
INTERPRETACIJA RADARSKEGA POSNETKA

Andrej Omejc

Geodetski zavod Slovenije, Ljubljana

Prispelo za objavo: 1997-04-10

Pripravljeno za objavo: 1997-04-10

Izvleček

Izvedel sem interpretacijo dela Radarsatovega radarskega posnetka. Postopke sem izvajal z rastrskim GIS-orodjem TNTmips. Na podlagi določitve vrste rabe tal in območij kraških pojavov območja Divače sem želel ugotoviti kakovost podajanja informacij radarskega posnetka.

Ključne besede: interpretacija, Radarsat, radarski posnetek, TNTmips

Abstract

An interpretation of a part of Radarsat radar image was carried out. The procedures were performed using a raster GIS tool TNTmips. By determining a variety of different usages of the ground and the areas of the Karst phenomena near Divača, it was possible to define the quality of information provided by the radar image.

Keywords: interpretation, Radarsat, radar image, TNTmips

1 UVOD

Na podlagi interpretacije radarskega posnetka območja Divače sem skušal ugotoviti kakovost podajanja informacij. Na posnetku sem poskusil določiti tiste vrste rabe tal in območja kraških pojavov, ki se lahko identificirajo s postopki klasične fotointerpretacije. Nadzorovane in nenadzorovane klasifikacije, ki jo omogočajo boljša rastrska orodja GIS-ov, v okviru zastavljene naloge nisem izvajal. Radarski posnetek smo kupili pri kanadski organizaciji Radarsat International. Financirala ga je Geodetska uprava Republike Slovenije. Obdelal in interpretiral sem ga v rastrskem GIS-orodju TNTmips V5.3. TNTmips, tako kot druga rastrska GIS-orodja (EASI/PACE, ENVI, ERDAS Imagine, ER Mapper in MBI/MAI), omogoča prostorske analize z rastrskimi in tudi vektorskimi bazami podatkov.

2 POSNETEK IN GEOKODIRANJE

2.1 Opis satelita Radarsat

4. novembra 1995 je bil v Kanadi lansiran v zemeljsko orbito prvi komercialni satelit z radarjem s sintetizirano odprtino SAR. Satelit so poimenovali Radarsat-1 in je prvi satelit z radarskim instrumentom, ki ga je lansirala v orbito kanadska vesoljska agencija. Satelit leti v krožni, blizu polarni, sončno-sinhroni zarja-mrak orbiti s ciklom ponovitve 343 obratov v 24 dneh, tj. eno orbito na 100,7 minute. Cikel

ponovitve je čas, ki ga potrebuje satelit za dva zaporedna prehoda čez isto točko na Zemlji. Ekvatorialna višina satelita znaša 798 km in inklinacija 98,6. Na krovu Radarsata je radar s sintetizirano odprtino SAR z radarsko frekvenco 5,3 GHz (C-pas). Poslani in sprejeti radarski signali so linearno horizontalno polarizirani. Satelit snema različno široke pasove na zemljini površini, pod različnimi vpadnimi koti in ločljivostmi. Pri satelitu Radarsat so možne naslednje ločljivosti: 10, 25, 30, 50 in 100 metrov. Velikosti posnetega območja so od 50 x 50 km do 500 x 500 km in vpadni koti od 20 (10) do 60 pri 25-ih načinih osvetlitve (CSA, 1995). Vpadni kot je kot med radarskim žarkom in ravno zemljino površino. S SAR-om snemamo zemljino površino ne glede na vremenske pogoje in dnevni čas snemanja. Radarskega valovanja namreč ne motijo oblaki, niti tema. Tako lahko posnetek pridobimo v naprej določenem času in pogostnosti. V tem je velika prednost aktivnih senzorjev pred pasivnimi.

2.2 Karakteristike posnetka

V večina radarskih satelitov z radarjem s sintetizirano odprtino pridobiva enofrekvenčne podatke. Na ta način je posnetek podoben pankromatskemu posnetku iz zraka. Sliko območja Slovenije je satelit Radarsat-1 posnel pri žarkovnem načinu fine 1, kar pomeni, da je bil vpadni kot snemanja 37-40. Tip posnetka path image plus pomeni stopnjo obdelane slike pred pridobitvijo. Slikovni podatki so popravljene za radiometrično in geometrično napako (pravilna korekcija ni zajamčena), hkrati pa je zagotovljena najboljša možna ločljivost, kar jih ponuja Radarsat International. Radiometrična korekcija odstrani šume in variacije v intenziteti slike, geometrična pa napake, ki jih povzroča nagnjenost antene. Radiometrična korekcija popravlja napake antene in premočno zrnatost, geometrična pa napake nagiba antene ter napake prevračanja in senc. Radarsatovi SAR-podatki so zapisani v formatu CEOS.

Osnovne karakteristike posnetka so naslednje:

snemano območje:	Slovenija (območje Primorske: Trnovski gozd, Kras, Tržaški zaliv, del Brkinov)
satelit:	Radarsat-1
datum:	18. september 1996
čas:	05:12:19,335
žarkovni način:	fine 1
orbita:	4554-spuščajoča
tip posnetka:	path image plus
format:	Radarsat CEOS
Robne koordinate posnetka:	
zgoraj levo:	N46-03-15 E013-36-21
zgoraj desno:	N45-59-03 E014-10-24
spodaj levo:	N45-37-56 E013-29-58

spodaj desno:

N45-33-43 E014-03-46

velikost:

15 250 vrstic, 14 285 stolpcev,

razdalja med središči dveh sosednjih pikslov: 3,125 m.

Na podlagi teh podatkov lahko izračunamo velikost posnetega območja. Posneto območje je velikosti 44,64 x 47,66 km. Vključuje 5 datotek, pri čemer ena od teh vsebuje slikovne podatke SAR-a. Urejenost po direktorijih in imena datotek so standardna za posamezni posnetek.

Iz Radarsatovega radarskega posnetka sem izrezal območje Divače v velikosti 512 x 512 pikslov (Slika 1). Slikovni element nove slike je bil sestavljen iz devetih slikovnih elementov osnovne path image plus radarske slike. Vrednost informacije novega slikovnega elementa je bila srednja vrednost prejšnjih devetih, ločljivost pa je znašala 9,375 m. Velikost območja 512 x 512 pikslov je ustrezala velikosti območja 4 800 x 4 800 metrov. Slika je 8-bitna, nosilec informacije piksel ima 256 (0-255) stopenj nians sive barvne lestvice. Izbrane podatke SAR območja Divače sem konvertiral iz CEOS v PIX-format s programom CEOS čitalnik in nato v TIFF-format.

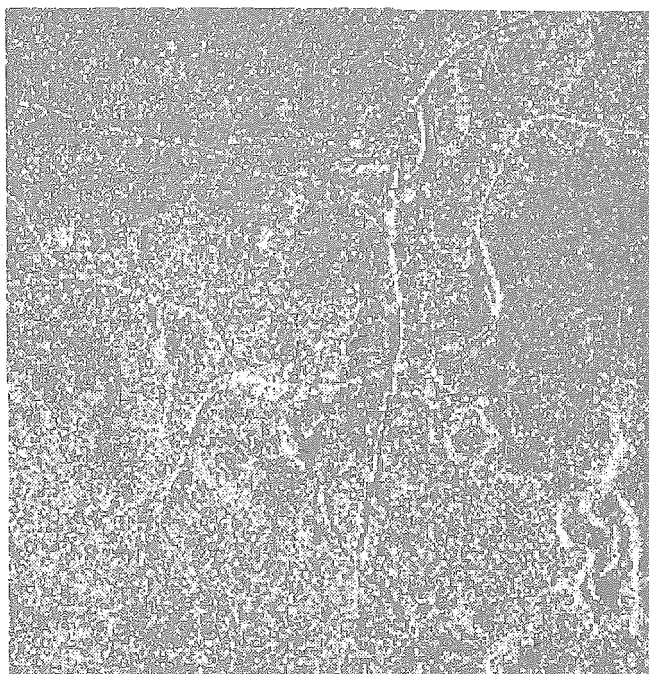
2.3 Geokodiranje

Digitalna slika vsebuje napake v geometriji, ki jih povzročijo premik antene, karakteristike senzorja in ukrivljenost Zemlje. S primerjavo ustreznih t.i. zemljinih kontrolnih točk na posnetku in na karti korigiramo napake in na tej podlagi pridobimo pravilno pozicionirano sliko. Postopek se imenuje geokodiranje oz. georeferenciranje. Kontrolne točke na Zemlji naj bi predstavljali manjši, dobro definirani pojavi, kot so križišča cest in železniških prog, rečni ovinki, jasno vidne značilnosti na mejah med morjem in kopnim idr. Kontrolne točke morajo biti enakomerno razporejene po celotni sliki, njihovo število pa naj bi bilo vsaj še dvakrat večje od zahtevane vrednosti. Tako se npr. za linearni tip rektifikacije zahteva tri točke, zaželeno pa jih je izbrati vsaj šest, za kvadratni tip rektifikacije šest točk, priporočljivo pa jih je izbrati dvanajst, ter za kubični tip rektifikacije 10, zaželeno pa dvajset.

V skladu z zapisanim sem izbral osem točk, jim s pomočjo topografske karte 1:25 000 določil geografske koordinate in jih vnesel v TNTmips. Najprej sem v pogovorno okno vpisal koordinato točke, nato pa jo poskušal postaviti na identično mesto na radarski posnetek območja Divače. Radarski posnetek sem geokodiral v geografski koordinatni sistem. Srednji pogrešek je bil pod ločljivostjo slike.

3 INTERPRETACIJA

Radarski posnetek sem interpretiral znotraj rastrskega orodja GIS-a po metodah klasične fotointerpretacije. Nadzorovane in nenadzorovane klasifikacije nisem izvajal.



© Geodetska uprava Republike Slovenije

Slika 1: Radarsatov radarski posnetek območja Divače

3.1 Vsebina interpretacije

3.1.1 Merilo interpretacije 1:50 000

Na radarskem posnetku sem lahko brez težav identificiral linearne značilnosti območja. Takoj sem prepoznal železniško in cestno omrežje, na desnem spodnjem delu posnetka pa pas kraških brezen, ki predstavljajo območje Škocjanskih jam. Območje Škocjanskih jam se prepozna tudi zato, ker je struktura zemeljske skorje na radarskem posnetku jasno definirana in prepoznavna. Udori, gube, brezna, vrtače, prelomi, doline in grebeni se ločijo od ostalih pojavov zaradi kopičenja in prevračanja slikovnih elementov na pobočjih, obrnjenih v smer snemanja satelita, in senc na drugi strani. Sence so povsod tam, kamor mikrovalovi niso segli zaradi različnih ovir. Na podlagi različnih vzorcev in razvrstitve nians (odtenkov) posameznih pikslov slike se razloči obseg oziroma razprostrtnost posameznih pojavov. Razločil sem večjo površino gozda na spodnjem delu od odprtih površin, po vsej verjetnosti travnikov in pašnikov na zgornjem delu posnetka. Piksli, ki predstavljajo gozd, so namreč svetlejših odtenkov od odprtih travnikov, pašnikov in obdelovalnih površin. Razlog je v načinu odboja mikrovalov na zemljini površini. Razloči se tudi urbano območje Divače ob infrastrukturi cest in železniških prog. Piksli, ki predstavljajo naselje, so svetlejši.

3.1.2 Merilo interpretacije 1:25 000

Razpoznal in identificiral sem novozgrajeno avtocesto, ki se približno 1,5 km nad Divačo razcepi v dva kraka. Prav tako tudi magistralno cesto na zgornjem in spodnjem delu Divače. Več težav je z regionalnimi cestami. Pri ločljivosti 9,375 m in merilu interpretacije 1: 25 000 se odtenki pikslov regionalnih cest slabo ločijo od drugih pojavov. Vzrok je med drugim v tem, da regionalne ceste na izbranem radarskem posnetku v večini potekajo po odprtem, negozdnem območju. Ceste na posnetku so zaznamovane temno, saj so površine cest gladke in zato odbijejo mikrovalove stran od sprejemnika. Ob cestah se zaznajo svetli pasovi. Povzročijo jih pobočja vzpetin ob cestah in nasutje materiala, po katerem teče cesta.

Za železniške tire velja podobno kot za ceste. Gre za linijske objekte, ki se jih identificira brez večjih težav. Zanimivo je predvsem to, da so železniški tiri zaznamovani z zelo svetlimi vrednostmi pikslov. Razlog je v kovinskih tirih z veliko električno prevodnostjo in zato z močnim odbojem mikrovalov. Odboj povzročijo tudi nasipi in udori, po katerih tečejo tiri. Ti zaradi svoje geometrije prav tako močno odbijajo radarske mikrovalove. V osrednjem delu posnetka, okoli železniškega vozlišča in predvsem nad njim, se jasno razpozna kraj Divača, kot množico zelo svetlih pikslov. Piksli, ki predstavljajo urbana območja, so obarvani svetlo zaradi močnega odboja mikrovalov na stavbah, katere stene skupaj z ravnim območjem pred njimi tvorijo nekakšne pravokotne odbojnice. Geometrija teh pravokotnih odbojnikov namreč povzroči, da se mikrovalovi odbijejo natanko v smer vpada. Močan odboj mikrovalov povzročijo tudi vse pločevinaste strehe.

Odprte, negozdne površine, v odvisnosti z zaraščenostjo, povzročajo zmeren difuzen odboj. Intenziteto odboja namreč določata površina, na katero pada valovanje in količina vode v vegetaciji in prsti. Te površine so zato v skladu z zakonitostmi Krasa na posnetku območja Divače zaznamovane s temnejšimi odtenki z manjšimi variacijami. Pri merilu 1:25 000 in ločljivosti 9,375 m sem lahko določil večje in tudi manjše odprte površine. Gre predvsem za travnike, ki se jih po vsej verjetnosti uporablja za pašnike. Težja je ločitev travnikov od obdelovalnih površin. Obstajajo variacije v intenziteti vrednosti pikslov, vendar bi bilo treba za določitev njihovega pomena preiti na večje merilo in ločljivost. K negozdnim površinam nisem štel urbanih območij, cest in železniških prog. Na posnetku se lepo razpoznajo tudi območja posek, ki potekajo v smeri od Divače proti jugu na osrednjem levem delu posnetka.

Prepoznal sem posamezne, tudi manjše površine gozdov. Gozd skoraj v celoti prevladuje na južnem delu Divače, medtem ko je na severozahodnem delu le ena večja gozdna površina. Manjša območja z gozdom so tudi na severovzhodu. Med posameznimi gozdnimi površinami, ali znotraj le-teh, se razpoznajo različne nianse in grupacije pikslov, ki so odraz različnih stopenj zgoščenosti in zaraščenosti gozda. Razlog svetlejših nians pikslov, ki predstavljajo gozd, je predvsem v fizičnih karakteristikah površinskih značilnosti gozdov in v vsebovanju vode.

Območje Divače je območje kraških pojavov. Na posnetku sem poleg območja Škocjanskih jam prepoznal še veliko drugih manjših udorov in vrtač. Na severni strani, takoj pod Divačo, sem lahko opazil množico zelo temnih pikslov z lokom svetlejših pikslov na levi strani. Gre za vrtačo Risnik. Piksli so v globeli temni, ker tja

mikrovalovi niso prodrli, na eni strani vrtače pa svetli, ker je ta stran vrtače usmerjena proti satelitu. Takšen pojav je značilen tudi za vse ostale udore in doline ter za grebene. Na ta način se takšni kraški pojavi v večini identificirajo.

3.2 Rezultati interpretacije

Na podlagi analize in interpretacije radarskega posnetka območja Divače sem sestavil tabelo kakovosti podajanja informacij podatkov SAR (Preglednica 1). Na posnetku je jasno izražena struktura zemljine površine. Razložil sem lahko vse kraške pojave. Lepo se razpoznajo območja posek, gozdne in negozdne površine, do določene mere pa tudi različne stopnje zgoščenosti gozda idr. Zgoščenost gozda se odraža v različnih stopnjah nians pikslov.

Na radarskem posnetku so najbolj kakovostno predstavljene naslednje informacije: geologija (struktura zemeljske skorje, prelomi, udori, gube), hidrologija (vodne površine) in topografija (vsi linijski objekti in pojavi). Težava pri radarskem posnetku pa je zlasti zrnatost, ki se ne odpravi niti s filtriranjem podatkov. Posnetek izgleda, kot da bi bil posut s soljo in poprom, tj. z naključno porazdeljenimi svetlimi in temnimi slikovnimi elementi, kar otežuje interpretacijo. Kljub temu lahko ugotovim, da radarski posnetki dobro, vendar na samosvoj način (predvsem v primerjavi s posnetki pasivnih senzorjev) odražajo realno stanje v naravi.

Vrednost informacije znaša od 1 do 3. Vrednost ena pomeni zelo dobro podanost informacije, vrednost dve dobro podanost informacije in vrednost tri dopolnilno informacijo.

<i>področje</i>	<i>skupina znotraj področja</i>	<i>vrednost informacije</i>
<i>poljedelstvo</i>	<i>površina poljščine</i> <i>vлага tal</i>	2
		3
<i>geologija</i>	<i>struktura zemljine skorje</i> <i>prelomi, udori, gube</i> <i>litologija</i> <i>oblika zemljine površine, teren</i> <i>erozija</i>	1
		1
		3
		2
		3
<i>gozdarstvo</i>	<i>krčenje gozdov, poseke</i> <i>določitev vrste oz. razreda</i> <i>zgoščenost, izrazite poteze</i> <i>območja poškodovanih gozdov</i>	2
		3
		2
		3
<i>hidrologija</i>	<i>vodne površine</i> <i>vlažnost zemljinega površja</i> <i>meja med vodo in kopnim</i>	1
		2
		2

Preglednica 1: Kakovost podajanja informacij posnetka

4 ZAKLJUČEK IN NADALJNJE AKTIVNOSTI

Na radarskem posnetku naj bi se izvedlo še mnogo aktivnosti. Kot prvo bi bilo treba več časa nameniti postopkom filtriranja podatkov oz. zmanjševanju zrnatosti. Ugotoviti bi bilo treba kakovost podajanja informacij za področja, ki jih ni na obravnavanem delu posnetka, ima pa jih celoten posnetek. Izvesti bi bilo treba

postopke nadzorovane in nenadzorovane klasifikacije in ugotoviti razliko med takšno in klasično interpretacijo. Pridobiti bi morali posnetke pasivnih senzorjev za isto območje, radarski posnetek pa obdelati pri originalni ločljivosti. Kakovost podajanja informacij se izboljša, če so na voljo posnetki pasivnih senzorjev za isto območje. Preizkusiti bi bilo treba več različnih rastrskih orodij GIS-ov in ugotoviti, do katere stopnje in kako kakovostno nam omogočajo obdelati radarski posnetek. Obstajajo namreč precejšnje razlike v kakovosti radarskih modulov znotraj posameznih rastrskih GIS-ov. Preučiti pa bi bilo treba tudi vlogo radarskih posnetkov pri ažuriranju topografskih kart 1:50 000 in manjših meril.

Za usmerjanje in nasvete pri objavi članka se najlepše zahvaljujem doc.dr. Zoranu Stančiču. Zahvala gre tudi Geodetski upravi Republike Slovenije za financiranje posnetka ter Andreju Bilcu in mag. Vasji Bricu.

Literatura:

- CSA (Canadian Space Agency), *Radarsat Illuminated. Your guide to products and services.* Richmond, 1995
- Nazarenko, D. et al., *Radarsat: First Images. Photogrammetric engineering & Remote sensing*, 1996, 2, 143-146
- Omejc, A., *Aplikacije, analiza, obdelava in interpretacija radarskih posnetkov. Diplomsko naloga visokošolskega študija.* Ljubljana, FGG, 1996
- Oštir-Sedej et al., *Uporaba radarskih satelitskih posnetkov v prostorskih znanostih. Geodetski vestnik*, Ljubljana, 1996, št. 1, 27-35
- Radarsat International, *Radarsat CEOS installation and User's guide*, 1996, ftp://ftp.rsi.ca/CEOS_RDR/READCEOS.TXT
- Sany, R., Corbley, K., P., *Radarsat Guarantees Timely Image Acquisition for GIS Applications. GIS World*, 1996, št. 2, 58-62
- Sowter, A. et al., *Radarsat signals a change for GIS. GIS Europe*, 1996, št. 9, 18-19

Recenzija: mag. Vasja Bric
Darko Trlep (v delu)