

# PREHOD OD OSREDNJE K PORAZDELJENI UPORABI TEHNOLOGIJE GIS-ov

Radoš Šumrada \*

## Izvleček

*KLJUČNE BESEDE:*  
*tehnologija GIS, GIS na spletu in medmrežju, mobilni GIS*

Članek predstavlja razvoj in doseženo stanje uporabe tehnologije GIS-ov na medmrežju. Opisani so dosedanja razvoj, oblike in značilnosti posredovanja prostorskih podatkov na spletu. Predstavljeni so tudi primeri orodij za GIS-e, ki delujejo na medmrežju kot spletni strežniki. Podane so razvojne strategije tovrstnih orodij in obstoječe tehnološke rešitve. Povzete so glavne značilnosti, prednosti in slabosti posameznih pristopov k zasnovi spletnih strežnikov za GIS-e. Na koncu so predstavljeni tudi obetavni razvojni trendi na področju mobilnih GIS-ov in uporaba odpornih majhnih računalnikov za podporo zajemanju in vzdrževanju prostorskih podatkov neposredno na terenu.

## Abstract

This paper presents the progress and the achieved state of the art regarding the GIS technology penetration on the Internet. An outline is given to the so far development and characteristics of spatial data distribution on the web. Some GIS tools that are used as web servers are also presented with respect to strategies and technological solutions. Further on, the main characteristic, advantages and weaknesses of the conceived approaches for GIS web servers are described. Finally an overview of the feasible trends regarding the application of mobile GIS systems is presented. The application of small and rubberized field computers for support of data gathering and direct maintenance in the field is the promising mobile GIS approach.

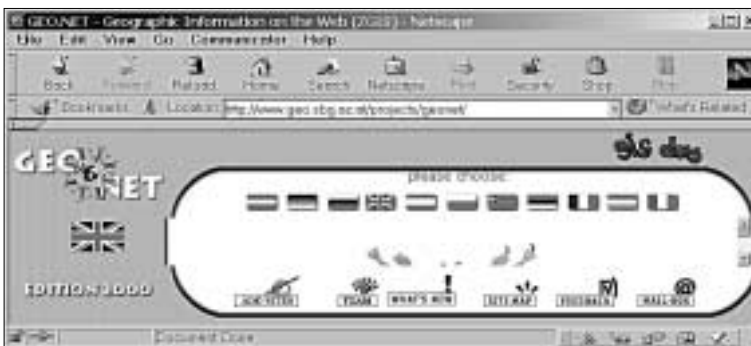
560

*KEY WORDS:* GIS  
*technology, GIS on the Internet and Web, mobile GIS*

## 1. UVOD

V drugi polovici osemdesetih let je prevladovala enouporabniška osrednja sestava GIS-a, ki je večinoma deloval v izbranem osebem računalniku (PC) ali pa v delovni postaji (WS). Prvotni pristop in uporaba tehnologije GIS-a sta bila tako bolj izolirano usmerjena, kjer sta bila vzdrževanje prostorskih (geografskih) podatkov in analitična funkcionalnost izvedena nad interno lokalno bazo podatkov orodja za GIS. Predhodne izvedbe, ko so podatke denimo hranili in obdelovali v bazah podatkov v velikih osrednjih računalnikih in omreženih pasivnih terminalih, pustimo kot pretežno preizkusno obdobje GIS-a, zunaj te obravnave.

Internetni pristop temelji na povezavi med strežniki in odjemalci. Odjemalec pošlje zahtevo po storitvi ali podatkih in strežnik jo obdela ter vrne ustrezne rezultate odjemalcu. Vključevanje tehnologije GIS-ov v medmrežje omogoča razvijalcem GIS-ov učinkovito reševanje osnovnih problemov, kot so dostop do prostorskih podatkov, povezave in ponovna uporaba podatkov, ne da bi obremenjevali uporabnika z zahtevno in drago programsko opremo za GIS-e. Internet je po drugi strani obsežno, počasno in nestabilno omrežje, ki ni najbolj prikladno za velike podatkovne zbirke GIS-ov. Vendar pa naglo prodiranje tehnologije GIS-ov na medmrežje dokazuje, da široka dostopnost, porazdeljenost podatkov in obdelav ter standardne dostopne strategije močno pretehtajo poznane slabosti in pomanjkljivosti interneta.



*Slika 1: Domača stran GeoNet je dobro izhodišče za pregled stanja in uporabe tehnologije GIS-ov na spletu*

V nadaljnjih poglavjih članka je pregleden opis razvoja omrežne uporabe tehnologije GIS-ov na lokalnih omrežjih in kasneje zlasti na javnem omrežju. Podrobneje so opisani tehnološki razvoj in sodobne strategije uporabe geografskih podatkov na medmrežju in predvsem na spletu. Na koncu so opisani tudi najnovejši trendi, ki jih prinašata prodor majhnih terenskih računalnikov in uporaba mobilnega računalništva na tem področju. Prispevek skuša enostavno in pregledno predstaviti stanje na področju omrežne tehnologije GIS-ov, hkrati pa so opisane tudi prednosti in slabosti sodobnih tehnoloških rešitev.

## 2. STREŽNIK IN ODJEMALCI

V devetdesetih letih je razvoj najprej lokalnih in nato še javnih komunikacijskih omrežij temeljil predvsem na postopnem prehodu iz velikih večuporabniških sistemov na arhitekturo strežnikov in vedno bolj avtonomnih odjemalcev, na kar sta nedvomno vplivala tudi nagel razvoj in postopna prevlada osebnih računalnikov. Nadaljnji razvoj distribuiranih sistemov je pomenil tudi postopno porazdeljevanje podatkov (replikacija) in kasneje tudi obdelav (medopravnost). Takšna omrežna arhitektura GIS-ov temelji na osrednjem hranjenju in vzdrževanju podatkov (DBMS), kar organizacijam in podjetjem omogoča, da upravljajo podatke in razpolagajo

z njimi ter izvajajo razna opravila bolj učinkovito in ceneje, kot je to bilo mogoče v enouporabniških lokalnih sistemih.

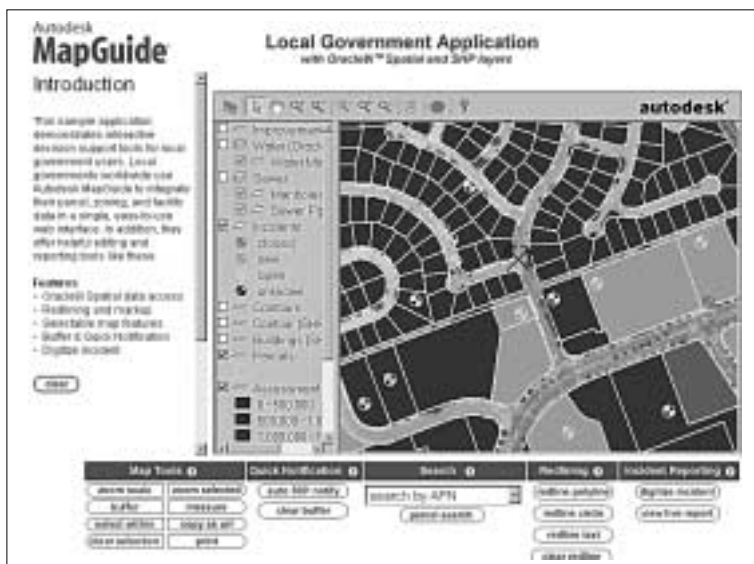
Naglo širjenje lokalnega omrežja (intranet), pojav in vzporedni razvoj medmrežja (internet), objektno usmerjeni pristop ter uporaba porazdeljenih podatkovnih baz so sprožili tudi postopno industrijsko standardizacijo (C++, CGI, XML, UML, OpenGIS, GML, VML itd.) in vzporedno formalno standardizacijo na področju geoinformatike (SDTS, DIGEST, CEN/TC 287, CGM ISO 8632:1992, ISO SQL3:1999, ISO SQL/MM:1999, ISO/TC 211 itd.).

### 3. PRODOR NA MEDMREŽJE IN SPLET

#### 3.1 Uvod

Konec devetdesetih sta sledila prodor in uporaba tehnologije GIS-ov tudi na javnih omrežjih in zlasti medmrežju ter spletu kot najbolj popularnem izvedbenem področju. Osnovna ideja temelji na zasnovi posebnega spletnega strežnika za GIS-e, ki lahko nudi osnovo za prirejene kartografske in tematske prikaze, odgovore na poizvedovanja in končno tudi analizira prostorske podatke. Porazdeljeni uporabniki prebirajo prostorske informacije s pomočjo ustreznih spletnih brkljalnikov. Končni uporabniki lahko tako izrabljajo možnosti tehnologije GIS-ov brez dodatnih stroškov za zahtevno privajanje, strojno in programsko opremo. Uporaba tehnologije GIS-ov je bila v preteklosti domena ožjega kroga izvedencev, s pojavom spletnih strežnikov za GIS-e pa je postala uporaba prostorskih informacij javna, splošna in zlasti veliko bolj množična.

*Slika 2: Pregledni primer uporabe Autodesk MapGuide na spletu*



Uporaba medmrežne podpore tako predstavlja vabljivo nadgradnjo konvencionalne strežniško-uporabniške porazdelitve. Poleg zmanjšanja raznih stroškov (administracija, programska in strojna oprema, šolanje in usposabljanje) za porazdeljene uporabnike na javnem medmrežju nudi nova strategija tudi dodatne možnosti uporabe digitalnih kartografskih predstavitev v povezavi z opisnimi podatki iz drugih virov oziroma podatkovnih baz. Takšen pristop poleg niza novih poslovnih možnosti prinaša tudi vrsto novih tehnoloških izzivov in pravnih problemov.

Razlike med arhitekturnimi zasnovami bistveno vplivajo na učinkovitost programskih rešitev. Za uspešno uporabo tehnologije GIS-ov na medmrežju morajo uporabniki razumeti glavne lastnosti medmrežja in spleta. Internet je odprto računalniško omrežje, ki temelji na industrijskih standardih. Ti opredeljujejo številna pravila (protokole) za sporazumevanje med računalniki:

- nizko nivojske komunikacije (protokol tcp/ip),
- izmenjavo datotek (protokol ftp),
- izmenjavo spletnih dokumentov (protokol http),
- opisne jezike za sestavo spletnih dokumentov (html, vrml, xml, gml itd.),
- formate za bitne podobe (gif, bmp, jpg itd.),
- standardne formate za vektorsko grafiko (cgm, svg, vml itd.).

### 3.2 Razvoj in možnosti

Razvoj se je začel z dodajanjem raznih bitnih podob, kar je lahko vključevalo tudi statične tematske in topografske prikaze prostorskih podatkov neposredno v spletne dokumente. Kartografski prikazi so se prvotno obravnavali enako kot ostale statične spletne podobe. V takšnem primeru je treba karto najprej izdelati v ustreznem orodju GIS-ov, jo pretvoriti v bitno podobo in nato posredovati kot ostalo spletno grafiko. Uporabnikovemu brkljalniku se lahko dodajo tudi nekatere funkcionalnosti, kar vzbuja vtis o interaktivnosti prikaza. Pristop se najpogosteje uporablja še danes, vendar pa se skupaj s podobo pogosto posreduje tudi majhen javanski programček, kar doda uporabnikovemu brkljalniku potrebno funkcionalnost.

Za takšen pristop niso potrebni zahtevni ali dragi dodatki v uporabniški brkljalnik. Vse predobdelave izvede strežnik, ki izdelava bitno podobo in jo posreduje uporabniku. Uporaba bitnih podob je na medmrežju še danes glavna izvedbena oblika tudi za posredovanje kartografskih prikazov. Podpirajo jo tudi vsi spletni strežniki za GIS-e. Slaba stran je predvsem v

dejstvu, da mora uporabnik za vsako poizvedovanje čakati. Strežnik mora najti, izdelati in posredovati odgovor v obliki bitne podobe. Takšna strategija lahko močno obremenjuje omrežje, še zlasti v prometnih večuporabniških okoljih.

Postopoma so se taki spletni kartografski prikazi tudi aktivirali z dodajanjem vgrajenih spletnih povezav v kot podobo prikazano karto. To je nadalje omogočalo uporabniku, da je povezal določeno lokacijo na zaslonski karti z dodatnimi opisnimi in grafičnimi podatki. Tehnika je pomenila napredek, kljub temu da omogoča in podpira samo statične vnaprej vgrajene povezave navidezno aktivne rastrske karte. Uporaba vektorske grafike v spletnih prikazih (denimo CGM - Computer Graphics Metafile) se zaradi številnih težav (standardni format) v praksi ni uveljavila vse do pojava formata SVG (Scalable Vector Graphics) leta 1999, kot jezika za opredeljevanje 2D grafike v opisnem jeziku XML (eXtensible Markup Language).

Ključni prehod od predpripravljenih in statičnih prikazov prostorskih podatkov k interaktivnim izvedbam je pred nekaj leti omogočil nov tehnološki razvoj (CGI - Common Gateway Interface) ter s tem prodor bolj prožne zasnove strežnikov in odjemalcev za GIS-e. Celovito aplikacijo, temelječo na tehnologiji GIS-ov, se postavi v spletni strežnik. Odjemalčeva zahteva po prikazu prostorskih podatkov se obravnava v strežniku dinamično. Kartografski prikaz se pripravi v spletnem strežniku v realnem času, rezultat poizvedovanja v obliki bitne podobe ter spremljajoči opisni podatki pa se posredujejo odjemalčevemu brkljalniku.

CGI je dejansko niz protokolov, ki jih uporablja spletni strežnik za interpretacijo sporočil in zahtev iz uporabniških brkljalnikov. Strežnik sprejeto sporočilo predela v ukaze (CGI script), ki se nato v strežniku ustrezno izvedejo. Ukazni programčki CGI, ki so sestavljeni v programskem jeziku Perl, C ali C++, se sprožijo in izvedejo določeno opravilo, denimo pripravo potrebne karte. Prednost CGI-ja je predvsem v tem, da v strežniku ni potrebno stalno delujoče programje GIS-ov. Slabosti se pokažejo zlasti v raznolikem večuporabniškem okolju, kjer odjemalci pogosto prožijo programčke CGI. Vsakega, tudi enake, namreč strežnik obdela kot samostojen proces, kar lahko opazno obremeni strežnik in njegovo odzivnost ter močno poveča promet po medmrežju.

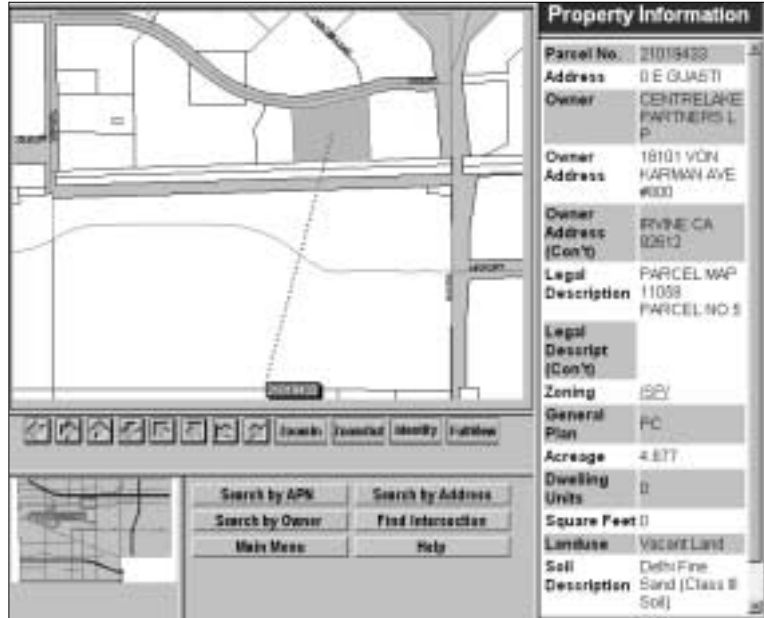


*Slika 3: Primer za programsko podporo Intergraph Geo Media Web v brkljalniku Netscape*

Programčki CGI se še uporabljajo za tvorbo dinamičnih spletnih strani in če so dobro sestavljeni, so zelo odporni in zanesljivi. V zadnjih letih so tehnologijo CGI dopolnili z dodatnimi možnostmi, kot sta denimo aplikacijski strežnik in izvedba programčkov CGI tudi v odjemalcu. Ta omogoča, da se lahko določeni podatki obdelajo tudi v odjemalcu in ne samo v strežniku. Spletni strežnik lahko prejme zahtevo po HTML-ju, bitni podobi, CGI-ju ali pa izvedbenem programu. Pri HTML-ju strežnik samo poišče in posreduje ustrezne datoteke na medmrežje, ne da bi jih obdelal, ali jih interpretira, kar lahko v celoti prepusti odjemalcu.

V primeru programske zahteve se strežnik odloči o ukrepih glede na vrsto izvedbene datoteke. Če gre za programček CGI, ga strežnik izvede in dobljeno besedilo v HTML-ju ter dodatne podatke posreduje odjemalcu. Če gre za zahtevnejši izvedbeni program, strežnik kontrolo nad izvedbo prepusti aplikacijskemu strežniku, ki je poseben program za zagotavljanje dodatne spletne funkcionalnosti. Aplikacijski strežniki prek vmesnika API (Application Programming Interface) komunicirajo s spletnim strežnikom, ki pa mora biti prav tako opremljen z dodatnimi vmesniškimi sposobnostmi (NSAPI ali pa ISAPI). Aplikacijski strežnik je dejansko prtajen servis odjemalca, ki medopravilno sodeluje s strežnikom, kar dopolnjuje funkcionalnosti CGI-ja v smislu dejanskih bolj učinkovitih in porazdeljenih izvedbenih lastnosti.

Slika 4: Primer za programsko podporo ESRI IMS v brkljalniku Netscape



V nekaj letih so se tako spletni strežniki razvili iz pasivnih hipermedijskih dobaviteljev v vedno bolj aktivne strežniške sisteme. Prodor tehnologije GIS-ov na spletu sledi opisanim pristopom in vodilni proizvajalci orodij za GIS-e so zato razvili tudi spletne izvedbe svojih proizvodov. Za uporabnike geografskih informacij to posledično pomeni, da je skoraj vse, kar je možno početi s prostorskimi podatki lokalno, zdaj možno doseči tudi z ustrezno opremljenim strežnikom. Vsak na medmrežje priključen računalnik, ki je opremljen z ustreznim brkljalnikom, lahko izkorišča tovrstne spletne storitve. To hkrati pojasnjuje tudi sorazmerno drago tovrstno strežniško programsko opremo GIS-ov.

Za dostop in izrabo tehnološko izpopolnjenih strežnikov GIS-ov na spletu mora biti odjemalčev brkljalnik tudi ustrezno dopolnjen z dodatnimi zmožnostmi, kar brkljalniku omogoča sporazumevanje z strežnikom GIS-ov, ter nudi osnovne manipulacije z geografskimi podatki in kartografskimi prikazi. Obstajajo trije glavni tehnološki pristopi za tovrstne dopolnitve brkljalnikov, ki temeljijo na uporabi posebnih ali nadgradnji obstoječih brkljalnikov z dodatki, ali pa uporabljajo sposobnosti navideznega javanskega stroja (JVM – Java Virtual Machine).

### 3.3 Dodatki za brkljalnik

Prvi pristop predstavlja uporabo posebnega namenskega brkljalnika (denimo Arc Explorer) za povezavo s specifičnim orodjem za GIS-e v strežniku (Esri ArcIMS, MapObjects IMS in ArcView IMS). Drugi pristop

temelji na dopolnitvi vsakega uporabniškega brkljalnika s programskimi dodatki za kartografska poizvedovanja, ki so lahko splošna grafična orodja (plug-in ali pa ActiveX control) ali pa so posebej prirejeni samo za povezavo z določenim orodjem za GIS-e (denimo InterCap za Intergraph GeoMedia Web Map in GeoMedia Web Enterprise, ter MapGuide Viewer za Autodesk MapGuide Server in MapGuide Author).

Z dodatki se uporabnikovemu brkljalniku dodajo potrebne funkcionalnosti za GIS-e, kar omogoča poleg manipulacije bitnih podob tudi obdelavo vektorskih podatkov. Rezultat so zmanjšan promet in prenosi po medmrežju, delna avtonomnost in s tem ustrezno izboljšana odzivnost brkljalnika. Takšna pristopa sta najboljša za predvidljive načine izrabe orodij za GIS-e in poznane uporabnike, denimo za intranet in podporo za vnaprej predvidene uporabniške zahteve. Ti pristopi so tudi zelo vabljivi za proizvajalce strežnikov GIS-ov in se zato najpogosteje uporabljajo, ker uporabnike vkljub odprti tehnologiji posredno vežejo na določeno izvedbeno okolje GIS-ov.

### 3.4 Uporaba javanskih programčkov



Slika 5: Primer za virtualni (X3D-VRML) prikaz letališča Schiphol (NL)



Tretji pristop predstavlja javansko okolje v strežniku v povezavi s sodobnimi sposobnosti splošnega brkljalnika, da lahko le-ta naloži in izvede s strežnika posredovani javanski programček (applet). Strežniški programček je poseben program v strežniku, ki lahko dinamično ustvarja spletne dokumente (HTML). Kartografske prikaze lahko po potrebi vključimo v vnaprej pripravljene javanske programe, ki se na zahtevo posredujejo s spletnega strežnika GIS-ov odjemalcu. Takšne mini aplikacije omogočajo brkljalniku uporabnika dodatno potrebno interaktivnost.

Pristop je dinamičen in deluje v realnem času ter je zlasti primeren za obdelavo izbora vektorskih podatkov, kjer je količina podatkov majhna in so izbrani objekti lahko opredeljivi. Dodatna prednost pristopa je v povečani avtonomnosti odjemalca in zmožnosti specifične vmesniške nadgradnje uporabniškega brkljalnika, ki je potrebna za manipulacije s prostorskimi podatki. Slabosti so v glavnem v raznoliki uporabniški programski opremi, problemi s podporo za raznolike naključne zahteve, nestandardni jezik (Java) in težave, povezane s strategijami za porazdeljevanje podatkov.

Posebni javanski programčki se tako po potrebi uporabljajo v brkljalniku za razna opravila, kot so na primer nalaganje prostorskih podatkov s strežnika, razni tematski prikazi in odgovori na naključna uporabniška vprašanja (denimo MapXtreme za MapInfo). Podobno kot programska oprema na splošno so takšni javanski programi lahko obsežni in zamudni za prenos ter izvedbo. Zato se lahko uporabljajo tudi rešitve, ki spominjajo na predhodne pristope in se nekateri javanski programi kar prednaložijo kot dodatki v splošni brkljalnik odjemalca (denimo MapInfo MapGuide Java Edition in Esri MapCafe).

#### **4. MOBILNI GIS**

S prodorom odpornih in avtonomnih terenskih računalnikov ter hitrim razvojem mobilnega računalništva se obeta nadaljnji razvoj tehnologije GIS-ov k porazdeljenim obdelavam in zlasti k podpori avtomatizacije pri neposrednem zajemanju podatkov na terenu. Ta novi pristop omogoča uporabo tehnologije GIS-ov in s tem obdelavo prostorskih podatkov neposredno na terenu. Brezžična ali pa medmrežna povezava terenskega računalnika s strežnikom omogoča prenos podatkov in posredno zagotavlja tudi dodatno procesno podporo strežnika v pisarni. Takšen pristop, ki se uveljavlja zadnja leta, pomeni pretvorbo tradicionalnih pasivnih meritev na terenu v aktivno obdelavo in vzdrževanje podatkov med samim zajemanjem.



Slika 6: Mobilni GIS na dlančniku - Esri OnSite ArcPad

- Za tak sodoben tehnološki prodor uporabe tehnologije GIS-ov neposredno na terenu vplivajo zlasti:
- mobilne povezave (prenosna telefonija, infrardeče in zlasti radijske povezave),
- prodor novih oblik dlančnikov (ročni, žepni in mali prenosni računalniki),
- povečanje avtonomnosti in odpornosti takšnih naprav (energijska varčnost, razvoj posebnih izvedb procesorjev, zmanjšanje teže in velikosti, peresni in terenski računalniki itd.),
- neposredna povezava z elektronskimi merskimi instrumenti (elektronski tahimeter, digitalni nivelir, ročni laserski razdaljemer in GPS - premični sprejemnik),
- ustrezna programska oprema (lahka in posebna orodja CAD/GIS),
- nove metode dela na terenu (prodor digitalne elektronike, CCD in robotizacija).

Hiter razvoj digitalne elektronike, zmanjševanje dimenzij ob hkratnem večanju sposobnosti računalnikov, hiter prodor dlančnikov, njihova vedno bolj množična in vsesplošna uporaba, povezave z mobilno telefonijo, zmanjševanje stroškov ter stalno nižanje cen prav tako bistveno vplivajo na nove uporabniške odzive na področju tehnologije GIS-ov. Mobilno računalništvo in terenski računalniki pa imajo tudi svoje posebnosti in slabosti, kar je še posebej značilno za dlančnike<sup>(1)</sup>, ki verjetno še nekaj časa ne bodo primerni za podporo pri zahtevnejših geodetskih opravilih na terenu.

(1) Majhni računalniki (ročni, žepni in mali notesniki) večinoma tečejo pod okni MS CE, Psion EPOC ali PlamOS operacijskimi sistemi, za katere je sicer izdelanih veliko aplikacijskih programov. Denimo v MS CE okolju (različica 3), ki se popularno imenuje MS PocketPC, imajo orodja skupno oznako "žepni". Tako so poznani programski paketi Pocket Word, Pocket Excel, Pocket Power Point itd. Micro Soft je oznanil že tudi prihod nove izpopolnjene različice MS CE (različica 4).

Tabela 1: Orodja za GIS-e za dlančnike

Trenutna slabost mobilnih GIS-ov je, da večina standardnih geodetskih in programskih orodij za GIS-e temelji na PC-jih (okna NT in 2000), zato je potrebno veliko dodatnega dela za vzpostavitev sistema za reševanje nalog, ki jih je s peresnimi terenskimi računalniki mogoče izvajati. Vendarle pa že obstajajo orodja za GIS-e, ki tečejo v operacijskih sistemih MS CE (PocketPC) in PalmOS. Naslednja tabela prikazuje nekaj primerov takšnih orodij.

	<i>Ime orodja za GIS</i>	<i>Proizvajalec</i>	<i>Operacijski sistem</i>
1	ArcPad	Esri (US)	MS okna CE
2	FieldWorker Pro	FieldWorker Products (UK)	MS okna CE
3	GISPad	Con terra (DE)	MS okna CE
4	OnSite	Autodesk (US)	PalmOS
5	Penmap	Strata Software (UK)	MS okna CE
6	Pocket FastMap in Mobile GIS	Survey Supplies (UK)	MS okna CE
7	Pocket GIS	Positioning Resources (UK)	MS okna CE

## 5. ZAKLJUČKI

Prodor tehnologije GIS-ov in uporaba kartografskih prikazov na medmrežju je v zagonu in predstavlja novo področje uporabe. Vzporedno s povečano in ponovno uporabo geografskih podatkov se poraja tudi niz problemov, kot so denimo pravna vprašanja avtorstva podatkov, standardizacija kodiranja in prenosa podatkov (XML in GML - Geospatial Markup Language), cenovna politika za podatke in strategija za programske dodatke, standardizacija programja (Java) itd. Iz arhitekture porazdeljenih obdelav in podatkovnih zbirk se razvoj ponovno obrača k centralizirani obliki strežnikov GIS-ov, kar ponovno prinaša številne prednosti, kot so denimo osrednji nadzor nad podatkovno bazo GIS-ov, integriteta, odgovori v realnem času itd. Bistvena razlika med konvencionalno arhitekturo strežnik odjemalca in sodobnim spletnim pristopom pa je zlasti v avtonomnosti, prilagodljivosti ter strojni in programski neodvisnosti odjemalca.

## **Literatura:**

Autodesk (OnSite in MapGuide) - URL: <http://www3.autodesk.com>

ESRI (ArcExplorer, ArcView IMS, MapCafe in Arc IMS) – URL: <http://www.esri.com>

GEO.NET - URL: <http://www.geo.sbg.ac.at/projects/geonet/>

Giffod Fred, *Internet GIS Architecture*, Mapping Awareness, August 1999, str. 40–42.

Grenwood Chris, *Internet mapping made simple*, Mapping Awareness, August 1999, str. 31–32.

Intergraph (GeoMedia Web Map in Web Enterprise) - URL: <http://www.intergraph.com/gis>

Kendall Geoff, *A Guide to Internet Mapping Products and Pricing*, Mapping Awareness, August 1999, str. 34–39.

Open GIS Consortium (GML) - URL: <http://www.opengis.org/>

Prastacos Poulcos, *Geo-Information-Systeme, Putting GIS on the WEB*, Jahrgang 13, februar 2000, str. 13–16.

Spletna kartografija (URL): <http://kartoweb.itc.nl/webcartography/webbook/index1.htm>

Virtualni (3D VRML) letališča Schiphol (URL):

[http://flightinfo.schiphol.nl/engine/index\\_def.html?lang=en&page\\_nr=590](http://flightinfo.schiphol.nl/engine/index_def.html?lang=en&page_nr=590)

W3Consortium (CGI, HTML in XML) – URL: <http://www.w3.org>

---

Recenzija: Samo Drobne, Marjan Žura

---

Prispelo v objavo: 2001-11-05