

NATANČNO SATELITSKO GEOLOCIRANJE ZA VSAKOGAR!?

Joc Triglav

1 SATELIT GPS IIF-1

Iz baze ameriških letalskih sil v Cape Canaveralu na Floridi so po večkratnih preložitvah 27. maja 2010 uro pred polnočjo z raketo United Launch Alliance Delta IV izstrelili satelit GPS IIF-1 (glej sliko 1), ki ga je izdelalo podjetje Boeing. Satelit, vreden 121 milijonov dolarjev, je v treh urah in pol dosegel svoj predvideni položaj v orbiti na orbitalni ravnini B na položaju 2, kjer je zamenjal satelit GPS IIA-27, ki je v orbiti že od septembra 1996 in so ga zdaj prerazporedili v drugo orbito. Satelit GPS IIF-1 čaka več mesecev testiranja, vključno s testiranjem skladnega medsebojnega delovanja vseh sestavnih delov vgrajene opreme, polne združljivosti z drugimi sateliti sistema GPS ter z nadzornimi postajami in satelitskimi sprejemniki na tleh. Testiranja bodo končana po približno štirih mesecih.



Slika 1: Satelit GPS IIF-1

Naslednji satelit iz serije GPS IIF je predviden za izstrelitev konec letošnjega leta. Boeing bo v naslednjih letih izdelal skupno dvanajst satelitov GPS IIF, s katerimi bodo postopoma nadomestili najstarejše GPS-satelite v orbiti. V zadnjih treh desetletjih so v orbito izstrelili približno šestdeset GPS-satelitov različnih generacij. Prvi so bili namenjeni le preverjanju koncepta natančne satelitske navigacije, po uspešnih testiranjih pa so vzpostavili celoten sistem GPS-satelitov v šestih orbitalnih ravninah. Danes sistem GPS sestavlja trideset delujočih satelitov – enajst

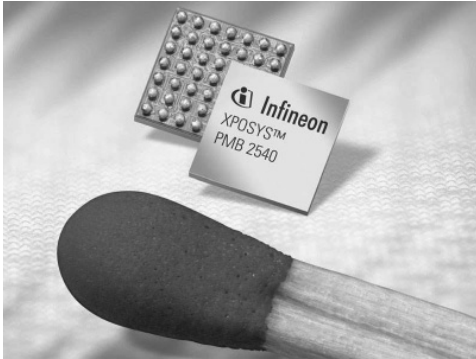
satelitov generacije IIA podjetja Boeing ter dvanajst satelitov IIR in sedem moderniziranih satelitov IIR podjetja Lockheed Martin. Sateliti so zelo različnih starosti, od manj kot leta dni do več kot deset let.

Verjetno se že sprašujete, zakaj toliko govora o GPS-satelitih generacije IIF? In kaj, če so po desetinah satelitov izstrelili še enega? Tokrat je stvar vseeno vredna posebne pozornosti, ker GPS IIF-1 ni samo še eden v množici GPS-satelitov. Je namreč prvi GPS-satelit nove generacije, ki bo že v bližnji prihodnosti močno spremenila način pridobivanja in obdelave geolokacijskih informacij. GPS-sateliti nove serije IIF prinašajo ključne tehnološke izboljšave, med drugim novo frekvenco L5 za večjo natančnost geolociranja, izboljšane interne ure, daljšo življenjsko dobo in programsko prilagodljive procesorje za podporo prihodnjim potrebam. Oprema GPS-satelitov generacije IIF bo v temeljih preoblikovala razvoj in razmerja na trgu geolokacijskih storitev in geoprostorskih aplikacij. To bo imelo velike posledice tudi za geodetsko stroko po svetu, pri čemer slovenski geodeti ne bomo izjema. Zato je prav, da se na kratko seznanimo s prihajajočimi korenitimi spremembami.

2 NOVI ČASI

Za kaj torej gre? Današnji dvofrekvenčni (L1/L2) sprejemniki omogočajo doseganje visoke centimetrsk natančnosti pri določitvi geolokacije v zelo kratkih časih, običajno že v nekaj sekundah. Imajo pa »slabo« lastnost, da so precej dragi, in že začetni modeli stanejo več tisoč evrov. Cene so tako visoke predvsem zato, ker se v svetu z izdelavo dvofrekvenčnih GPS-sprejemnikov ukvarja le kakšen ducat podjetij. Frekvenca L2 je bila namreč prvotno namenjena vojaški uporabi in ni bila dostopna kot odprti signal. V 80. letih prejšnjega stoletja pa je nekaj bistrih inženirjev ugotovilo, kako uporabiti frekvenco L2 v komercialne civilne namene. Seveda so bili toliko pametni, da so svoje tehnološke rešitve zaščitili s patenti. Teh pa je toliko, da je zelo otežen vstop na trg dvofrekvenčnih GPS-sprejemnikov, naj gre za sprejemnike za geodete, za vodenje gradbene mehanizacije, za GIS uporabnike ali karkoli drugega.

V nasprotju s frekvenco L2 je frekvenca L5, ki jo oddajajo sateliti generacije IIF, odprta za prosto uporabo. Njena specifikacija je javno objavljena (glej na primer <http://www.losangeles.af.mil/shared/media/document/AFD-081021-036.pdf>), zanjo ni treba plačevati licenc, tudi za izdelavo GPS-sprejemnikov ni nobenih patentnih stroškov. Torej lahko brez patentnih omejitev katerokoli tehnološko usposobljeno podjetje na svetu izdela dvofrekvenčni (L1/L5) GPS-sprejemnik, ki bo enako ali celo bolj natančen od sedanjih dvofrekvenčnih (L1/L2) GPS-sprejemnikov. Iz zgodovine elektronike vemo, da se s širjenjem konkurence in množičnostjo proizvodnje zvišujejo zmogljivosti in nižajo cene opreme. To potrjuje tudi kratek pogled na razvoj enofrekvenčnih (L1) GPS-čipov v mobilnih napravah telefonije in osebne navigacije: enofrekvenčne GPS-naprave, ki so bile na začetku velike in drage, so zdaj na voljo v obliki čipa, ki stane le še približno en evro in meri približno toliko kot velika črka H v tem prispevku (glej sliko 2).



Slika 2: Primer miniaturnega GPS-oddajnika/sprejemnika, izdelanega s 65-nm nanotehnologijo. Čip meri le $2,8 \times 2,9$ mm.

Cena in dimenzije pa se še naprej zmanjšujejo. Podoben trend bomo lahko spremljali na področju dvofrekvenčnih (L1/L5) GPS-sprejemnikov, ki bodo na koncu desetletja dosegljivi vsem uporabnikom za tako nizko ceno, da si to danes težko predstavljamo. To bo omogočilo poceni pridobivanje natančnih (horizontalnih in vertikalnih) geolokacijskih podatkov množici tehnološko naprednih uporabnikov s širokim spektrom elektronskih naprav. Edina omejitev je, da uporabniki potrebujemo približno 24 satelitov, ki bodo oddajali frekvenco L5. To se bo po napovedih v omrežju GPS-satelitov uresničilo med letoma 2018 in 2020. Do takrat pa seveda izdelovalci sprejemnikov ne bodo počivali in bodo nenehno izpopolnjevali svoje dvofrekvenčne (L1/L5) naprave.

Zaradi prosto dostopne frekvence L5 se bodo torej precej znižale cene dvofrekvenčnih GPS-sprejemnikov, hkrati pa bo med veliko izdelovalci GPS-sprejemnikov kar vrelo od konkurence in inovativnosti, zlasti na tržnem segmentu elektronike za široko uporabo. To bo toliko vplivalo na geodetsko stroko, da bo čez deset let najdražji kos geodetske GPS-opreme GPS-antena, za katero bo verjetno treba odšteti okrog sto evrov. Velike in nerodne antene bodo namreč tudi v prihodnosti nezanimive za široko uporabo, zato bo povpraševanje po njih ostalo znotraj ožjih geodetskih in drugih strokovnih krogov, kar bo ohranjalo njihovo visoko ceno. Dvofrekvenčni GPS-sprejemniki za široko uporabo v telefonih, PND-osebnih navigacijskih napravah ipd. bodo torej načeloma lahko enako natančni kot dvofrekvenčni GPS-sprejemniki, ki jih uporabljamo geodeti. Rezultat razvoja dvofrekvenčnih (L1/L5) GPS-sprejemnikov za široko uporabo bo natančno in preprosto določanje geolokacije (vključno z višinami) z različnimi poceni miniaturnimi napravami. Tako se bo močno povečala količina kakovostnih in natančnih geolokacijskih podatkov, katerih pridobivanje je še veliko predrago.

3 POGLED ČEZ PLOTOVE GPS

Zgodba postane še bolj zanimiva, če pogledamo čez plotove GPS, to je na širše področje GNSS. V oceni dosegljivosti frekvence L5 na 24 satelitih do leta 2018–2020 je namreč upoštevan le razvoj GPS-satelitov. Konec leta 2020 je hkrati skrajni rok za polno prosto dosegljivost frekvence L5 v sistemu GPS, saj bo takrat ameriško vojno letalstvo kot upravljalavec sistema GPS prenehalo

podpirati uporabo dvofrekvenčnih L1/L2 GPS-sprejemnikov. ZDA seveda niso edina država, ki deluje na področju razvoja sistemov GNSS. Tudi evropski satelitski navigacijski sistem Galileo, ki je šele v začetni fazi vzpostavitve, namreč uporablja frekvenci L1 in L5. Okrog leta 2015 torej ni nemogoča uresničitev možnosti, da bo v orbiti poleg dvanajstih satelitov GPS, ki bodo oddajali frekvenci L1 in L5, še dvanajst satelitov Galileo, ki bodo tudi oddajali ti dve frekvenci. Torej bi bil vzpostavljen sistem štiriindvajsetih delujočih satelitov s frekvencama L1 in L5, kar je najmanjša zahteva za njegovo zanesljivo dosegljivost in zadovoljivo uporabnost. ZDA in Evropska unija sta namreč pred časom podpisali sporazum o medopravilnem razvoju svojih satelitskih navigacijskih sistemov, ki bo zagotavljal njuno združeno uporabo.

Pri vsem tem ne gre pozabiti na ruski globalni sistem satelitske navigacije GLONASS, ki je po nazadovanju in skorajšnjem razpadu v 90. letih prejšnjega stoletja v zadnjih letih dobil nov zagon. Decembra lani in marca letos so izstrelili po tri satelite serije M, tako da je zdaj v orbiti skupno triindvajset satelitov, od tega dvajset delujočih. To pomeni, da je že skoraj vzpostavljen polno delujoč sistem s štiriindvajsetimi sateliti v treh orbitalnih ravninah. Ruska vesoljska agencija načrtuje, da bo sistem do konca naslednjega leta z dodatnimi izstrelitvami satelitov serije K štel že trideset satelitov. Od leta 2000 svoj sistem GNSS razvija tudi Kitajska. Za zdaj so sicer precej skrivnostni in zelo skopi z informacijami, a kitajsko ministrstvo za industrijo in informacijsko tehnologijo je v začetku junija letos uradno sporočilo, da je Kitajska uspešno izstrelila svoj četrti navigacijski satelit za lasten sistem, imenovan Compass/BeiDou. Satelitski sistem naj bi v polni izvedbi tvorilo petintrideset satelitov. Do leta 2012 bo s storitvami predvidoma pokrival območje Azije in Tihega oceana, do leta 2020 pa ves svet.

4 DEMOKRATIZACIJA DOLOČANJA NATANČNE GEOLOKACIJE

Brez prehudega tveganja je torej mogoče napovedati, da bodo po letu 2015 in najpozneje do konca leta 2020 na svetovnem trgu vsakomur, ki bo imel nekaj sto evrov v žepu, dostopni dvofrekvenčni (L1/L5) GPS-sprejemniki s centimetrsko horizontalno in vertikalno natančnostjo. Svet čaka prava mala geolokacijska revolucija, natančni podatki o geolokaciji bodo v naslednjih desetletjih vsakomur dosegljivi prav tako enostavno, kot so danes podatki o času.

Elektronska industrija, trgovina in številni se tega seveda nadvse veselijo. Posel bo cvetel, za široko vsakdanjo rabo bodo uporabnikom na voljo vedno nove naprave, ki bodo zagotavljale vedno enostavnejšo, boljše in cenejšo satelitsko določitev geolokacije. Že danes približno milijarda ljudi uporablja na GPS-tehnologiji temelječo opremo za zelo različne namene, ob napovedih razvoja sistemov GPS, Galileo, GLONASS, Compass/BeiDou, QZSS, ipd. pa so možnosti za nadaljnje širjenje uporabe satelitskega geolociranja in navigacije izjemne. V naslednjem desetletju bo uspeh zagotovljen podjetjem in izdelkom, ki bodo najuspešneje združevali geolokacijske tehnologije. Elektronske naprave bodo omejitve v zmogljivostih GNSS-tehnologij v nekaterih okoljih (npr. znotraj stavb, v urbanih kanjonih) dopolnjevale z drugimi geolokacijskimi tehnologijami, kot so Wi-Fi (brežžična lokalna omrežja), MEMS (mikroelektromehanski sistemi), NMR/MRL (meritve moči GSM in 3G mobilnih telefonov) in podobni.

V tej že danes ogromni množici uporabnikov GPS-tehnologije smo geodeti zanemarljivo majhna

in s svojo prislovično skromnostjo tudi tako rekoč neopazna skupina. Ob teh razvojnih trendih se lahko globoko zamislimo in poskušamo poiskati odgovore na vprašanja, ki nam bodo kmalu začela tleti pod nogami (glej sliko 3). Kako dolgo bomo še ekskluzivni mojstri za najbolj natančno določanje geolokacije?! Kdo nas bo čez čas še potreboval za izvajanje geodetskih storitev, kakršnih smo vajeni? Kam naj usmerimo svoje potenciale in kakšna znanja naj pridobivamo, da bomo zagotovili dostojen obstoj in razvoj geodetske stroke? Ali nas morebiti čaka podobna usoda kot nekoč kovače in kolarje, ko bodo tudi okovja naših prekrasnih, umetelno izdelanih lesenih vozov (beri: dosedanje geodetske satelitske in druge merske tehnologije) zamenjali enostavni, natančni in poceni satelitski geolokacijski sprejemniki za široko uporabo, ki jih bo mogoče kupiti že v kiosku na vogalu?



Slika 3: Svetla prihodnost za široko dostopnost natančnega satelitskega določevanja geolokacije se je začela 27. maja 2010 z izstrelitvijo satelita GPS IIF-1. Za nas geodete pa se je takrat začel teči čas za razmislek, kako razgnati oblake ...

5 ISKANJE ODGOVOROV PRI KORENINAH

Odgovore na ta vprašanja je smiselno iskati ob zavedanju, da zgolj z geodetskim rokodelstvom, ki ga pri svojih storitvah večinoma zagotavljamo danes, kot stroka ne bomo preživel. Vsak najstnik s svojo mobilno napravo bo pri določanju geolokacije dejstev v naravi kmalu lahko konkurenca geodetu s profesionalnim satelitskim sprejemnikom. To seveda še ne pomeni, da bo tak najstnik na primer znal določiti tudi geolokacijo pravičnega položaja nekega mejnika pri ureditvi ali označitvi meje. Vseeno se moramo zamisliti. Če bomo na primer meje urejali tako, da bomo le najbolj preprosto prenesli grafične koordinatne podatke iz digitalnih katastrskih načrtov v naravo, namesto da bi jih pedantno geodetsko preračunali in upoštevali originalne arhivske geodetske podatke v obliki starih skic, tahimetričnih zapisnikov in podobnih merskih listin, si obstanka kot geodeti niti ne zaslužimo. To je le ponazoritev razhajanja vsakdanje geodetske prakse od dela, ki bi ga geodet moral zagotavljati pri geodetski storitvi. Prepričan sem, da boste druge podobne primere razhajanj brez težav našli tudi sami, če boste le malo pobrskali po izkušnjah.

Vrniti se bomo torej morali h geodetskemu znanju, k svojim koreninam, ki so nam dolga stoletja dovajale energijo, potrebno za doseganje vrhov znanstvenega in tehnološkega napredka. Pri tem se bo naša vloga iz pretežno storitvene dejavnosti vse bolj pomikala na področje temeljne prostorske infrastrukture, kjer bo namenjena skrbi za brezhibno časovno odvisno definiranje in realizacijo koordinatnega sistema, za kakovostno vsebino evidenc o dejstvih, subjektih in objektih v prostoru ter za njihovo racionalno vodenje in povezovanje z drugimi evidencami, ki vsebujejo na prostor vezane sestavine in/ali lastnosti za potrebe drugih področij delovanja družbe in vsakega posameznika v njej.

Na tem znanju in teh prednostih bomo geodeti tudi v prihodnje lahko gradili in širili svoj temeljni prostor pod soncem. Spremembe nas sicer čakajo šele pojutrišnjem, a nujno razmislimo o njih že danes, da bomo kot stroka jutri znali primerno ukrepati in se pravočasno prilagoditi novim razmeram!

Joc Triglav, univ. dipl. inž. geod.

Območna geodetska uprava Murska Sobota,
Slomškova ulica 19, SI-9000, Murska Sobota
e-pošta: joc.triglav@gov.si