpliva na skiciranje detajlov izmere. Sestavine digitalne skice, kot so denimo grafične oznake, napisi in opombe, ki se jih pri klasičnih postopkih izdelave načrtov naknadno uporabi pri oblikovanju karte ali načrta, lahko v realnem času shranjujemo neposredno v podatkovno zbirko ali bazo.

Digitalno skiciranje je v razmerah, ki jih nudijo digitalne grafične podatkovne zbirke Geodetske uprave RS (skenogrami TTN 5, DOF in DKN), mogoče in smiselno izvajati kot identifikacijo in zaslonko vektorizacijo lokacije, oblike in atributov objektov na osnovi raznih rastrskih in vektorskih grafičnih podatkovnih zbirk. Tako zajete grafične podatke je mogoče v nadaljnjem koraku prestaviti ali "geometrizirati" na natančno pozicijo v državnem koordinatnem sistemu s pomočjo "transformacije" skice na dejanske terenske meritve v realnem času. Geometrizacija imenujemo postopek premikanja prostoročno narisane točke oziroma vozlišča na mersko določen dejanski položaj, kar poteka na zaslonu računalnika neposredno med meritvami. Takšne posege omogoča mobilni GIS oziroma programski modul za terensko kartiranje in sicer s pomočjo rezultatov tahimetrične ali GPS meritve.

Problem slabe čitljivosti skice zaradi gostote detajla je na klasičnih skicah mogoče reševati z metodami karikiranja in izdelavo dopolnilnih skic. Pri

digitalnem kartiranju je veliko gostoto detajla mogoče reševati z dinamičnim spreminjanjem merila, izklapljanjem tematik in pa z izvedbo skice na več prosojnicah. Nečitljivost skice, ki jo povzročajo tekstualni podatki, kot so denimo številčenje točk, podatki o lastniku, opisi, lastnosti objektov, napisi itd., je mogoče odpraviti z vpisovanjem teh podatkov neposredno v podatkovno zbirko preko ustreznih zaslonskih obrazcev. Oštevilčenje točk je pri digitalnem načinu kartiranja avtomatizirano in zato tudi dosledno.

Izdelava atributnih oziroma kodnih tabel je v programih za terensko kartiranje (denimo FieldLink) rešena s posebnimi podprogrami. Kode je mogoče definirati tudi na osnovi obstoječih podatkovnih slojev in z uvozom iz drugih podatkovnih formatov (CAD in GIS). Vendar teh kod naknadno ponavadi ni mogoče spreminjati. Primerna rešitev je tudi uporaba internih kod za posamezne tematike, ki se uporabljajo le v programu za terensko kartiranje, in ustrezna povezava le-teh s kodami iz zunanjih formatov (objektnih katalogov).

Pri postopkih takojšnjega kodiranja objektov med izmero oziroma med razpoznavo in povezovanjem detajlnih točk na terenu se pojavljajo problemi preobremenjenosti operaterja. Vzrok je majhen, nepregleden in tudi na dnevni svetlobi slabo ločljiv zaslon terenskega računalnika, na katerem je potrebno upoštevati veliko število kodnih tabel, ki se nanašajo na različne podatkovne sloje. Operater je tudi zelo obremenjen z vodenjem digitalne skice in sočasnim upravljanjem z merskimi instrumenti. Primer je denimo ažuriranje digitalnega topografskega načrta, še bolj pa je obremenjujoča izvedba nove izmere. Praktičen nasvet pri reševanju te problematike je denimo naslednji: pri ažuriranju načrta je dovolj v program naložiti zgolj sloje, na katerih izvajamo spremembe, ali pa popravljamo vsebino.

415

10. PREDLOG OPTIMALNE METODE KARTIRANJA V REALNEM ČASU

Izdelali smo predloge za optimalne metode kartiranja za različne razrede natančnosti. Za prvi razred natančnosti (od ± 1 cm do ± 10 cm) za mersko sestavo predpostavljamo kombinacijo, ki dobiva tudi praktično izvedbo (Trimble) ter glede na nekatere opise v strokovni literaturi (Paiva, Kozłowski, 2000) predvidevamo njen nadaljnji razvoj. Za visoko natančnost zajemanja prostorskih podatkov in njihov prenos v naravo je po našem prepričanju, glede na izkušnje in tehnološke možnosti ter poenostavljeno brez upoštevanja cenovnih razmerij in gospodarnosti, najbolj primerna naslednja kombinacija opreme:

- robotiziran (samosledni) elektronski tahimeter z nastavkom za namestitev GPS antene nad vertikalno os teodolita,
- GPS oprema za RTK metodo izmere,

- lahek prenosni terenski računalnik, z zaslonom, nameščenim na trasirki s prizmo oziroma na GPS anteni.

Metoda izmere obsega dve fazi. Prvo fazo predstavlja določanje detajlnih točk z RTK GPS metodo, kar vključuje tudi ustrezen razporeditev in izbira stojišč antene glede na zahteve za vzpostavitev ugodnih pogojev za GPS meritve. Položaj stojišč se določi glede na predvidene motnje GPS signala na detajlnih točkah. Kjer ni mogoče izvajati GPS meritve z zahtevano natančnostjo zaradi ovir oziroma odbojev, se lahko z GPS fazno metodo določi nadomestna merska točka na položaju, ki je brez omenjenih motenj signala. Drugo fazo tvori določitev koordinat stojišča za elektronski tahimeter in nato dodatna polarna metoda izmere dopolnilnega detajla. Koordinate stojišča ET določimo šele po postavitvi instrumenta na ustrezno stojišče. V smislu ekonomičnosti in ergonomije⁽²⁾ dela na stojišče najprej postavimo stativ z elektronskim tahimetrom, nanj pa namestimo GPS anteno. S tako določenega dodatnega stojišča se izvede potrebna domeritev detajla z elektronskim tahimetrom. Za orientacijo detajlne polarne izmere potrebujemo na vsakem stojišču vsaj še eno dodatno znano točko.

11. ZAKLJUČEK

Uporaba terenskih računalnikov prinaša mnoge koristi, vendar sta njihov tržni prodor in uveljavitev v geodetski praksi sorazmerno počasna navkljub hitremu tehnološkemu razvoju. Glavni razlogi so, poleg drage dodatne opreme, zlasti zadržki uporabnikov, ki ne želijo na račun zapletenih in nedorečenih novosti spreminjati dobro ustaljene tradicionalne metode terenskega dela. Očitno je tako, da morajo biti številne prednosti nove tehnologije razvidne in hkrati ekonomsko sprejemljive, preden so jo uporabniki pripravljeni prevzeti in modificirati že uveljavljen delovni proces. Danes se tržišče terenskih računalnikov razvija in hitreje odpira predvsem iz naslednjih pomembnih tehnoloških razlogov:

- Cenovno preobrazbo mobilnih sistemov prinaša prodor majhnih računalnikov, ki navkljub večji sposobnosti postajajo cenejši, odpornejši, lažji in manjši, bolj avtonomni in povezljivi. S tem postaja tudi njihova uporaba bolj množična in vsestranska.
- CAD in zlasti GIS programska orodja na tržišču so postala tehnološko zrela in lahko uspešno podpirajo veliko zelo različnih uporabniških zahtev.
- Proizvajalci GPS opreme in elektronskih tahimetrov že zagotavljajo podporo tehnologiji terenskih računalnikov. Mnogi proizvajalci tovrstne opreme ponujajo lastno integrirano podporo in rešitve za terenske računalnike. Pojavljajo se tudi že napovedi o komercialnih izvedbah merskih inštrumentov (denimo Trimble), ki imajo GPS sprejemnike,

⁽²⁾ Ergonomija proučuje, kako izboljšati delovno okolje, da bo varno, zanesljivo, učinkovito, udobno in hkrati omogočalo najboljše delovne pogoje.

elektronski tahimeter in majhen terenski računalnik integrirane v enoten sistem za detajlno izmero.

- Prav tako se naglo spreminja poslovni model za tradicionalna in posredno tudi za mobilna GIS orodja. Prevladujoča cenovna politika, ki temelji na vsakem posamičnem GIS orodju, se bo preusmerila na medmrežni GIS model, pri katerem je odjemalčev dostop do strežnika skoraj brezplačen in s tem neomejen.

Za uspešen prodor terenskih računalnikov v geodetsko prakso je potrebna njihova povezava z metodami terenske izmere. Osrednji izziv je v spremembi tradicionalnega analognega terenskega zajemanja podatkov in kasnejše paketne obdelave v pisarni. Potrebno je vključiti možnosti, ki jih ponuja zajemanje prostorskih podatkov v realnem času. Zato je potrebno za doseganje večjih koristi ob uporabi terenskih računalnikov prilagoditi tudi metode dela na terenu. Ažuriranje prostorskih podatkov v realnem času je tehnološko zahteven proces in hkrati za operaterje tudi opravilno ter organizacijsko zapleten postopek.

Literatura

Casio (*Casiopeia*) - URL: <http://www.Casio.com>

Chen C. Y. Elaine, *Cover story: Survival of the Smallest, Mobile Computing*, May 2000.

Fujitsu Personal Systems (*Stylistic series*) - URL: <http://www.Fpsi.com/>

GIM Product Survey on Pen-based Mapping Systems, *GIM (Geomatics Info Magazine)*, April, 1998.

GIM Product Survey on Pen-based Mapping Systems, *GIM (Geomatics Info Magazine)*, April, 1999.

GIM Product Survey on Pen-based Mapping Systems, *GIM (Geomatics Info Magazine)*, April, 2000.

Leica Geosystems - URL: <http://www.Leica-Geosystems.com/>

Paiva Joseph and Kozlowski Jesse, *One and One is Three, Effective Use of Optical Total Station with GPS*, *GIM (Geomatics Info Magazine)*, February, 2000.

Trimble (*Geomatics Office*) - URL:

<http://www.Trimble.com/products/catalog/survey/tgoff.htm>

Wilson J. D., *Is Field Computing Losing its Compass?*, *GeoWorld*, March, 2000.

Zahvala

Članek je nastal kot kratek povzetek obsežne strokovne raziskovalne naloge, ki jo je financirala Geodetska uprava Republike Slovenije, katere odgovornim članom se zahvaljujemo za vsestransko podporo in zlasti za potrpljenje med izvedbo projekta.

Recenzija: *Borut Pegan-Žvokelj*
Staško Vešligaj (v delu)

Prispelo v objavo: 2000-09-11