

GDK: 524.6:585:624

KAKOVOST PROSTORSKIH PODATKOV IN INFORMACIJ O SLOVENSKIH GOZDNATIH KRAJINAH

David HLADNIK^{*} / Janez ZAFRAN^{**}

Izvleček

V prispevku so opisane komponente kakovosti prostorskih podatkov in informacij o gozdu in gozdnem prostoru. V prostorskem informacijskem sistemu smo z analizo digitalnega satelitskega posnetka Landsat TM ocenili zgradbo gozdnate krajine v kočevskem območju. Za del kmetijske krajine v Prekmurju smo izdelali digitalni ortofoto, na njem razmejili omeje in zaplate gozda ter ocenili prostorske značilnosti in vplivna območja teh zemljišč. Z ocenami zgradbe gozdnate krajine na regionalni ravni in prostorskih značilnosti zaplat gozda ter omejkov v kmetijski krajini smo nakazali nove možnosti za kakovostnejše delo gozdarskih načrtovalcev.

Ključne besede: kakovost, prostorski podatki, GIS, zgradba krajine

THE QUALITY OF SPATIAL DATA AND INFORMATION ON THE SLOVENIAN FOREST LANDSCAPES

Abstract

The paper discusses the components of the quality of spatial data and information on the forest and forest area. In a GIS an analysis of digital imagery Landsat TM was used to evaluate the structure of a forest landscape in the Kočevje-Ribnica area. For a part of the rural landscape in the region of Prekmurje, a digital orthophoto was prepared, in which hedgerows and forest patches were determined and spatial characteristics and areas influenced by these plots of land were assessed. The results of the assessment of forest landscape structure at the regional level and of spatial characteristics of forest patches in the rural landscape suggest new possibilities for high-quality work of forestry planners.

Key words: quality of spatial data, GIS, landscape structure

^{*} mag., asistent, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 1000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

^{**} dipl. ing. gozd., raziskovalec, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, 1000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

1 UVOD

Na Slovenskem že vsaj 200 let zbiramo podatke in informacije o gozdu in gozdnem prostoru. Najstarejše kartografsko gradivo, ki ga bomo morali tudi gozdarji uporabiti pri raziskovanju slovenskih krajin, je jožefinska izmera nekdanjih Avstrijskih dežel, izdelana med leti 1763 in 1787 v merilu 1:28800. To topografsko izmero so poimenovali tudi jožefinski vojaški zemljevid (RAJŠP 1995) in spada med prve državne zemljevide v velikem merilu na svetu. Kasnejši franciscejski kataster so izdelali na Slovenskem v dvajsetih letih prejšnjega stoletja, po izdaji zakona o reambulaciji v letu 1869 pa so opravili najboljše reambulacijo katastrskih načrtov od njihovega nastanka do današnjih dni (JUVANČIČ 1985). V obdobju velikih kartografskih dosežkov nekdanje Avstrije so tudi gozdarji začeli načrtno gospodariti z gozdovi na Slovenskem. O prvih načrtih sta na Gozdarskih študijskih dnevih pred desetletjem pisala Mikuletič (1985) in Perko (1985). Predstavila sta del bogate dokumentacije za Trnovski gozd, v katerem je Flamek že leta 1770 izdelal prvi gospodarski načrt, gradivo o snežniških gozdovih pa izvira iz leta 1864. Ko je Juvančič (1985) opisal kartografsko gradivo za te gozdove iz 19. in začetka 20. stoletja, shranjeno v arhivu GG Postojna, je za pregledno sestojno karto gozdnega okoliša Mašun ocenil, da vsebuje vrsto elementov sodobne gozdarske karte. Po grafični obdelavi in estetskem videzu po njegovem mnenju spada med vrhunska kartografska dela tedanjega časa.

V tem stoletju so na strokovno delo slovenskih gozdarjev najmočneje vplivali zlasti raziskovalci gozdnega rastlinstva. Marinček (1987) trdi, da so že pred drugo svetovno vojno evropsko priznani raziskovalci Tomažič, Wraber in Tregubov s sodelavci med prvimi v Evropi organizirali delo pri preučevanju in kartiranju gozdnega rastlinstva pri nas. To delo je povežalo veliko strokovnjakov naravoslovnih ved, od klimatologov do pedologov in geologov. Novo prelomnico v strokovnem delu slovenskih gozdarjev pomeni uveljavitev mnogonamenskega gozdnogospodarskega načrtovanja. Načela takega načrtovanja pri nas je razvijal zlasti Gašperšič (1987), Anko (1994) pa je na podlagi krajinsko ekoloških izhodišč utemeljeval tudi vlogo gozda v krajini. Opozoril je, da je krajinsko ekološko razmišljanje blizu temeljnemu načelom trajnostnega in mnogonamenskega gospodarjenja z gozdom. Da bi zagotovili trajno mnogonamensko rabo gozdov ni dovolj, da skrbimo le za njihovo notranjo zgradbo. Potrebno je doumeti tudi prostorsko razporeditev gozda v krajini, kajti po Ankovem mnenju bo gozdar prihodnosti tudi razlagalec vloge, prostora in pomena, ki naj bi ga gozd imel v krajini.

V kratkem pregledu mejnikov, pomembnih za gospodarjenje z gozdovi in tudi s krajino na Slovenskem, smo navedli le tiste, za katere menimo, da so neposredno vplivali na vsebino prostorskih podatkov, ohranjenih v kartnem gradivu in gospodarskih načrtih. Verjetno bi marsikdo mejnike postavil drugače ali bi jim pripisal drugačno težo, toda o preteklosti in kakovosti strokovnega dela na tem področju nedvoumno pričajo zlasti gradiva, ki so se ohranila in jih je mogoče ocenjevati tudi po načelih, pomembnih pri oblikovanju prostorskih informacijskih sistemov. Razvoj teh sistemov je odprl nove možnosti raziskovalnega in strokovnega dela tudi v gozdarstvu. Zasnovo prostorskega informacijskega sistema v slovenskem gozdarstvu je začel oblikovati Hočevar s sodelavci (1992), koncept za tak informacijski sistem pa smo pričeli razvijati v okviru integralne foto-terestrične inventure že v osemdesetih letih (HOČEVAR / HLADNIK 1988).

V tem desetletju gozdarji na slovenskem najbrž ne bomo pustili zanamcem takega strokovnega gradiva, ki bi nas posebej zaznamovalo kot drzne snovalce novega. Redki posamezniki, ki so spoznali, da jih sodobna tehnologija ne omejuje, temveč jim odpira nove možnosti za kakovostnejše delo, le počasi premagujejo nezaupljivost in strokovno okornost sodelavcev. Na slovenskem so v Ministrstvu za okolje in prostor oblikovali strokovno službo, Geoinformacijski center, ki naj bi organizirano spodbudil in zagotovil odgovorno rabo georientiranih podatkov ter uporabnikom ponudil informacije o prostorskih podatkih. Geoinformacijski center je leta 1995 izdal katalog digitalnih prostorskih podatkov. V njem gozdarji ponujamo podatke popisa propadanja gozdov, gozdne inventure ter popisa gozdov v oddelkih in odsekih. Kakšna pa je kakovost teh podatkov?

V ameriških standardih za izmenjavo prostorskih podatkov "Spatial Data Transfer Standard" (SDTS - Federal Information Processing Standard 173) so opredelili kakovost kot bistveno ali razločevalno značilnost, ki je potrebna, da bi bili prostorski podatki primerni za uporabo. Šumrada (1995a) v pregledu stanja na področju prostorskih podatkov navaja, da je namen standardov zagotoviti, da so materiali, proizvodi in usluge usklajeni s svojo namembnostjo. Standard za izmenjavo podatkov je zbirka dogovorov med tistimi, ki podatke pošiljajo in tistimi, ki jih sprejemajo. Ko isti avtor (ŠUMRADA 1995b) ocenjuje standardizacijo prostorskih informacijskih sistemov v Evropi meni, da bodo razvojna dela za novi evropski standard končana v letu 1997, standard pa bodo verjetno sprejeli v letu 1998. O standardih prostorskih podatkov govorimo na tem mestu zato, ker smo jih podobno kot drugi načrtovalci v prostoru tudi gozdarji premalo upoštevali ali pa celo nismo poznali dejavnikov, ki vplivajo na kakovost prostorskih podatkov.

Značilnosti, ki vplivajo na uporabnost prostorskih podatkov, je Aronoff (1991) razvrstil v 9 sestavin kakovosti, te pa v tri ravni. Na mikroravni so sestavine kakovosti, ki pripadajo posameznim elementom podatkov: pozicijska natančnost, atributna natančnost, logična konsistentnost, prostorska ločljivost. Na makroraven sodijo komponente, ki pripadajo zbirkam podatkov kot celotam: celovitost, čas nastanka in izvor ali poreklo podatkov. Tretjo raven predstavljata komponenti kakovosti, ki ju je Aronoff opisal glede na dostopnost ter posredne in neposredne stroške za pridobitev prostorskih podatkov. Večina komponent za ocenjevanje kakovosti je vključenih v že omenjene ameriške standarde SDTS, podrobneje jih opisujeta Aronoff (1991) in Ivačič (1994).

V prispevku ne želimo ocenjevati standardizacije prostorskih podatkov na Slovenskem, niti ni naš namen preveriti koncepta dosedanjega gozdarskega informacijskega sistema in kakovosti njegovih prostorskih podatkov. Želimo spodbuditi gozdarske strokovnjake, da bi pri svojem delu upoštevali tudi dejavnike, ki odločilno vplivajo na kakovost prostorskih podatkov. Za dva izseka iz zbirk podatkov o slovenskih krajinah smo ponazorili in opisali komponente kakovosti prostorskih podatkov. S sodobno tehnologijo prostorskih informacijskih sistemov smo iz prostorskih podatkov izluščili nove krajinske znake in parametre. Ocenili smo zgradbo gozdne matice v gozdnati krajini, na kmetijskih zemljiščih pa smo ocenili prostorske značilnosti in vplivna območja gozdnih zaplat in omejkov. Po načelih krajinske ekologije smo te znake in parametre v krajinah skušali ocenjevati že doslej, toda brez tehnologije prostorskih informacijskih sistemov takega vrednotenja krajin ni mogoče tudi resnično izpeljati.

2 METODE DELA IN PREDSTAVITEV OBJEKTOV

Da bi ponazorili komponente kakovosti prostorskih podatkov smo uporabili dva posnetka slovenskih krajin. Prvi je rezultat nadzorovane interpretacije multispektralnega satelitskega posnetka Landsat TM, posnetega 27 avgusta 1992 nad Slovenijo v snemalnem redu 190/28. Podrobneje je bil opisan v poročilu o raziskovalnem projektu "Analiza naravnih danosti in ocena razvojnih potencialov kočevske krajine" (HOČEVAR 1994). Drugi posnetek je digitalni ortofoto, izdelan iz štirih posnetkov cikličnega aerosnemanja Slovenije (Snemalna redova 2084/34, 2085/35, številke posnetkov 3168, 3170, 3211, 3213). Letalski posnetki so bili posneti 12 junija 1996. Čas nastanka prostorskih podatkov je pomembna komponenta kakovosti. Prednosti obeh tehnik daljinskega pridobivanja podatkov sta zlasti, da na vsakem posnetku zajameta podatke

naenkrat in v polnem obsegu. Satelitski posnetek Landsat TM zajame površino veliko 185x185 km, letalski posnetek v nazivnem merilu 1:17500 pa površino 4x4 km.

Izsek iz satelitskega posnetka, ki pokriva kočevsko gozdnogospodarsko območje s površino 118000 ha, smo prevedli v Gauss-Kruegerjev pravokotni koordinatni sistem na podlagi 30 oslonilnih točk. Uporabili smo polinomske transformacije drugega reda in kubično konvolucijo. Koordinate oslonilnih točk smo zajeli na topografski karti v merilu 1:25000. Za obdelavo multispektralnih podatkov smo uporabili programske orodja ILWIS (ITC 1992) in IDRISI (EASTMAN 1995). Klasično nadzorovano klasifikacijo treh spektralnih kanalov (številke 5, 4 in 3) smo izboljšali z njihovimi izračunanimi vegetacijskimi indeksi in podatki digitalnega modela reliefa DMR100 ter izdelali karto pokrovnosti. Apriorne verjetnosti za klasifikacijski algoritem maximum likelihood smo ocenili po analizi podatkov v območnem gozdnogospodarskem načrtu za obdobje od leta 1991 do 2000, glede na karto družbenega plana občine Kočevje iz leta 1981 v merilu 1:50000, podatke usklajenih kart gozdnogospodarskega območja in dolgoročnih planov občin v ribniškem delu regije iz leta 1990 v merilu 1:25000. Karte smo vektorsko digitalizirali v okolju programskega orodja ROOTS (CARSON 1992) in digitalne prostorske podatke prenesli v okolje PC ARC/INFO (ESRI 1996). Karto šestih skupin pokrovnosti smo obdelali z modalnim filtrom in nato posamezne slikovne enote povezali s sosednjimi istovrstnimi slikovnimi enotami. Z metodo takega prostorskega kopičenja smo izdelali karto prostorskih enot, ki jih po Formanu (1995) označujemo kot zaplate. Da bi ocenili atributno natančnost karte pokrovnosti, smo v modelnem območju, velikem 11082 ha, primerjali attribute posameznih slikovnih enot z okularnimi ocenami pokrovnosti, ki smo jih izdelali na digitalnem ortofotu. Primerjalne ploskve na sistematični vzorčni mreži so bile velike 30x30 m, takšna je namreč ločljivost satelitskega posnetka. Ortofoto je bil izdelan iz infrardečih barvnih posnetkov, posnetih v nazivnem merilu 1:38000, velikost slikovne celice ortofota pa je bila 2 m.

Digitalni ortofoto smo izdelali tudi za 1600 hektarjev velik izsek iz Gozdnogospodarske enote Dolinsko v Območni enoti Murska Sobota. Izsek zajema okolico Velike Polane, kjer prevladuje intenzivna kmetijska raba prostora. Da bi letalske posnetke obdelali s tehnologijo digitalnega ortofota, smo jih skanirali na založniškem skanerju z ločljivostjo 300 dpi oziroma 85 μm . Na štirih letalskih posnetkih smo določili skupaj 38 oslonilnih točk, po 10 na treh posnetkih in 8 na enem posnetku. Gauss-Kruegerjeve koordinate za oslonilne točke smo zajeli na kartah TTN v merilu 1:5000 in s programskim orodjem DMS (R-WEL

1995) izračunali orientacijske parametre za vsak posnetek. Na podlagi teh parametrov in podatkov digitalnega modela reliefa DMR100 smo izdelali digitalne ortofoto posnetke in jih združili v mozaik z 2 m veliko slikovno enoto. Na mozaiku smo razmejili zaplate gozda in omejke ter posamezna drevesa, skupine in šope dreves z grmičevjem. Vektorsko karto razmejenih zaplat in omejkov smo prevedli v rastrsko obliko, slikovne enote na tej karti so bile velike 2 m, enako kot na ortofotu. S programskim orodjem IDRISI smo ocenili razdalje med omejkami in zaplatami, razdalje od roba teh enot do njihovega jedra in ocenili njihove površine. V analizi prostorskih značilnosti kmetijske krajine smo upoštevali le površine gozdnih zaplat in omejkov, večje od 5 arov.

Za tematske karte, ki smo jih izdelali sami, smo navedli podatke o *ločljivosti*. Digitalne posnetke smo opisali z ločljivostjo slikovnih enot, za karte, izpeljane iz ortofota, pa smo opisali tudi površinski prag, ki smo ga določili pred ocenjevanjem gozdnih zaplat v kmetijski krajini. *Poreklo ali izvor* karte pokrovnosti je potrebno opisati tudi s transformacijami, postopki in metodami, ki smo jih uporabili, da bi iz prvotnega satelitskega posnetka izdelali karto pokrovnosti v kočevsko-ribniškem območju. Na enak način smo opisali tudi nove, iz digitalnega ortofota izpeljane tematske karte. Po obdelavi digitalnih kart smo pridobili nove prostorske podatke in informacije, zato je nujna komponenta kakovosti teh podatkov tudi podroben opis vseh uporabljenih delovnih metod.

Pozicijsko natančnost karte pokrovnosti smo ocenili na podlagi oslonilnih točk, za mozaik digitalnih ortofoto posnetkov pa tudi s kontrolnimi točkami. V vsakem kilometrskem kvadrantu ortofota smo izbrali po dve kontrolni točki in njihove Gauss-Kruegerjeve koordinate primerjali s koordinatami, zajetimi na kartah TTN-5. Za kontrolne točke smo izbrali vogale hiš in križišča poti. Pozicijsko natančnost smo ocenili glede na povprečno odstopanje kontrolnih točk in po modelu RMSE:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}}$$

kjer je n število kontrolnih točk, e_i pa odstopanje med koordinatami kontrolnih točk na digitalnem ortofotu in topografski karti.

3 REZULTATI

3.1 Atributna in pozicijska natančnost digitalnih posnetkov

Ocena atributne natančnosti klasificiranih multispektralnih satelitskih podatkov kaže, da smo za prostorsko analizo na regionalni in krajinski ravni izdelali sprejemljivo karto oziroma zbirko prostorskih podatkov. V prvi fazi ocene natančnosti smo na tej karti preverili ocenjeno gozdnatost. Primerjali smo jo s kartama družbenih planov za ribniški in kočevski del območja. Ocena gozdnatosti je v ribniškem delu karte pokrovnosti za odstotek in pol manjša, v kočevskem delu pa za pol odstotka večja od ocen, ki smo jih izdelali na kartah družbenih planov. Podrobnejšo oceno natančnosti satelitske karte smo izdelali v modelnem območju raziskav, ki obsega gozdnogospodarsko enoto Mozelj in južni del Stojne.

Preglednica 1: Natančnost večplastne klasifikacije multispektralnih podatkov v modelnem območju raziskav. Primerjava posameznih pikslov satelitske slike s kontrolnimi ploskvami na digitalnem ortofotu. Vzorčna mreža gostote 500x500 m, velikost pikslov in primerjalnih ploskev 30x30 m.

Pokrovnost	LANDSAT TM						
ORTOFOTO	Iglavci	Mešani	Listavci	Njive	Travinje	Urbano	N %
Iglavci	31	6	4		1		42 74
Mešani sest.	10	107	21		4		142 75
Listavci		16	134	1	6		157 85
Njive				5			5 100
Travinje	2	6	6	1	69		84 82
Urbano	1	1			3	5	10 50
Skupaj N	44	136	165	7	83	5	440
%	71	79	81	71	83	100	80

V modelnem območju smo pri razmejitvi na gozdne in negozdne površine dosegli 94 % natančnost. Manj zanesljivo smo določili zgradbo gozda po treh skupinah mešanosti drevesnih vrst. Na travinju smo 16 % slikovnih enot napačno uvrstili med gozdne površine, hkrati pa smo na karti pokrovnosti tudi 13 % gozdnih površin napačno uvrstili med travinje. V treh gozdnih stratumih modelnega območja smo na vzorčni mreži gostote 500x250 m posebej ocenili natančnost strnjenih gozdnih površin na karti pokrovnosti. Napačno določenega travinja je v teh stratumih le do 4 %. Kaže da do napak prihaja zlasti na opuščenih kmetijskih zemljiščih, ki jih preraščajo grmičevje, pionirske drevesne vrste in tudi še ne strnjeni mladi sestoji.

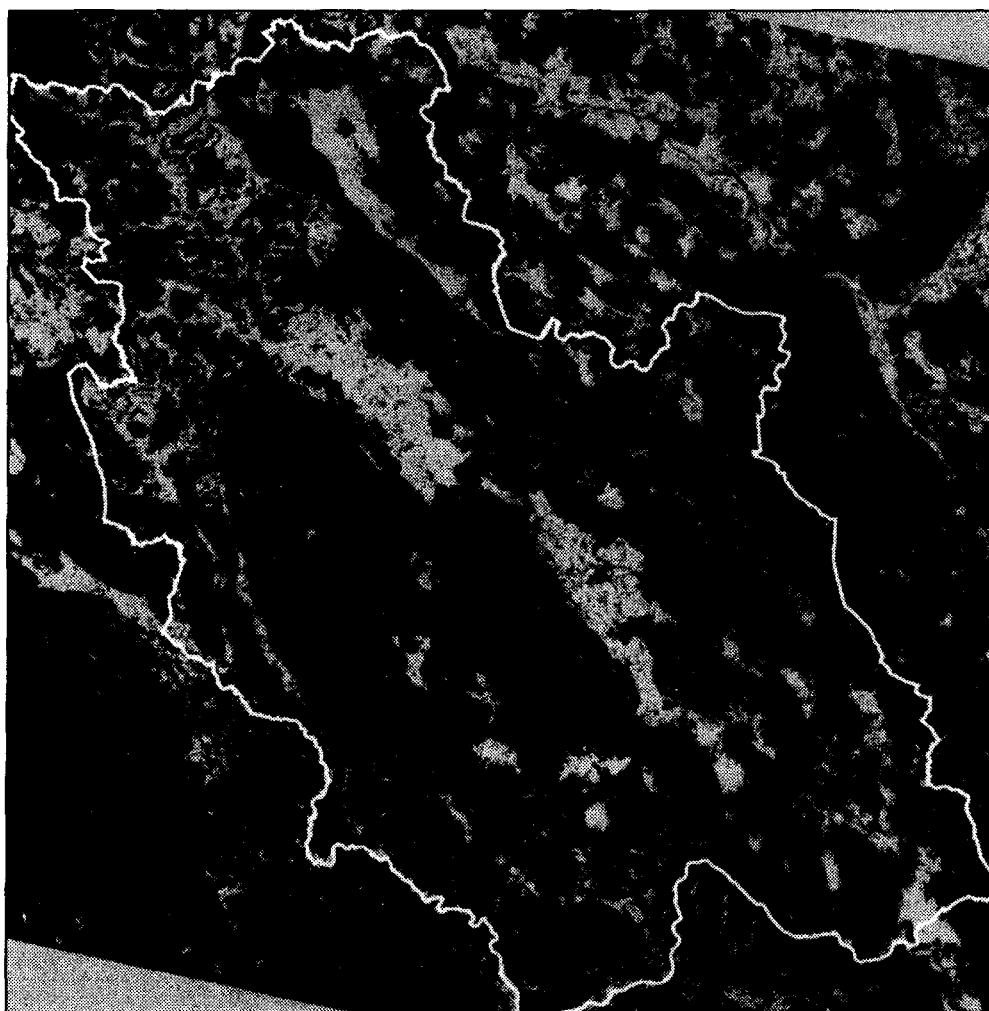
Po oceni atributne natančnosti bomo opisali tudi *celovitost karte pokrovnosti*. Karta pokriva kočevsko območje, s klasifikacijo vseh slikovnih enot smo določili skupine pokrovnosti na celotnem izseku iz satelitskega posnetka. *Celovitost klasifikacije* smo podredili razmejevanju med gozdom in negozdnimi zemljišči. Slikovne enote, ki predstavljajo gozd, smo razvrstili v tri skupine, kmetijska zemljišča le v dve, gole in urbane površine ter površinske vode pa le v po eno skupino. Atributno natančnost smo ocenjevali na treh ravneh - od primerjave površinskih deležev za celotno regijo, prek vzorčne ocene v krajini modelnega območja, do treh stratumov v gozdu. Tako smo ponazorili del *celovitosti kontrole*, kajti po Aronoffu (1991) pod ta sklop celovitosti sodijo tudi terenske meritve in druge vrste informacij, ki bi jih morebiti uporabili ob izdelavi karte ali zbirke prostorskih podatkov.

Po primerjavi med digitalnim ortofom in satelitsko karto ocenjujemo, da sta pogost razlog za razliko med atributi manjša pozicijska natančnost satelitske karte in njena groba ločljivost. Za 30 oslonilnih točk na izseku iz satelitskega posnetka smo s polinomsko transformacijo drugega reda dosegli napako $RMSE=0,54$ slikovne enote kar predstavlja 16 m. *Pozicijske natančnosti* karte pokrovnosti nismo dodatno ocenjevali še s kontrolnimi točkami. Tako oceno smo izdelali na mozaiku iz digitalnih ortofoto posnetkov kmetijske krajine v Prekmurju. Za posamezne posnetke smo pri izračunu orientacijskih parametrov dosegli naslednje vrednosti $RMSE$: posnetek številka 3168 z 10 oslonilnimi točkami 2,2 m, št. 3170 z 10 točkami 1,6 m, št. 3211 z 10 točkami 2,0 m in št. 3213 z 8 oslonilnimi točkami 1,6 m. Za 31 kontrolnih točk na mozaiku digitalnega ortofota je vrednost $RMSE=4,3$ m. Povprečno odstopanje od kontrolnih točk na topografski karti TTN-5 je 3,8 m, z ocenjenim standardnim odklonom 2,1 m. Na podlagi 31 kontrolnih točk ocenjujemo, da 95% točk na ortomozaiku ne odstopa od topografske karte za več kot 7,3 m.

3.2 Ocena zgradbe krajin

Za gozdnato krajino kočevskega območja smo z večplastno klasifikacijo multispektralnih podatkov satelita Landsat TM določili 80 % gozdnatost. Glede na visoko gozdnatost je gozd nedvomno matica, ki določa prostorske značilnosti krajine. Dve gozdni zaplati povezujeta glavnino slikovnih enot, ki predstavljajo gozdne površine v območju. Največja strnjena zaplata gozda v območju pokriva 92603 ha, druga pa le 591 ha in povezuje gozdove med Sodražico in Velikimi Laščami. Obe zaplati povezujeta 98,7 % površine vseh slikovnih enot, ki smo jih z nadzorovano klasifikacijo uvrstili med gozdne površine.

Med petimi največjimi zaplatami, ki povezujejo negozdne površine lahko na sliki 1 jasno razberemo Kočevsko in Ribniško polje, Dobro polje, Velikolaščansko krajino in Loški potok. Te zaplate predstavljajo dobro polovico površine vseh negozdnih zaplat v območju. Na kmetijskih zemljiščih teh krajin so razporejene predvsem majhne gozdne zaplate, kajti le na Kočevskem polju in Dobrem polju smo določili po eno gozdno zaplato v površinskem razredu med 50 in 100 ha. Kako je matica gozda prekinjena, dobro nakaže porazdelitev negozdnih zaplat po površinskih razredih. Poleg petih največjih, ki smo jih označili z že ustaljenimi krajinskimi imeni, so po površinskih razsežnostih pomembne predvsem tiste v površinskem razredu med 100 in 500 ha. V tem razredu 30 negozdnih zaplat predstavlja 22 % celotne površine negozdnih zaplat. Pogoste so tudi negozdne zaplate v površinskih razredih med 5 in 100 ha, kjer skupno 189 zaplat predstavlja 15 % celotne površine negozdnih zaplat.



Slika 1: Gozdna matica in zaplate negozdnih zemljišč v kočevskem območju, ocenjene po nadzorovani klasifikaciji satelitskega posnetka Landsat TM iz leta 1992. Na sliki je z belo barvo označena meja območja, merilo slike je 1:400000

Po številu in površini prevladujejo zaplate, ki povezujejo slikovne enote mešanih gozdov. Dve med njimi celo presegata površino 10000 ha. Po skupni površini so na drugem mestu zaplate listavcev, med katerimi ena še preseže 5000 ha. Zaplate iglavcev ne dosežejo takih prostorskih razsežnosti. Dve še presežeta 1000 ha, po površini pa prevladujejo tiste v površinskih razredih do 100 ha. Le sto gozdnih in negozdnih zaplat ima večjo površino od 100 ha, skupaj pa predstavljajo tri četrtine površine kočevskega območja.

Karto prostorskih enot smo izdelali, da bi na regionalni ravni vanjo zajeli centroide odsekov gozdarskega informacijskega sistema. Na gozdarskih kartah kočevskega območja še niso vektorsko digitalizirali vseh mej oddelkov in odsekov, zato je tak način dela ena od možnih poti, kako dosednji gozdarski informacijski sistem povezati s prostorskim informacijskim sistemom. Največji oviri pri povezovanju dosedanjih centroidov v prostorski informacijski sistem sta njihova neenaka prostorska ločljivost in zlasti logična nekonsistentnost. V kočevskem območju smo ocenili, da v zbirki podatkov o popisih odsekov do leta 1990 kar 24 % centroidov nima lastnih koordinat, temveč jih delijo vsaj še z enim centroidom. Karta pokrovnosti, preoblikovana v prostorske enote, in popis odsekov se na regionalni ravni dopolnjujeta, tako da lahko s presekom obeh pridobimo nove podatke in informacije o prevladujoči rabi gozdnega prostora.

Na krajinski ravni smo novo kakovost prostorskih podatkov dosegli z digitalnim ortofotom. Prostorsko merilo ocenjevanja je tukaj tako veliko, da oceno o zgradbi izseka iz kmetijske krajine podajamo na podlagi razmejenih omejkov in gozdnih zaplat, velikih vsaj 5 arov.

Preglednica 2: Frekvenčna porazdelitev gozdnih zaplat in omejkov po površinskih razredih, ocenjena v izseku iz prekmurske krajine leta 1996.

Površinski razredi (ha)	Število zaplat in omejkov		Površina zaplat in omejkov	
	N	%	ha	%
0,05-0,09	108	39	7,86	2
0,10-0,49	115	41	26,17	7
0,50-0,99	22	8	14,71	4
1 -4,99	14	5	28,39	7
5 -9,99	7	3	47,32	12
10 -49,9	7	3	126,64	32
≥ 50	2	1	142,31	36
Skupaj	275	100	393,40	100

V izseku iz prekmurske krajine, ki smo ga zajeli na ortofotu, prevladuje intenzivna kmetijska raba prostora. Gozdne zaplate so zato močno fragmentirane. Razmejili

smo 275 gozdnih zaplat in omejkov ter 1421 posameznih dreves, skupin in šopov dreves z grmičevjem. Če med gozdne zaplate uvrstimo le tiste razmejene površine, katerih površina je vsaj 5 arov, znaša gozdnatost v izseku iz kmetijske krajine 24,6 %. Ocenili smo tudi delež gozdnega roba v površini zaplat in celotno dolžino roba v izseku iz krajine. Na digitalnem ortofotu z 2 m ločljivostjo slikovne enote smo ocenili, da je celotna dolžina roba ob zaplatah in omejkah 259 km.

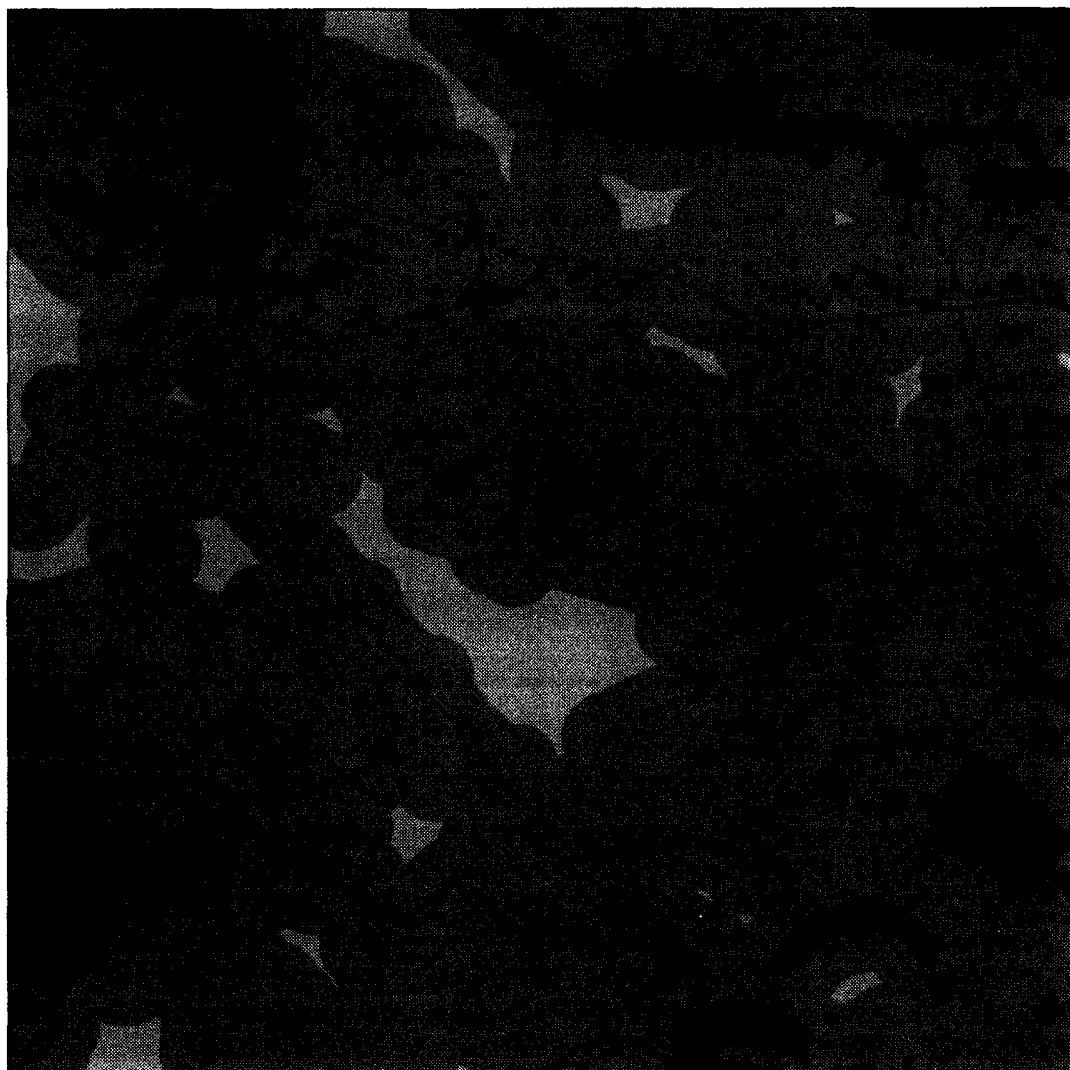
V preglednici številka 3 je ocenjena porazdelitev zaplat in omejkov glede na razdalje od roba do njihovega jedra. Če privzamemo, da sega vpliv gozdnega roba v notranjost zaplate vsaj 20 m globoko, lahko le za petino zaplat ocenimo, da imajo svoje notranje okolje in so primerne kot življenjski prostor gozdnih rastlinskih in živalskih vrst.

Preglednica 3: Frekvenčna porazdelitev gozdnih zaplat in omejkov glede na razdalje od roba do njihovega jedra in glede na najkrajše razdalje do sosednjih zaplat in omejkov v izseku iz prekmurske krajine leta 1996

Razredi razdalj (m)	Od roba do jedra zaplat in omejkov				Do najbližjega sosedu	
	Število		Površina		Število	
	N	%	ha	%	N	%
< 10	85	31	7,44	2	178	65
10-19,9	131	48	27,18	7	21	8
20-29,9	29	11	23,40	6	14	5
30-39,9	8	3	16,46	4	16	6
40-49,9	9	3	30,19	8	16	6
50-99,9	7	2	57,98	15	23	8
100-149,9	3	1	50,73	13	6	2
≥ 150	3	1	180,02	45	1	0
Skupaj	275	100	393,40	100	275	100

Za vsako zaplato in omejek smo določili najkrajšo razdaljo do sosednje zaplate ali omejka. Te razdalje nam ponazarjajo povezanost gozdnih zaplat in omejkov v kmetijski krajini. Kljub majhni gozdnatosti je presenetljivo, da smo le za 7 zaplat in omejkov ocenili nad 100 metrsko razdaljo do najbližje sosednje zaplate ali omejka. Toda le ta ocena je premalo, da bi ponazorili krajinsko pestrost v kmetijski krajini. Potrebno je oceniti tudi, kako so v njej razporejeni gozdne zaplate in omejki. V priporočilih za urejanje kulturne krajine predlagajo, da omejki in gozdne zaplate ne bi smeli biti drug od drugega oddaljeni več kot 300 m (PROSEN 1993). Če ta predlog upoštevamo v našem izseku iz krajine, lahko pokažemo dve krajinski kategoriji kmetijskih zemljišč. V prvi so tista z veliko raznovrstnostjo krajinskih elementov, kajti dovolj gosto jih prepredajo omejki in gozdne zaplate. V drugi kategoriji so kmetijska zemljišča, za katera je razdalja do

omejkov in gozdnih zaplat večja od 150 m. Po omenjenih priporočilih to pomeni, da so v razporeditvi teh krajinskih elementov prevelike vrzeli.

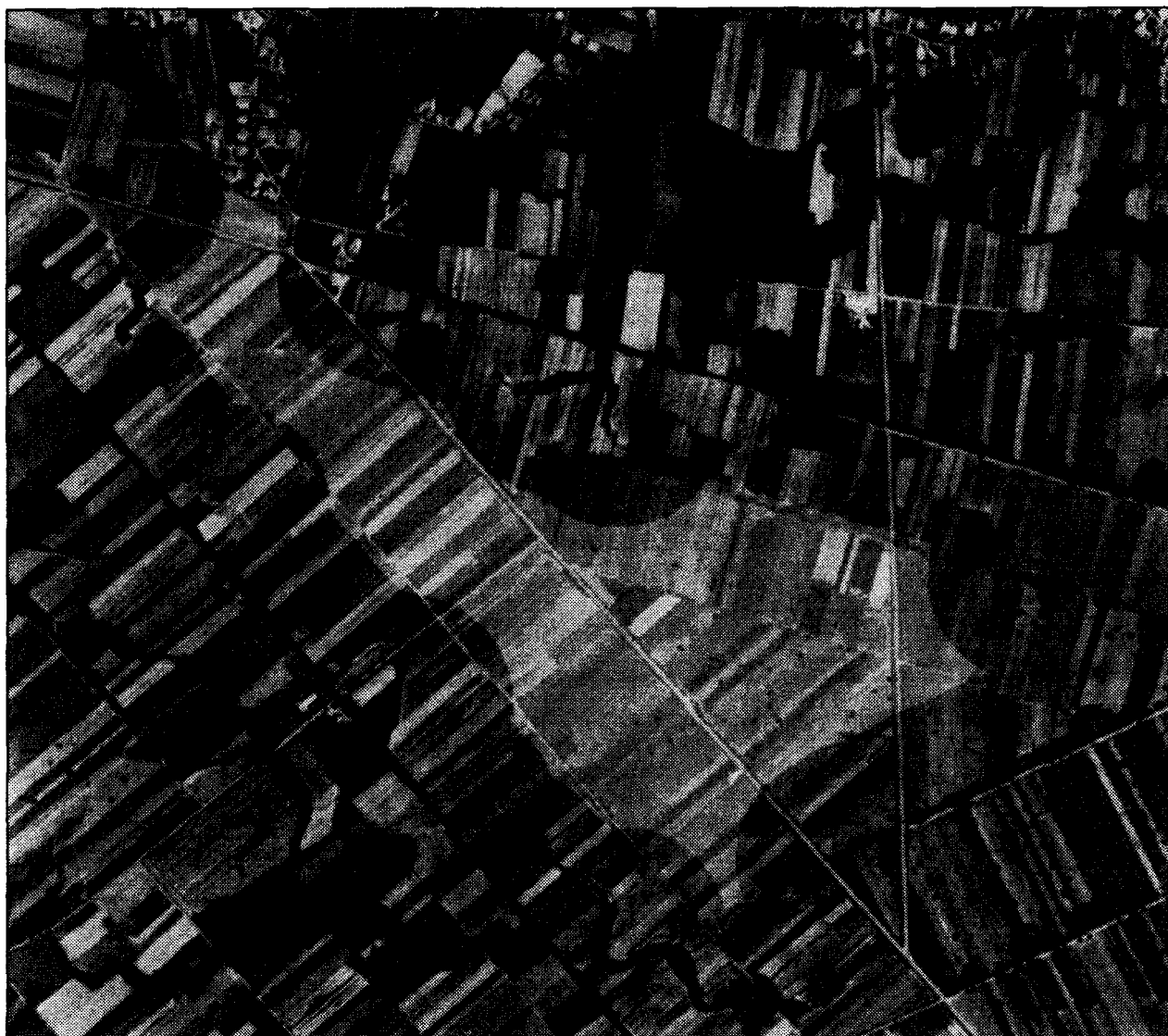


0 100 1000 m

-  Gozd
-  Površine, ki so od roba gozda oddaljene manj kot 150 m
-  Površine, ki so od roba gozda oddaljene več kot 150 m

Slika 2: Razmejene gozdne zaplate in omejki, veliki vsaj 5 arov, v izseku iz prekmurske krajine leta 1996. S sivinama sta označeni dve krajinski kategoriji kmetijskih zemljišč

V 1600 ha velikem izseku iz kmetijske krajine je le 5 % kmetijskih zemljišč, ki so več kot 150 m oddaljena od gozdnih zaplat in omejkov. Na sliki 2 smo jih označili s svetlejšo sivino, kakšna je največja taka površina pa najbolje prikazuje izsek iz digitalnega ortofota.



Slika 3: Izsek iz mozaika digitalnih ortofoto posnetkov prekmurske krajine iz leta 1996. S svetlejšo površino so označena kmetijska zemljišča, oddaljena več kot 150 m. Letalske posnetke Slovenije je izdelal Geodetski zavod Slovenije.

V tem delu kmetijskih zemljišč so za krajinsko raznovrstnost zlasti pomembna posamezna drevesa in majhne skupine dreves, katerih krošnje prepoznamo tudi še na predstavljenem ortofotu.

4 RAZPRAVA

V gozdarstvu na slovenskem smo doslej večkrat ocenjevali kakovost zbranih prostorskih podatkov. Kovač (1992) je ocenjeval kakovost prostorskih podatkov in informacij v gozdarskem informacijskem sistemu z vsebinskih in organizacijskih vidikov. Hočevar (1991) je razvil koncept gozdne inventure na slovenskem in presojal pomen dosedanjega informacijskega sistema, ki ga je potrebno povezati tudi v zasnovo sodobnega prostorskega informacijskega sistema v gozdarstvu (HOČEVAR et al. 1992). Juvančič (1988) je utemeljeval gozdarsko karto kot model gozdnega prostora glede na komunikacijski, spoznavni in operativni vidik, toda gozdarji teh in tudi drugih kartografskih načel nismo dosledno upoštevali niti pri izdelavi tematskih kart, sestavnih delov območnih gozdnogospodarskih načrtov. Te karte so po vsebini gotovo eden večjih strokovnih dosežkov slovenskega gozdarstva, toda Škrlep (1993) opozarja na njihove pomanjkljive matematične elemente in tudi pomanjkljivo splošno geografsko vsebino. Tudi novi evropski standardi za izmenjavo prostorskih podatkov ne bodo razrešili vseh naših zadreg. Veliko dela nas čaka, da bomo odpravili logično nekonsistentnost na gozdarskih kartah in v prostorskih zbirkah podatkov. To, da meje oddelkov in odsekov na listih gozdarskih kart ne potekajo vedno ob istem robu gozdne ceste, niti ni usodno. Težje bomo uskladili meje med gospodarskimi enotami in gospodarskimi območji, še posebej če smo jih povzeli po preglednih katastrskih načrtih. Gozdarji prav gotovo ne bomo prehiteli geodetov in namesto njih razrešili vseh napak zemljiškokatastrskih načrtov, toda lahko bi vsaj tisto, kar sami naredimo, naredili bolje. Preko centroidov gozdarskih odsekov bi bilo mogoče že danes vsaj na regionalni ravni povezati gozdarski informacijski sistem v prostorski informacijski sistem. Ne le za pregledovanje točkovno ali ploskovno prikazanih centroidov, temveč tudi za krajinsko načrtovanje in presojanje o vplivih človekovih posegov v gozdnato krajino. Na Kočevskem bi do podobne karte gozne matice, kot smo jo prikazali, lahko prišli tudi brez karte pokrovnosti, če bi le vektorsko digitalizirali meje vseh oddelkov in odsekov in bi dopustili, da je v območju del gozdnih površin, ki niso zajete v gozdarskih upravnih enotah. V sosednjem postojnskem območju pa nam digitalizirane meje ne bi dosti pomagale. Tam oddelki in odseki obsegajo celoten prostor, ne le gozdna zemljišča, zato je potrebno izdelati vsaj karto, ki bi prikazovala razmejitve med gozdnimi in negozdnimi zemljišči.

Saj ne gre, da bi vsepovsod prisegali na pozicijsko in atributno natančnost tematskih kart. Na vegetacijskih in pedoloških kartah so zarisane meje največkrat le nakazovalec prehodov in ne stojijo na ostrih ločnicah, kot bi jih lahko zmotno interpretirali. Koncept dela s takimi kartami je na več primerih prostorskih

raziskovanj predstavil Burrough (1989). Narobe je, če dosedanja gradiva privzemamo kot nezmotljiv vir prostorskih podatkov in informacij, zavračamo pa na primer tematske karte, ki smo jih izdelali na podlagi daljinskega pridobivanja podatkov in zanje ocenili komponente kakovosti. S karto pokrovnosti, ki smo jo izdelali na Kočevskem, še nismo dosegli take atributne natančnosti, da bi jo lahko uporabili tudi za delo na krajinski ravni. Toda stanje drugih prostorskih evidenc, ki so bile na voljo, je mogoče najbolje ponazoriti z opombo v območnem gozdnogospodarskem načrtu, da je bila površina gozda na Kočevskem v letu 1990 za 35% večja od tiste v katastru. Celo za topografske karte pogosto ne poznamo ocen njihove kakovosti. V tem prispevku smo jih privzeli kot podlago za ocenjevanje pozicijske natančnosti digitalnega ortofota, čeprav raziskave kažejo, da tudi na kartah TTN-5 lahko računamo s povprečno 2 do 3 m veliko pozicijsko napako (LESAR 1976, KOS 1978).

V prispevku smo želeli prikazati novo kakovost prostorskih podatkov in informacij, tako da smo iz tematskih kart po krajinsko ekoloških načelih izluščili novo vsebino. Prav tu vidimo odločilno vlogo prostorskih informacijskih sistemov, kajti za načrtovanje v krajini ni dovolj, da le na karti razmejimo krajinske elemente. Potrebno je prestopiti meje oddelkov in odsekov ter oceniti povezave med gozdno matico in zaplatami negozdnih zemljišč ali na drugi strani med gozdnimi zaplatami ter omejkami in matico kmetijskih zemljišč. Metode dela, ki smo jih prikazali, prav gotovo ne bodo postale operativne v naslednjih letih, prepričani pa smo, da je ortofoto na krajinski ravni načrtovanja nenadomestljiv vir podatkov in informacij, ki bi jih potreboval tudi današnji operativni gozdar.

Komponente kakovosti smo opisali na podlagi prostorskih podatkov, izpeljanih iz satelitskega in letalskih posnetkov. Za oba vira prostorskih podatkov sta odločilni še zadnji komponenti kakovosti: dostopnost podatkov in stroški za njihovo pridobitev. Za slovenske krajine lahko pridobimo nove letalske posnetke vsaka tri leta, satelitske posnetke Landsat TM pa načelno celo vsakih 16 dni. Posrednih in neposrednih stroškov za obe vrsti prostorskih podatkov tukaj ne bomo ocenjevali, ker so od številnih cenikov za posnetke odločilnejši znanje, volja in organiziranost gozdarskih strokovnjakov.

5 SUMMARY

In present-day Slovenia data and information on the forest and forest area have been collected for at least two hundred years. The end of the 18th century and the early 19th century, that is the time of great cartographic achievements in the former Austria,

Spatial Data Transfer Standart (SDTS) (Federal Information Processing Standard 173).
Washington, Department of Commerce 1993, National Institute of Standards
and Technology.

Katalog digitalnih prostorskih podatkov. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor,
Geoinformacijski center 1995, 126 s.