

SLOVENIJA IZ SATELITA

Branč Pavlin

Številni civilni sateliti že služijo človeštvu. Znani so METEOSAT-evropski, METEOR-sovjetski in TIROS/N-ameriški meteorološki sateliti; SEASAT-oceanografski sateliti, TELECOM- telekomunikacijski satelit idr. Prispevek predstavlja le zemeljsko-opazovalne satelite LANDSAT in SPOT, način nastajanja in obdelavo njihovih posnetkov ter uporabnost za Slovenijo.

Zemeljsko-opazovalni sateliti so specializirani za zbiranje podatkov o kopnem in vodnem površju Zemlje. Uporabnost teh podatkov je zelo široka. Naj našteto nekaj primerov: satelite uporabljajo za iskanje različnih rudnih nahajališč, zlasti pa nafte; v slabo raziskanih in težko dostopnih območjih sveta za izdelovanje topografskih kart, za kartiranje geološke zgradbe in tipov prsti; nadalje za spremljanje razširjenosti površinske onesnaženosti voda, nedavni primer je kontroliranje gibanja naftnega madeža po nesreči tankerja ob obalah Aljaske; v puščavskih predelih so sateliti pomembni pri iskanju bazenov bogatih s talno vodo, spremljati pa je mogoče tudi širjenje puščavskega peska; na plantažah monokultur spremljajo širjenje obolenosti rastlin, napovedujejo letino, ocenjujejo škodo na posevkih zaradi poplavl ali suše itd; s pomočjo satelitov so lahko ocenili škodo nastalo zaradi erozije prsti, ki jo je sprožilo izsekavanje gozdov Amazonskega nižavja; černobilske katastrofe ni bilo mogoče zamolčati tudi zato, ker so jo natančno spremljali sateliti.

KAKO NASTANEJO SATELITSKI POSNETKI?

Zemeljsko-opazovalni satelit kroži okrog Zemlje. Njegovi detektorji registrirajo elektromagnetno valovanje (EMV) različnih valovnih dolžin, ki prispe od zemeljskega površja skozi atmosfero do njih. Deli zemeljskega površja kot npr. gozdovi, vode, pozidane površine, kmetijske površine namreč različno odbijajo EMV, ki prihaja do njih v obliki sončne svetlobe. Te različne odbojne vrednosti so osnova za

računalniško razločevanje raznolikih delov zemeljskega površja na satelitskih posnetkih. Najmanjša enota ploskve na kateri satelit meri odbojno vrednost EMV in jo imenujemo piksel je zelo pomembna za natančnost satelitskih posnetkov. Ti so namreč sestavljeni iz množice pikslov. Čim manjši je piksel, tem večja je natančnost posnetkov. Naprave na satelitu torej zajemajo EMV različnih valovnih dolžin. To predstavlja osnovne podatke, ki jih satelit, po prehodni obdelavi, pošilja v sprejemne postaje na Zemlji, kjer se zapisujejo v digitalni obliki na magnetne trakove. Uporabniki lahko kupijo magnetne trakove s podatki za območja, ki jih zanimajo in nadaljujejo njihovo obdelavo s pomočjo računalnika.

Zgodovina zemeljsko-opazovalnih satelitov se je začela julija 1972, ko je pričel delovati prvi ameriški satelit, kasneje poimenovan Landsat-1. Sledila sta mu po tehnični zasnovi podobna Landsat 2 in 3, leta 1983 in 1984 pa izpopolnjena Landsat 4 in 5. Prvi trije sateliti so obkrožili Zemljo 14 krat v 24 urah, na višini 915 km. Po 18 dneh so bili nad isto točko nad Zemljo, točno ob istem času. Zadnja dva krožita še danes po orbiti na višini 705 km in se vrneta nad isto točko vsakih 16 dni. Ker si sledita v časovnem zamiku, je posneta ista točka na Zemlji vsakih 8 dni. Sateliti Landsat posnamejo ob vsakem preletu pas širok 185 km. Najmanjša enota ploskve (piksel), na kateri so prvi trije merili odboj EMV, je bila 55x79 m. Pri zadnjih dveh pa znaša piksel 30x30 m.

Poleg Američanov se z razvijanjem satelitskega zajemanja podatkov ukvarjajo še druge države: Japonska, Indija, Kitajska in nekatere evropske

države, združene v organizaciji ESA (European Space Agency). Za nas je zanimiv zlasti program, ki ga izvajajo Francozi. V letu 1986 so v 806 km oddaljeno tirnico v kroženje poslali svoj satelit, imenovan SPOT. Satelit preleti isto točko nad Zemljo vsakih 26 dni. Zaradi drugačnega sistema snemanja kot pri Landsatu pa je po potrebi mogoče posneti neko območje tudi bolj pogosto in sicer že 2 dni po prejšnjem preletu. Ta lastnost Spota je dobrodošla za tiste predele Zemlje, ki so pogosto oblačni, saj je datum snemanja delno mogoče prilagoditi vremenu. Satelit Spot snema dva vzporedna pasova hkrati, širine 60 km. Velikost piksla 20x20 m in 10x10 m je prirejena za razmere drobne razparceliranosti v evropskem kmetijstvu in je zato izredno zanimiva za Slovenijo in Jugoslavijo. Manjšanje velikosti piksla in s tem večanje natančnosti satelitskih posnetkov je dobrodošlo. Toda hkrati to pomeni izredno veliko povečevanje podatkov, za kar je potrebna dražja računalniška strojna oprema.

Intervju z dr. Ano Tretjak, agronomko, vodjo skupine za satelitsko teledetekcijo na Zavodu SR Slovenije za statistiko.

Katere naloge osnovane na daljinsko zajetih podatkih ste doslej realizirali za območje Slovenije; kdaj in kje?

Večina nalog je bila realizirana v tujini, ker v Jugoslaviji za te namene še nimamo specializirane računalniške programske in strojne opreme. Leta 1984 smo na Nizozemskem analizirali Savinjsko dolino in sicer ocenili površino hmeljišč. Leta 1986 smo skupaj s sodelavci FAO centra v Rimu izdelali računalniški mozaik Slovenije v merilu 1:500 000 z osnovnimi ocenami rabe zemljišč; tam smo izdelali tudi digitalno karto občine Ptuj v merilu 1:50 000, kjer smo med drugim uspeli ločiti dva osnovna tipa pedosekvenc; izdelali smo tudi karto Savinjske doline, kjer smo pokazali, da se da zgolj na podlagi satelitskih posnetkov locirati območja vlažnih tal. Izdelali smo tudi sestojno karto gozdov na Pohorju v merilu 1:50 000. S pomočjo podatkov satelita Spot, kjer je resolucija 10x10 metrov, smo izdelali karto rabe tal v občini Krško, tudi v merilu 1:50 000. Pokazalo se je, da so podatki primeni za vzdrževanje zemljiškega katastra. Leta 1987 smo skupaj s FAO na Švedskem izdelali karto rabe zemljišč občine Ajdovščina, kjer

smo kmetijske površine razdelili v šest kategorij.

Zakaj tolikšna pozornost kmetijskim površinam?

Dogajanje v kmetijstvu je izredno dinamično, posebno od maja pa do pozne jeseni. Spremljamo ga lahko le tako, da v tem terminu periodično zbiramo podatke in sateliti so eden od možnih virov. Kmetijstvo kot gospodarska panoga zahteva globalne podatke (npr. za nivo upravne občine), ki morajo biti objektivni in hitro dostopni, da omogočajo hitre in kvalitetne kmetijsko-ekonomske odločitve. Tretja in zelo pomembna stvar je točna lokacija parcele na karti oziroma na terenu, kar omogoča prognozo pridelka (letine) ali škode v primeru ekoloških katastrof in naravnih nesreč. In četrtič, tovrstni podatki so sedaj relativno in absolutno cenejši od klasičnega načina zbiranja podatkov za potrebe kmetijske statistike, kot je to s cenilci na terenu.

Ali lahko v grobih korakih opišete potek obdelave podatkov pridobljenih z zemeljsko-opazovalnimi sateliti?

Kvalitetna računalniška obdelava teh podatkov sloni tudi na podatkih, zbranih na terenu. Število terenskih podatkov (vzorcev) je veliko manjše kot pri klasičnih cenilcih na terenu. Terenske podatke zberemo v določeni rastni (fenološki) fazi rastlin(e), ki nas zanima(jo). Te podatke prenesemo v računalnik skupaj s satelitskimi in izvedemo fazo učenja računalnika. Nato pa z ustreznimi matematično-statističnimi metodami vse satelitske podatke opredelimo v izbrano število razredov rabe tal. Končni rezultat je računalniška karta, ki nam pove tako hektarje kot tudi lokacijo kmetijskih kultur. Zatem moramo izračunati še zanesljivost naše klasifikacije in pa natančnost. Te rezultate lahko še izboljšamo, če jih povežemo še z drugimi podatki, recimo reliefnimi podatki (digitalni model reliefa), numeričnimi podatki pedoloških kart in meteorološkimi podatki. Obogateni in izboljšani podatki nam lahko služijo kot vhodni podatki za modeliranje in prognoze.

Katere so po vašem mnenju pomanjkljivosti satelitsko pridobljenih podatkov, zlasti za teritorij Slovenije?

Zaradi drobne parcelacije njivskih in drugih površin v Sloveniji je resolucija ali ločljivost (velikost piksla) resna pomanjkljivost satelitov za območje Slovenije. Četudi ima Spot ločljivost 10x10 metrov,

je za nas to komaj zadovoljivo. Pogosta oblačnost in zamegljenost dolin in kotlin Slovenije v vegetacijski dobi predstavlja močno oviro za pridobivanje zanesljivih in realnih podatkov o kmetijskih kulturah in površinah. V sedanji ekonomskih razmerah je tudi cena teh posnetkov ovira za tekoče nabavljanje teh podatkov. Za obdobje enega vegetacijskega cikla je potrebno dokaj veliko število trakov, da na njih lahko izvajamo kmetijske statistike in prognoze.

Kako daleč smo v Sloveniji pri uporabi satelitsko zajetih podatkov in kakšen je sploh nivo našega znanja o tem?

Če gre samo za nivo znanja bi rekla, da imamo v Sloveniji zelo močno skupino strokovnjakov, ki imajo že mednarodne reference in bi lahko uporabljali te podatke. Niso le iz kmetijstva, ampak tudi geologi, gozdarji, geodeti, geografi, seveda tudi elektroinženirji, programerji, statistiki in matematiki. Žal pa nimamo ustrezne računalniške strojne in programske opreme, ki bi omogočala, da operativno in strokovno uspešno izrabimo vse možnosti, ki jih dajejo satelitsko skanirani podatki.

Kako gledate na prihodnost satelitsko zajetih podatkov v svetu in pri nas?

Prihodnosti sta dve. Ena je tehnični razvoj satelitov, kjer je močna težnja, da se zmanjša ločljivost na 5x5 metrov. Pomembna novost je tudi razvoj radarjev na satelitih, kar pomeni, da bo odpadel problem oblačnosti. Cenitev opreme za obdelavo satelitskih posnetkov je nadaljni dejavnik v prid satelitski teledetekciji. Druga pomembna smer razvoja je mednarodno povezovanje na področju satelitske teledetekcije za operativne namene. V Severni Ameriki, ki ima velike kmetijske površine in je velik izvoznik

hrane, je prišlo do povezovanja zainteresiranih organizacij že prej. V Evropi pa so nedavno postavili prve skupne metodološke osnove za kmetijske statistike in prognoze na osnovi izračunov biomase. Slovenija in Jugoslavija v te projekte nista vključeni, nekaj zaradi konvencij, ki jih nismo podpisali, nekaj pa zato, ker tehnično nismo opremljeni. Upam, da bomo po osmih letih obljub v Jugoslaviji le uspeli dobiti sredstva za opremo, ki bo omogočila, da bi kot strokovnjaki tudi samostojno nekaj naredili za potrebe jugoslovanske in slovenske statistike.

Razvoj tehnike in metodologije na področju daljinskega zajemanja podatkov o zemeljskem površju je zelo dinamičen. Obetaven je razvoj radarske tehnologije, montirane bodisi na visokoletnih letalih ali na satelitih. Prednost radarja je v tem, da lahko kvalitetno snema ponoči, ob deževnem ali meglenem vremenu in da je natančnejši od dosedanjih satelitov. Računalniška analiza radarskih posnetkov pa je izredno zahtevna, oviro predstavljajo tudi vojaško varnostne zahteve posameznih držav. Evropska vesoljska agencija načrtuje za leto 1991 izstrelitev zemeljsko-opazovalnega satelita, ki bo, poleg druge opreme, s seboj nosil tudi zemeljsko-opazovalni radar. Upajmo, da bo naša država znala najti pot za vključitev v ta projekt.

Campbell, J. P., 1987, Introduction to remote sensing. Virginia polytechnical institute, The Guilford Press, New York-London,

Tretjak, A., in sodelavci, 1986-87, Uporaba satelitskih metod teledetekcije za ocenjevanje izrabe tal in za potrebe kmetijstva in gozdarstva. FAO, Zavod SR Slovenije za statistiko, Rim-Ljubljana.