

PRIMJENA ICK AEROSNIMAKA ZA UTVRĐIVANJE OŠTEĆENOSTI ŠUMA NA PODRUČJU UŠP GOSPIĆ

APPLICATION OF COLOUR INFRARED AERIAL PHOTOGRAPHS FOR THE ASSESSMENT OF FOREST DAMAGE IN THE GOSPIĆ FOREST ADMINISTRATION

Renata PERNAR*, **Mario ANČIĆ***, **Ante SELETKOVIĆ***

SAŽETAK: U radu su prikazani rezultati istraživanja provedenoga s ciljem utvrđivanja oštećenosti šuma na ICK aerosnimkama. Interpretacijom ICK aerosnimaka, ustanovljeno je stanje šumskih sastojina na istraživanom području (UŠP Gospić). Za cijelo snimljeno područje po prugama snimanja izrađen je infracrveni digitalni ortofoto (DOF 1:5000), preko kojega je postavljen sistematski uzorak (mreža točaka) 100x100 m. Na svakoj od točaka (uzorku) interpretirane su 4 krošnje najbliže točki, te je tako ukupno određen stupanj oštećenosti za 21 011 stabala. Izračunati su pokazatelji oštećenosti (O, SO, IO, SO_i), za pojedine vrste drveća, za sve interpretirane vrste zajedno i to za pojedine pruge snimanja, ukupno za cijelo snimljeno područje, te za gospodarske jedinice (odjeli/odsjeci zahvaćeni snimanjem).

Na interpretiranoj površini od 5 548 ha utvrđena je srednja oštećenost (SO) svih vrsta drveća 23,60 %, jele 37,81 %, bukve 12,61 %. Iz tih rezultata može se zaključiti da je stupanj oštećenosti inventariziranih šuma na prijelazu male i srednje oštećenosti. Indeks oštećenosti (IO) jele za područje Like iznosi 61,96 %, tj. taj postatak stabala jele na snimljenom području oštećeniji je od 25 %. Unutar 61,96 % značajno oštećenih stabala jele, srednja oštećenost (SO_i) jele iznosi 51,03 %.

Sukladno dobivenim rezultatima, izrađene su tematske karte mjerila 1:10000 s prostornom raspodjelom srednje oštećenosti (SO) i indeksa oštećenosti (IO) za glavne vrste drveća, te ukupno za gospodarske jedinice (odjeli/odsjeci) na pojedinim prugama snimanja.

Primjenom ICK aerosnimaka za procjenu oštećenosti šuma dobile su se informacije, koje se ne razlikuju od podataka dobivenih terestrički, a aerosnimke ostaju kao trajan dokument o tom stanju.

Ključne riječi: infracrvene kolorne (ICK) aerosnimke, digitalni ortofoto (DOF), fotointerpretacijski ključ, pokazatelji oštećenosti, oštećenost šuma

UVOD – Introduction

Kada govorimo o oštećenosti šuma u Hrvatskoj, posebnu pozornost treba posvetiti bukovo-jelovim šumama dinarskoga gorja. U prebornim šumama Dinari-

da posebno je ugrožena jela, koja je najvažnija i najzastupljenija vrsta četinjača u Hrvatskoj, s udjelom od oko 65 % ukupne drvene zalihe četinjača. Zato se propadanje šuma obične jele nameće kao ozbiljan i aktualan gospodarsko-ekološki problem (Prpić i Seletković 2001).

Rezultati terenskih procjena oštećenosti šuma u Hrvatskoj (ICP Forests) pokazali su da je značajna ošte-

* Izv. prof. dr. sc. Renata Pernar, Mario Ančić, dipl. ing., mr. sc. Ante Seletković, Zavod za izmjeru i uređivanje šuma, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, e-mail: rpernar@sumfak.hr

ćenost postepeno rasla do 2003. godine, da bi 2005. bio zabilježen do sada najveći udio značajno oštećenih stabala obične jele (76,7 %). Nasuprot tomu, kod obične bukve značajna oštećenost je i dalje niska (10,9 %), te je ona naša najmanje oštećena vrsta drveća (Potočić i Seletković 2005).

Budući da je potrebno u što kraćem razdoblju dobiti uvid u stanje na terenu, kako bi se što učinkovitije mogle predviđati mjere suzbijanja sušenja, ICK filmom snimljena su područja koja pokrivaju sastojine zahvaćene jačim sušenjem. Uz jako sušenje jele na dijelovima uz autocestu, uočena su i sušenja većih razmjera na Kapeli, gdje se radi i o djelomično miniranom području,

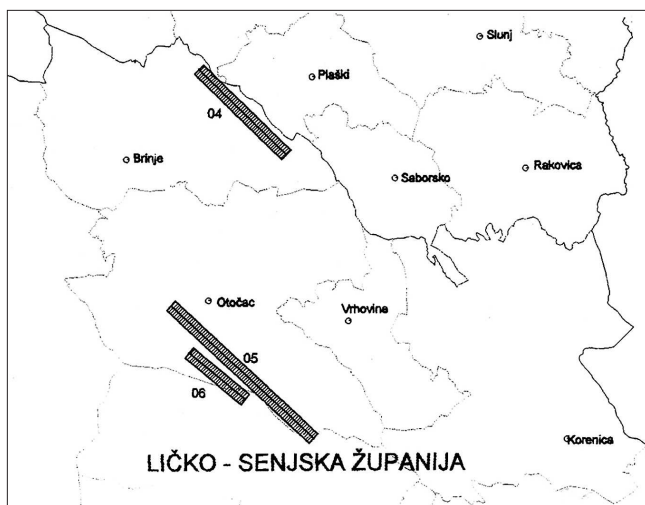
te je onemogućen obilazak terena, a aerosnimanjem bi se dobio uvid o stanju sastojina na tom području.

Primjenom infracrvenih kolornih (ICK) aerosnimaka za inventarizaciju oštećenosti šuma bavili su se mnogi stručnjaci (Pelz & Riedel 1973, Masumy 1984, Hildebrandt i dr. 1986, Hočevar & Hladnik 1988, Voss 1989, Barszcz i dr. 1993, Ekstrand 1994, Franklin 2001, Butler & Schlaepfer 2004).

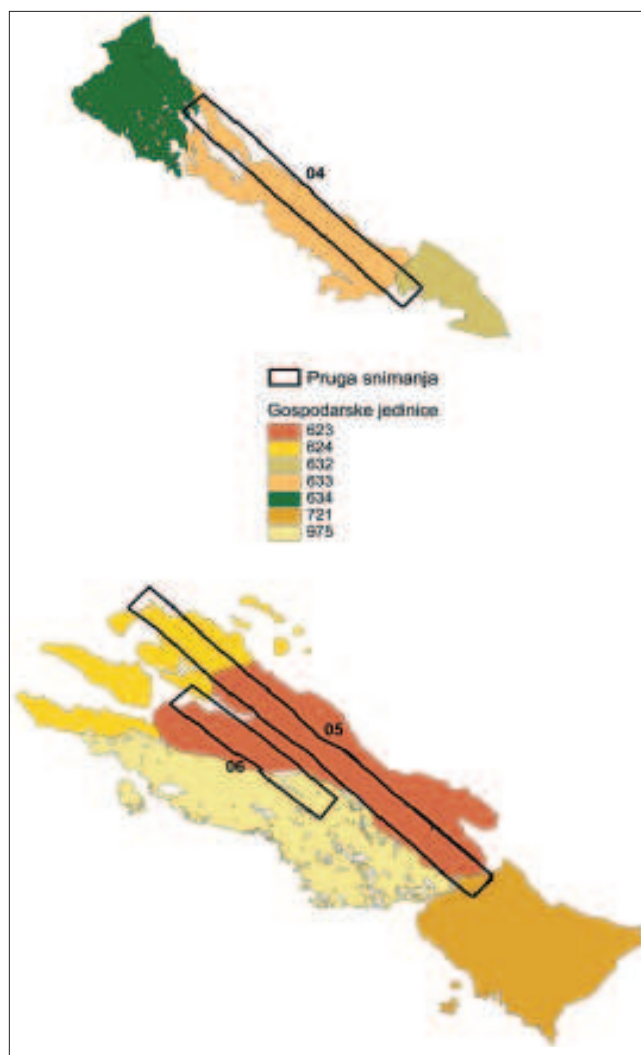
U svim dosadašnjim istraživanjima primjena ICK aerosnimaka pokazala se ravnopravna terenskim načinima rada po svojoj točnosti, a mnogo učinkovitija s ostvarenom brzinom i objektivnosti (Pernar 1997).

MATERIJAL I METODE – Material and methods

Aerosnimanje za područje Like obavljeno je 27. srpnja 2005. godine u prugama (Slika 1). Koordinate početnih i završnih točaka aerofotogrametrijskih nizova, te planirane dužine pruga navode se u sljedećem pregledu (Tablica 1). Koordinate su u službenom državnom koordinatnom sustavu, u pripadajućim zonama Gauss-Krügerove kartografske projekcije. Snimljeno je ukupno 88 aerosnimki, a ukupna dužina sve tri snimljene pruge iznosila je 40 243 m (40,24 km), te je na taj način snimljena površina od 5 548 ha.



Slika 1. Karta snimljenog područja s ucrtanim prugama snimanja
Figure 1 Map of surveyed area with inserted surveying stripes



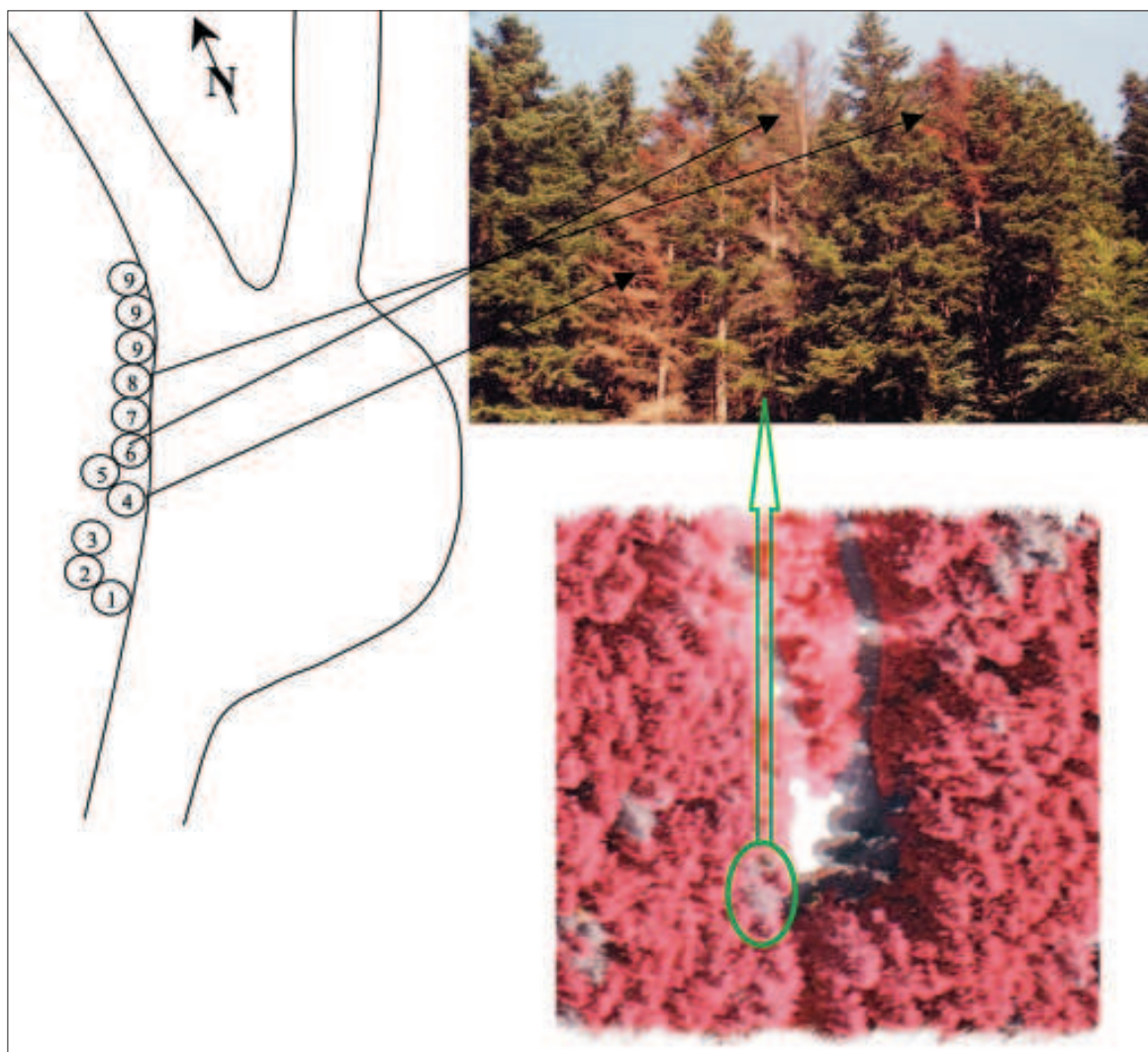
Slika 2. Ostvareni smjer leta prema gospodarskim jedinicama
Figure 2 Realized flight direction according to management units

Tablica 1. Koordinate početaka i završetaka aerofotogrametrijskih nizova i dužine pruga
Table 1 The position of the beginning and the end of a stripe and stripe length

Niz broj – Stripe No.	Y	X	Y	X	D (m) – Length (m)
Lika (5. zona)					
4	5 517 580	4 993 190	5 526 720	4 984 530	12591
5	5 515 030	4 968 815	5 530 005	4 955 390	20112
6	5 517 000	4 964 015	5 522 880	4 959 295	7540

Ostvareni smjer leta ucrtan je u gospodarsku kartu (Slika 2) iz koje se vidi da je prugama snimanja na području UŠP Gospić djelomično obuhvaćeno 7 gospodarskih jedinica.

Inventarizacija oštećenosti šuma pomoću aerosnimki temelji se na ustanovljavanju stupnja oštećenosti pojedinačnih stabala (krošanja), koja se vide na aerosnimkama. Veza između stanja na terenu i na aerosnim-



Uprava šuma područnica: Gospić			
Gospodarska jedinica: Crno jezero			
Stajalište 2.			
Predjel Rastovke			
Broj stabla <i>Tree number</i>	Vrsta drveća <i>Tree species</i>	Ocjena oštećenosti (%) <i>Damage</i>	Opis – Description
1	Jela – <i>Silver fir</i>	20	Vrh dobar, suhe grančice uz deblo
2	Jela – <i>Silver fir</i>	25	Kloroza u vrhu, mladi vršni izbojci
3	Jela – <i>Silver fir</i>	10	Dobra boja, zdravo
4	Jela – <i>Silver fir</i>	100	
5	Jela – <i>Silver fir</i>	50	Kloroza, osutost u vrhu, imela, suhe grane (crvene)
6	Jela – <i>Silver fir</i>	100	Bez iglica, skelet
7	Jela – <i>Silver fir</i>	40 - 50	Osutost grančica, odumiranje grančica
8	Jela – <i>Silver fir</i>	100	Crvene iglice
9	Jela – <i>Silver fir</i>	40 - 50	Više jela zajedno

Slika 3. Terenska skica stajališta (plohe za testiranje), fotografija stabala na terenu, opisni dio fotointerpretacijskog ključa i primjer identificiranih stabala na ICK aerosnimkama

Figure 3 Field sketch of point (test plots), photographs of trees in the field, descriptive part of the photointerpretation key and a sample of identified trees in CIR photographs

kama, odnosno način preslikavanja pojedinih stupnjeva oštećenosti za svaku interpretiranu vrstu drveća, uspostavlja se pomoću pažljivo izrađenog fotointerpretacijskog ključa.

Kod izrade fotointerpretacijskog ključa stupanj oštećenosti stabala određuje se prema kriterijima propisanim za terestričku inventuru, na temelju uočljivih karakteristika. Prema tim kriterijima, stupanj oštećenosti stabla ocjenjuje se na osnovi ustanovljavanja postotka osuštosti asimilacijskih organa (iglica i lišća), postotka klorotičnosti (požutjelosti) asimilacijskih organa i postotka odumiranja grana. Te tri navedene karakteristike oštećenosti stabla treba promatrati zajedno, jer će se one tako i preslikati na aerosnimci. Zbog toga se svako stablo na terenu i na aerosnimci ocjenjuje jedinstvenim stupnjem oštećenosti, kao ukupnom ocjenom na osnovi navedenih karakteristika (K a l a f a d ž i ć i dr. 1993).

Na područjima predviđenim za aerosnimanje odabirana su stabla za koja se pretpostavljalo da će se sa velikom sigurnošću moći pronaći na aerosnimkama. Svakom odabranom stablu ocijenjen je stupanj oštećenosti i skiciran položaj u odnosu na prepoznatljive okolišne topografske detalje na posebnoj skici. Posebno karakteristična stabla ili skupine stabala snimljeni su u svrhu dokumentiranja njihovog izgleda, te kasnijeg uspoređivanja s načinom preslikavanja tih stabala na aerosnimkama (Slika 3).

Za istraživano područje izrađen je infracrveni digitalni ortofoto (DOF 1:5 000). Inventarizacija oštećeno-

sti šuma za cijelo snimljeno područje provedena je prema sistematskom uzorku metodom rastera (100x100 m). Interpretirana je krošnja, koja je bila najbliža točki rastera u donjem lijevom i desnom, te gornjem lijevom i desnom uglu.

Na svakoj točki rastera procijenjen je stupanj oštećenosti 4 pojedinačna stabla (krošnje) prema sljedećoj skali:

stupanj oštećenosti	postotak oštećenosti
0	0 – 10 %
1	11 – 25 %
2.1	26 – 40 %
2.2	41 – 60 %
3.1	61 – 80 %
3.2	81 – 100 %
4	sušci

Na temelju podataka interpretacije za glavne vrste drveća, za sve vrste zajedno po pojedinim prugama snimanja, ukupno za cijelo snimljeno područje, te za gospodarske jedinice (odjeli/odsjeci na pruži snimanja) izračunati su pokazatelji oštećenosti prema K a l a f a d ž i ć i K u š a n 1990: oštećenost (O), srednja oštećenost (SO), indeks oštećenosti (IO) i srednja oštećenost stabala s oštećenjem većim od 25 % (SO₁).

Prema dobivenim rezultatima izrađene su tematske karte (1:10 000) za glavne vrste drveća, te ukupno za gospodarske jedinice (odjeli/odsjeci) na pojedinim prugama snimanja.

REZULTATI I RASPRAVA – Results and discussion

Za područje UŠP Gospić fotointerpretacijom ICK aerosnimaka interpretirano je 21 011 stabala. Izračunati pokazatelji oštećenosti bit će prikazani i komentirani

s obzirom na pojedine pruge snimanja, gospodarske jedinice i cijelu snimljenu površinu.

Oštećenost šuma za područje Like po prugama snimanja

Iz tablice 2 i slike 4 za prugu 4 vidljivo je da za jelu:

- oštećenost iznosi – O = 97,45; što znači da se toliki postotak interpretiranih stabala nalazi u stupnjevima oštećenosti 1-4.
- srednja oštećenost – SO = 32,80; što znači da je za promatrani uzorak srednje oštećeno stablo oštećeno za izračunati postotak, te se uzorak može svrstati u stupanj oštećenosti 2.1.
- indeks oštećenosti – IO = 68,39; znači da je od svih stabala u uzorku toliki postotak stabala u stupnju oštećenosti 2.1. i većem
- srednja oštećenost – SO₁ = 40,33; znači da je srednje stablo, u uzorku od 68,39 % stabala svrstanih u stupanj 2.1. i veći, prosječno oštećeno 40,33 % i da se može svrstati na granicu između stupnjeva oštećenosti 2.1 i 2.2.

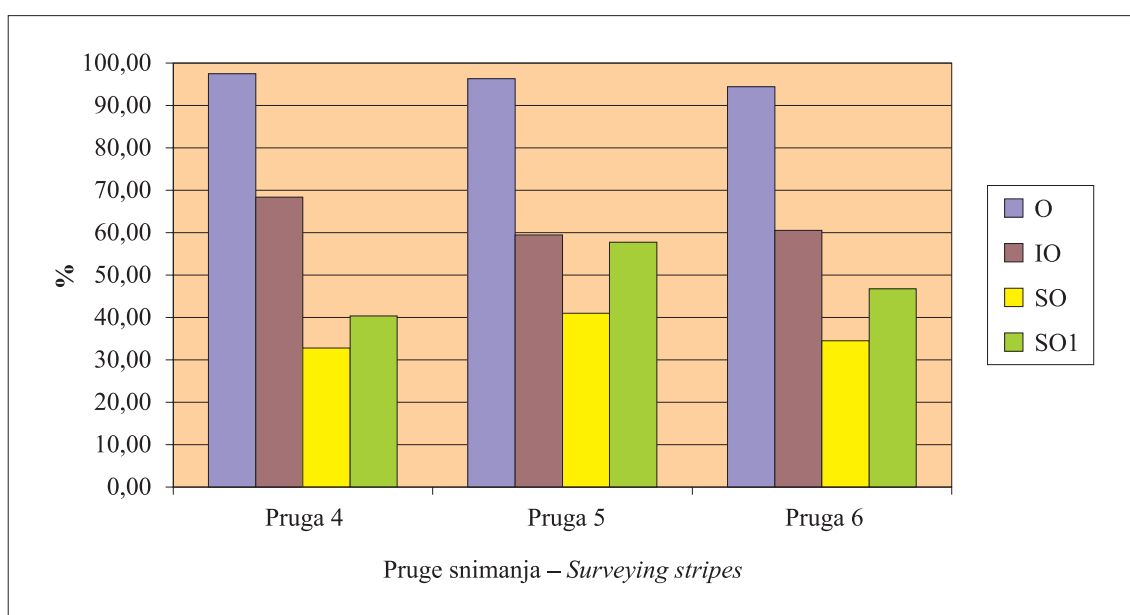
Za istu prugu vidljivo je da je bukva značajno manje oštećena, tj. srednja oštećenost – SO = 12,28; što znači da je za promatrani uzorak srednje oštećeno stablo, oštećeno za izračunati postotak, a uzorak se svrstava u stupanj oštećenosti 1. Što se tiče indeksa oštećenosti – IO = 3,01; znači da je od svih stabala u uzorku toliki postotak stabala u stupnju oštećenosti 2.1. i većem, odnosno da je značajno oštećeno svega 3,01 % stabala bukve (Slika 5)

Ukupna srednja oštećenost (SO) iznosi 19,42 %, a indeks oštećenosti (IO) za prugu 4 iznosi 25,76 %. To znači da se sastojine nalaze u stupnju oštećenosti 1, a značajno je oštećeno 25,76 % stabala. Budući da je oštećenost sastojina definirana srednjom oštećenosti (SO), sastojine na pruži 4 možemo svrstati u kategoriju malo oštećenih sastojina (Slika 6).

Tablica 2. Broj stabala u pojedinom stupnju oštećenosti i pokazatelji oštećenosti po vrstama drveća i ukupno s obzirom na pruge snimanja

Table 2 Number of trees in each damage degree and damage indicators per tree species and overall according to surveying stripes

Vrsta drveća Tree Species		Stupanj oštećenosti Damage class							Pokazatelji oštećenosti Damage indicators				
		0	1	2.1	2.2	3.1	3.2	4	Ukupno	O	IO	SO	SO ₁
		Broj stabala – Number of Trees							%				
Pruga 4 Stripe 4	Jela Silver fir	61	695	1203	296	41	38	58	2392	97,45	68,39	32,80	40,33
	Bukva Beech	2034	2313	134	1	0	0	0	4482	54,62	3,01	12,28	32,63
	Ukupno Overall	2095	3008	1337	297	41	38	58	6874	69,52	25,76	19,42	39,75
Pruga 5 Stripe 5	Jela Silver fir	197	1957	1475	459	260	308	656	5312	96,29	59,45	40,97	57,76
	Bukva Beech	2220	1961	308	4	0	0	1	4494	50,60	6,96	12,40	32,94
	Ukupno Overall	2417	3918	1783	463	260	308	657	9806	75,35	35,40	27,88	55,52
Pruga 6 Stripe 6	Jela Silver fir	82	494	569	131	54	51	80	1461	94,39	60,57	34,54	46,79
	Bukva Beech	1333	1208	328	0	0	0	1	2870	53,55	11,46	13,44	32,71
	Ukupno Overall	1415	1702	897	131	54	51	81	4331	67,33	28,03	20,56	42,98



Slika 4. Pokazatelji oštećenosti za jelu po prugama snimanja

Figure 4 Damage indicators for silver fir according to surveying stripes

- Iz tablice 2 i slike 4 za prugu 5 vidljivo je da za jelu:
- oštećenost iznosi – O = 96,29; što znači da se toliki postotak interpretiranih stabala nalazi u stupnjevi-ma oštećenosti 1-4.
 - srednja oštećenost – SO = 40,97; što znači da je za promatrani uzorak srednje oštećeno stablo oštećeno

za izračunati postotak, te se uzorak može svrstati u stupanj oštećenosti 2.2.

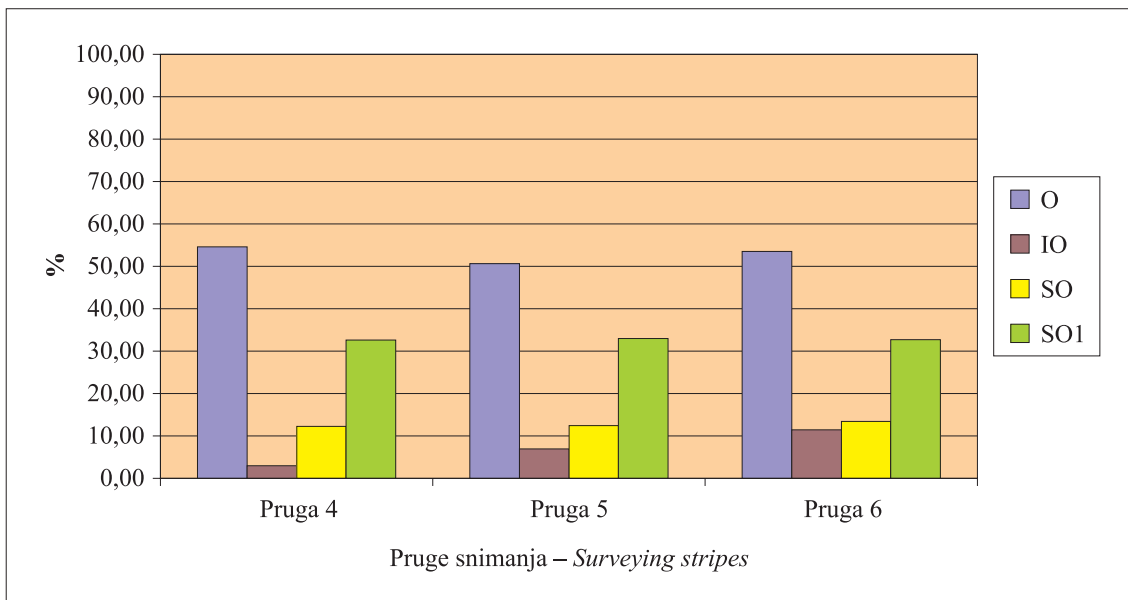
- indeks oštećenosti – IO = 59,45; znači da je od svih stabala u uzorku toliki postotak stabala u stupnju oštećenosti 2.1. i većem
- srednja oštećenost – SO₁ = 57,76; znači da je sred-

nje stablo, u uzorku od 59,45 % stabala svrstanih u stupanj 2.1. i veći, prosječno oštećeno 57,76 % i da se može svrstati u stupanj oštećenosti 2.2

Za istu prugu vidljivo je da je bukva značajno manje oštećena, tj. srednja oštećenost – SO = 12,40; što znači da je za promatrani uzorak srednje oštećeno stablo, oštećeno za izračunati postotak, te se uzorak svrstava u stupanj oštećenosti 1. Indeksa oštećenosti – IO = 6,96; znači da je od svih stabala u uzorku toliki postotak sta-

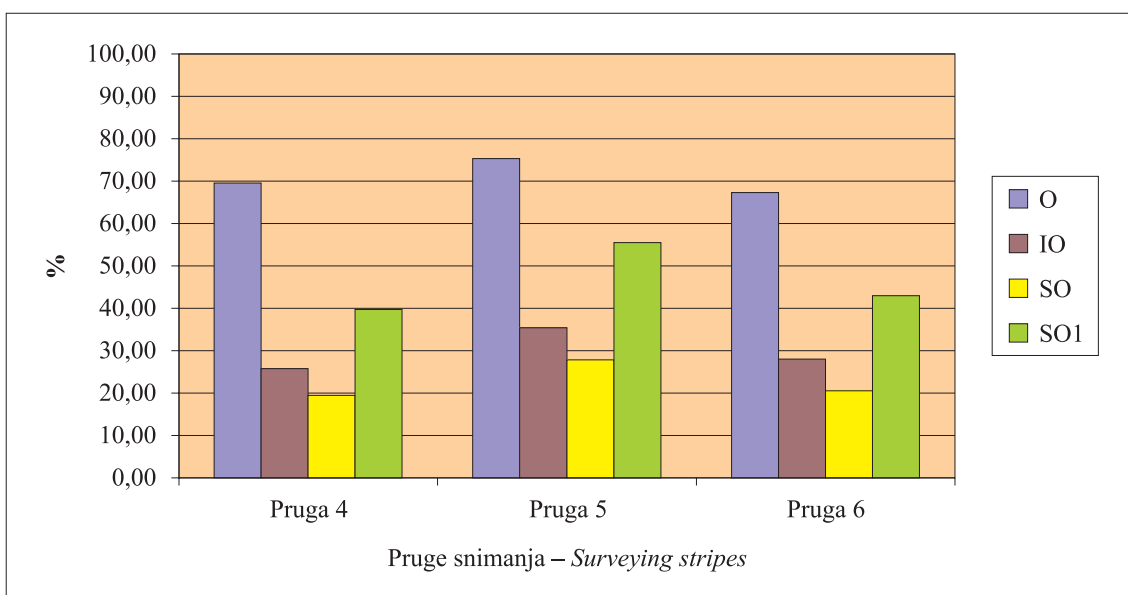
bala u stupnju oštećenosti 2.1. i većem, odnosno da je značajno oštećeno 6,96 % stabala jasena (Slika 5).

Ukupna srednja oštećenost (SO) iznosi 27,88 %, a indeks oštećenosti (IO) za prugu 5 iznosi 35,40 %. To znači da se sastojine nalaze u stupnju oštećenosti 2.1., a značajno je oštećeno 35,40 % stabala. Kako je oštećenost sastojina definirana srednjom oštećenosti (SO), sastojine na pruzi 5 možemo svrstati u kategoriju malo oštećenih sastojina (Slika 6).



Slika 5. Pokazatelji oštećenosti za bukvu po prugama snimanja
Figure 5. Damage indicators for beech according to surveying stripes

- Iz tablice 2 i slike 4 za prugu 6 vidljivo je da za jelu:
- oštećenost iznosi – O = 94,39; što znači da se toliki postotak stabala nalazi u stupnjevima oštećenosti 1-4.
 - srednja oštećenost – SO = 34,54; što znači da je za promatrani uzorak srednje oštećeno stablo oštećeno za izračunati postotak, te se uzorak može svrstati u stupanj oštećenosti 2.1.



Slika 6. Pokazatelji oštećenosti za sve vrste (ukupno) po prugama snimanja
Figure 6. Damage indicators for all species (total) according to surveying stripes

- indeks oštećenosti – IO = 60,57; znači da je od svih stabala u uzorku toliki postotak stabala u stupnju oštećenosti 2.1. i većem
- srednja oštećenost – $SO_1 = 46,79$; znači da je srednje stablo, u uzorku od 60,57 % stabala svrstanih u stupanj 2.1. i veći, prosječno oštećeno 46,79 % i da se može svrstati u stupanj oštećenosti 2.2.

Za istu prugu vidljivo je da je bukva značajno manje oštećena, tj. srednja oštećenost – $SO = 13,44$; što znači da je za promatrani uzorak srednje oštećeno stablo, oštećeno za izračunati postotak, te se uzorak svrstava u stupanj oštećenosti 1. Indeksa oštećenosti – IO = 11,46; znači da je od svih stabala u uzorku toliki postotak stabala u stupnju oštećenosti 2.1. i većem, odnosno da je značajno oštećeno 11,46 % stabala bukve (Slika 5).

Ukupna srednja oštećenost (SO) iznosi 20,56 %, a indeks oštećenosti (IO) za prugu 6 iznosi 28,03 %. To

znači da se sastojine nalaze u stupnju oštećenosti 1., a značajno je oštećeno 28,03 % stabala. Budući da je oštećenost sastojina definirana srednjom oštećenosti (SO), sastojine na pruzi 6 možemo svrstati u kategoriju malo oštećenih sastojina (Slika 6).

Prema srednjoj oštećenosti (SO) jela je najviše oštećena na pruzi 5, dok je najveći indeks oštećenosti (IO), odnosno značajno oštećenih stabala jele najviše je zabilježeno na pruzi 4 (Slika 4).

Prema srednjoj oštećenosti (SO) bukva je najviše oštećena na pruzi 6 (Slika 5), gdje je zabilježen i najveći indeks oštećenosti (IO).

Ukupno za cijelo snimljeno područje na temelju sistematskog uzorka 100x100 m možemo utvrditi da su za sve vrste zajedno srednja oštećenost (SO) i indeks oštećenosti (IO) najveći na pruzi 5 (Slika 6).

Oštećenost šuma za područje Like po gospodarskim jedinicama

Pruga 4 obuhvatila je tri gospodarske jedinice: Pišćetak, Stajnička Kapela i Božin vrh (Tablica 3).

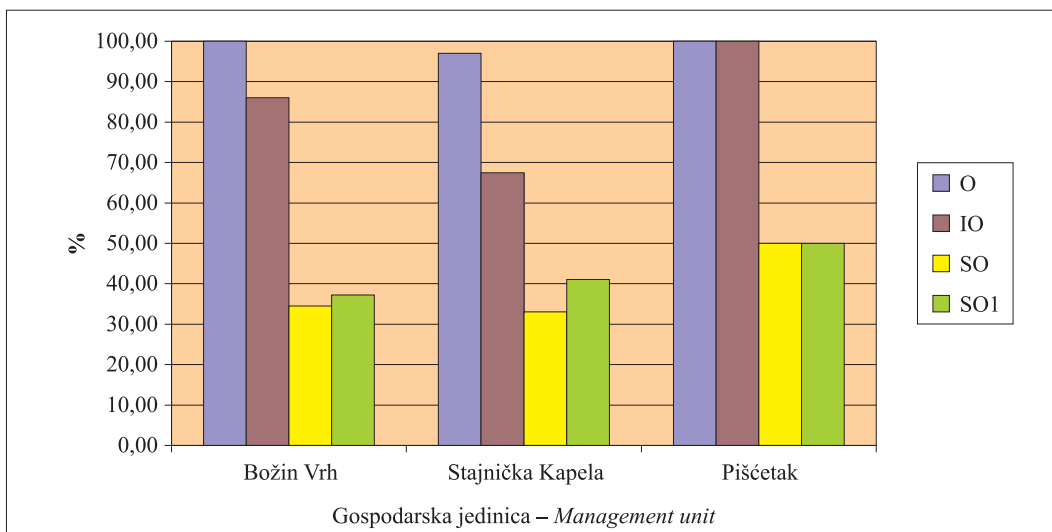
Na temelju tablice 3 i slike 9 možemo zaključiti da su s obzirom na sve interpretirane vrste najveća srednja oštećenost (SO), a također i indeks oštećenosti (IO) zabilježeni u G.J. Stajnička Kapela.

Ako gledamo samo oštećenost jele, ona je značajno oštećena (67,46 % stabala u stupnju oštećenosti 2.1 i većem) u G.J. Stajnička Kapela (Slika 7). No ovdje moramo napomenuti da na istoj slici vidimo da je naj-

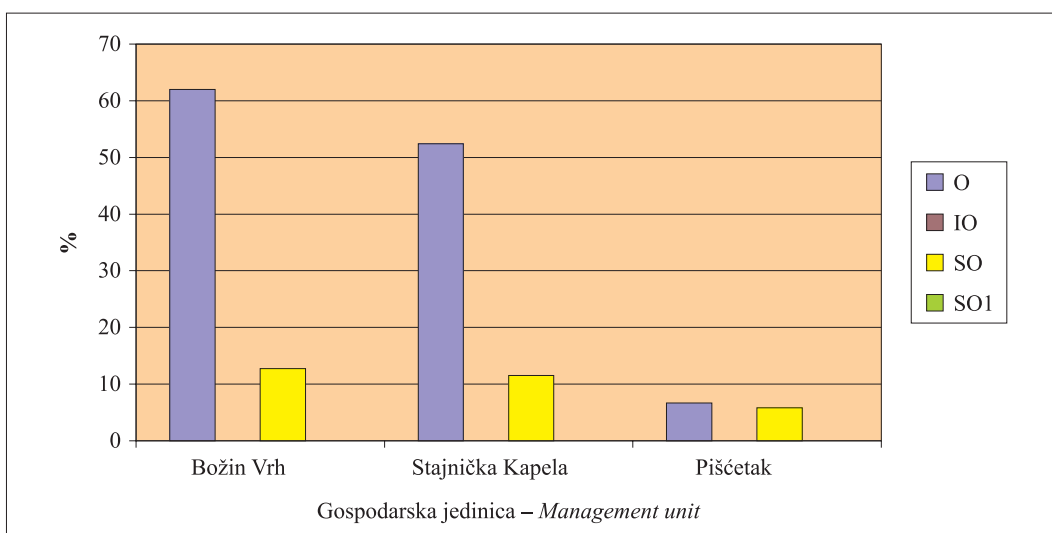
oštećenija jela u gospodarskim jedinicama Božin vrh i Pišćetak. Međutim, dobiveni rezultati ne mogu odražavati stvarno stanje u navedenim gospodarskim jedinicama, jer se interpretirani broj stabala odnosi na malu površinu, tj. snimljena pruga je obuhvatila samo mali dio površine ovih dviju gospodarskih jedinica, što je vidljivo na slici 2. Što se pak tiče bukve možemo zaključiti da ni u jednoj od tri gospodarske jedinice na pruzi 4 nije zabilježena značajna oštećenost (Slika 6).

Tablica 3. Pokazatelji oštećenosti po vrstama drveća (pruga 4) prema gospodarskoj jedinici
Table 3. Damage indicators per tree species (stripe 4) according to management units

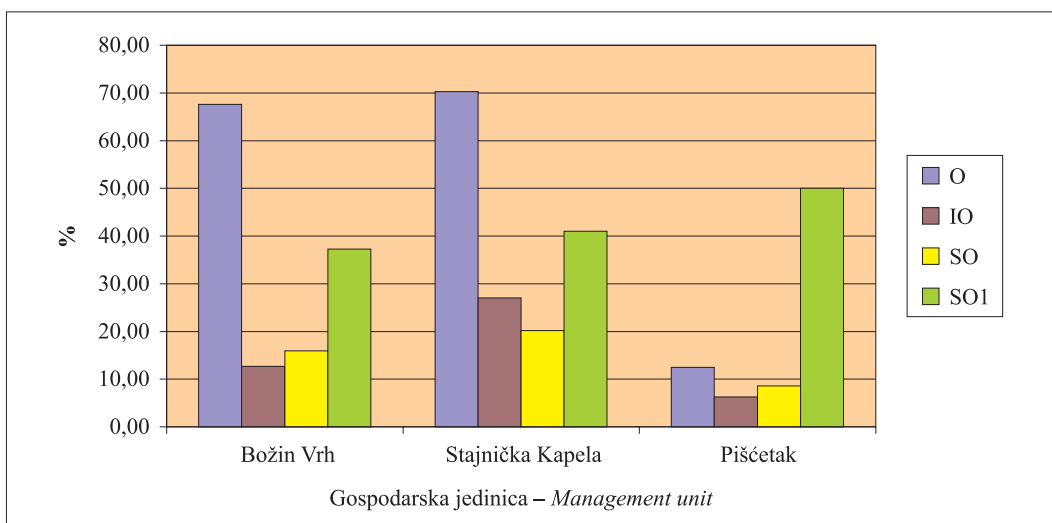
Vrsta drveća – Tree Species			Pokazatelji oštećenosti – Damage indicators			
			O	IO	SO	SO ₁
			%			
Pruga 4 Stripe 4	G.j. Božin vrh	Jela <i>Silver fir</i>	100,00	86,05	34,48	37,23
		Bukva <i>Beech</i>	62,00	0,00	12,75	
		Ukupno <i>Overall</i>	67,58	12,68	15,94	37,23
	G.j. Stajnička Kapela	Jela <i>Silver fir</i>	97,02	67,46	33,01	41,04
		Bukva <i>Beech</i>	52,41	0,00	11,55	
		Ukupno <i>Overall</i>	70,28	27,02	20,15	41,04
	G.j. Pišćetak	Jela <i>Silver fir</i>	100,00	100,00	50,00	50,00
		Bukva <i>Beech</i>	6,67	0,00	5,83	
		Ukupno <i>Overall</i>	12,50	6,25	8,59	50,00



Slika 7. Pokazatelji oštećenosti za jelu (pruga 4) prema gospodarskoj jedinici
 Figure 7 Damage indicators for silver fir (stripe 4) according to management units



Slika 8. Pokazatelji oštećenosti za bukvu (pruga 4) prema gospodarskoj jedinici
 Figure 8 Damage indicators for beech (stripe 4) according to management units

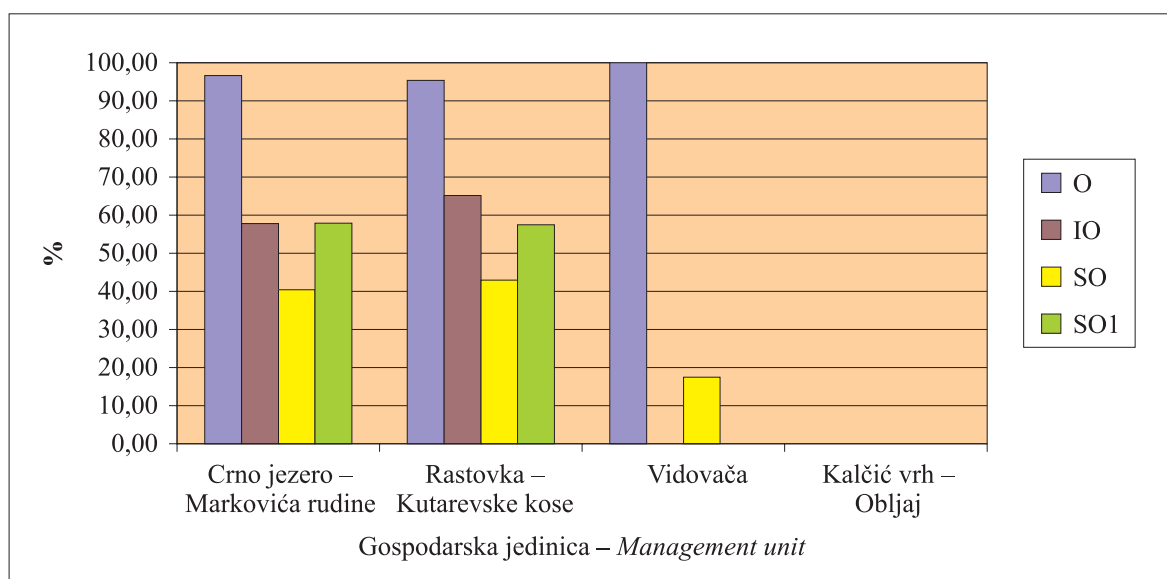


Slika 9. Pokazatelji oštećenosti za sve vrste (pruga 4) prema gospodarskoj jedinici
 Figure 9 Damage indicators for all species (stripe 4) according to management units

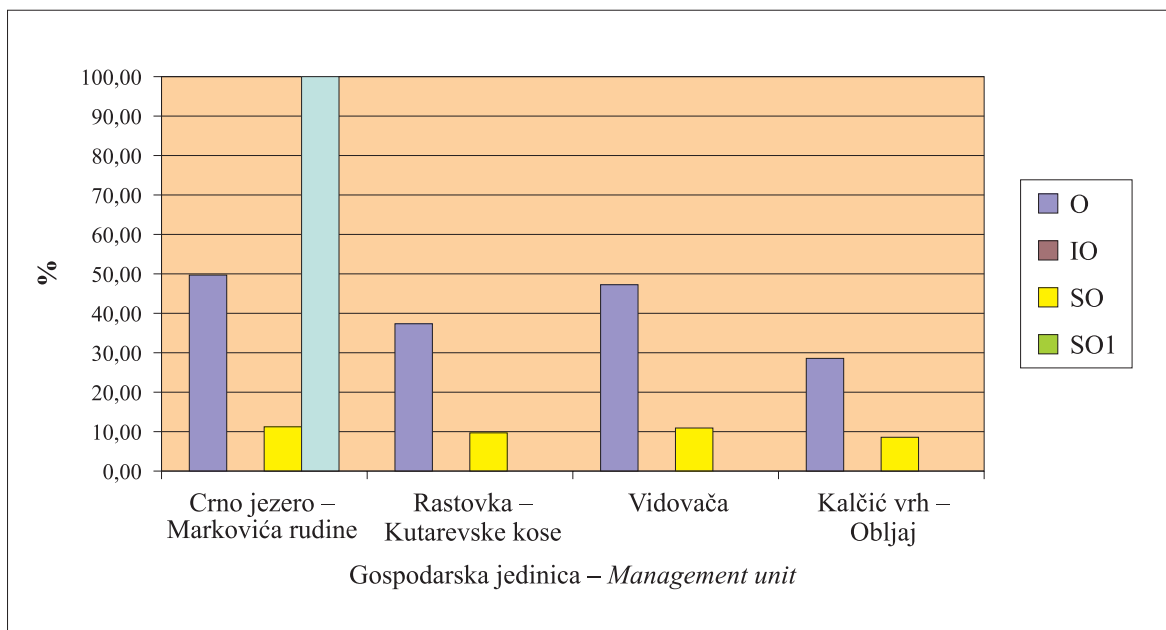
Pruga 5 obuhvatila je četiri gospodarske jedinice: se i Crno jezero-Markovića rudine (Tablica 4).
Kalčić vrh-Obljaj, Vidovača, Rastovka-Kutarevske ko-

Tablica 4. Pokazatelji oštećenosti po vrstama drveća (pruga 5) prema gospodarskoj jedinici
Table 4 Damage indicators per tree species (stripe 5) according to management units

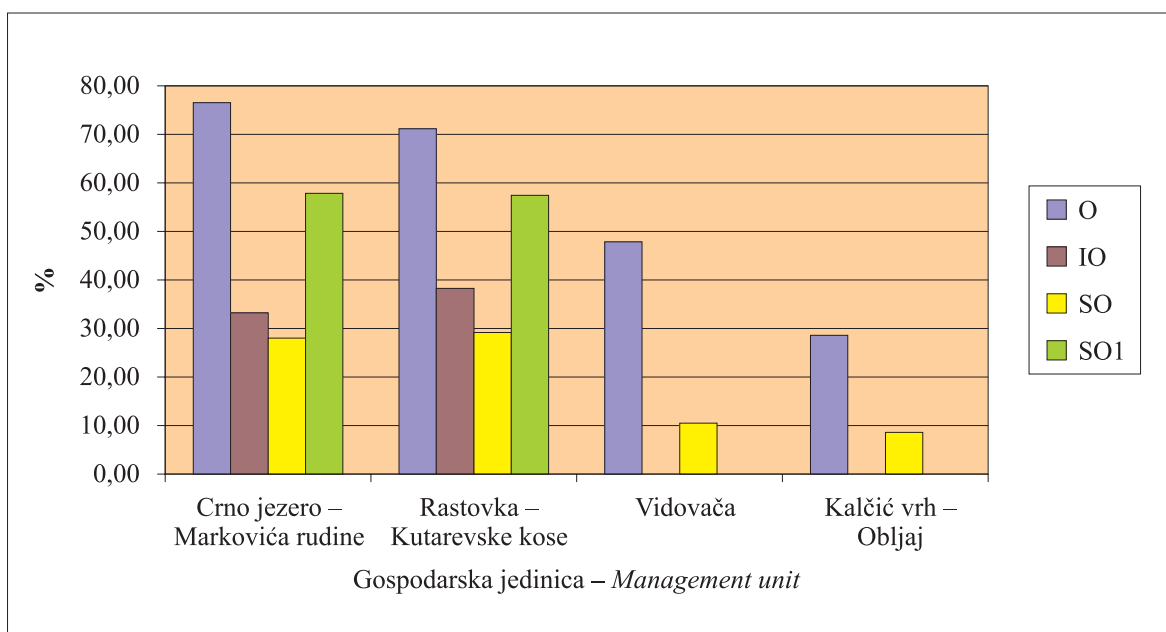
Vrsta drveća <i>Tree Species</i>		Pokazatelji oštećenosti – <i>Damage indicators</i>				
		O	IO	SO	SO ₁	
		%				
Pruga 5 <i>Stripe 5</i>	G.j Crno jezero - Markovića rudine	Jela <i>Silver fir</i>	96,67	57,78	40,40	57,85
		Bukva <i>Beech</i>	49,69	0,03	11,24	100,00
		Ukupno <i>Overall</i>	76,53	33,26	27,99	57,87
	G.j Rastovka - Kutarevske kose	Jela <i>Silver fir</i>	95,42	65,19	42,98	57,47
		Bukva <i>Beech</i>	37,37	0,00	9,67	
		Ukupno <i>Overall</i>	71,15	38,24	29,18	57,47
	G.j Vidovača	Jela <i>Silver fir</i>	100,00	0,00	17,50	
		Bukva <i>Beech</i>	47,25	0,00	10,91	
		Ukupno <i>Overall</i>	47,85	0,00	10,49	
	G.j Kalčić vrh - Obljaj	Jela <i>Silver fir</i>				
		Bukva <i>Beech</i>	28,57	0,00	8,57	
		Ukupno <i>Overall</i>	28,57	0,00	8,57	



Slika 10. Pokazatelji oštećenosti za jelu (pruga 5) prema gospodarskoj jedinici
Figure 10 Damage indicators silver fir (stripe 5) according to management units



Slika 11. Pokazatelji oštećenosti za bukvu (pruga 5) prema gospodarskoj jedinici
 Figure 11 Damage indicators beech (stripe 5) according to management units



Slika 12. Pokazatelji oštećenosti za sve vrste (pruga 5) prema gospodarskoj jedinici
 Figure 12 Damage indicators for all species (stripe 5) according to management units

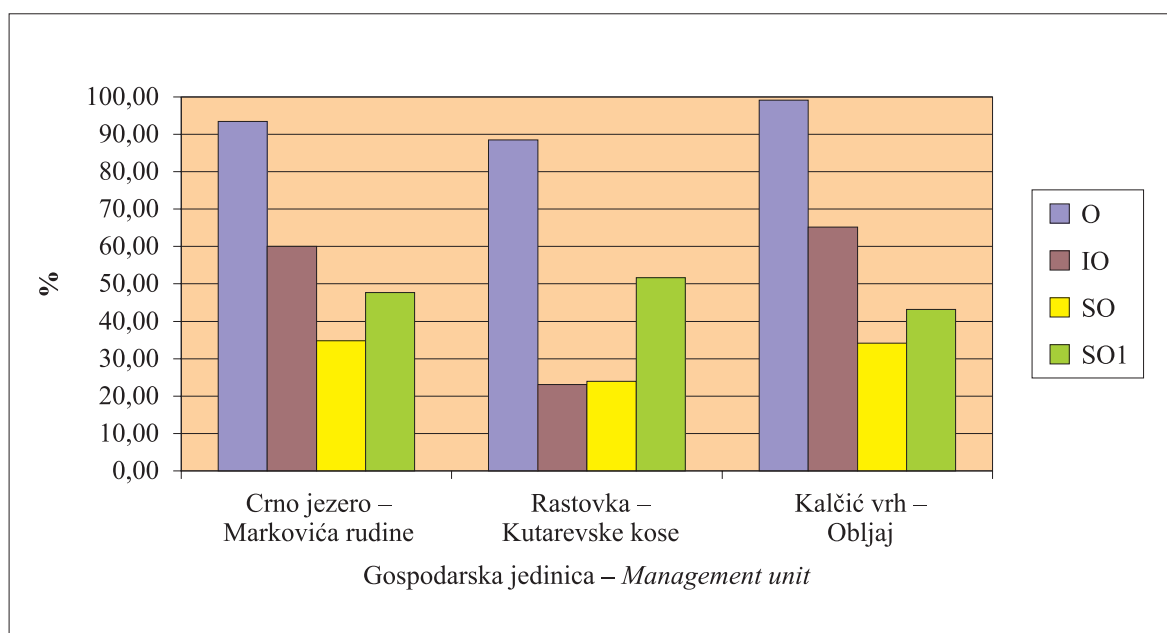
Na temelju tablice 4 i slike 12 možemo zaključiti da je s obzirom na sve interpretirane vrste najveća srednja oštećenost 29,18 %, a također i indeks oštećenosti (38,24 %) zabilježena u G.J. Rastovka-Kutarevske kose.

Ako gledamo oštećenost jele (Slika 10), ona je značajno oštećena (65,19 % stabala u stupnju oštećenosti 2.1 i većem). Na slici 11 vidimo da ni u jednoj od četiri gospodarske jedinice na pruzi 5 nije zabilježena značajna oštećenost bukve.

Pruga 6 obuhvatila je tri gospodarske jedinice: Kalčić vrh-Obljaj, Rastovka-Kutarevske kose i Crno jezero-Markovića rudine (Tablica 5).

Tablica 5. Pokazatelji oštećenosti po vrstama drveća (pruga 6) prema gospodarskoj jedinici
 Table 5. Damage indicators per tree species (stripe 6) according to management units

Vrsta drveća <i>Tree Species</i>		Pokazatelji oštećenosti – <i>Damage indicators</i>				
		O	IO	SO	SO ₁	
		%				
Pruga 6 Stripe 6	G.j. Crno jezero - Markovića rudine	Jela <i>Silver fir</i>	93,49	60,07	34,84	47,72
		Bukva <i>Beech</i>	58,87	12,07	14,22	32,91
		Ukupno <i>Overall</i>	74,97	34,40	23,81	44,94
	G.j. Rastovka - Kutarevske kose	Jela <i>Silver fir</i>	88,46	23,08	23,94	51,67
		Bukva <i>Beech</i>	40,00	8,42	11,26	32,50
		Ukupno <i>Overall</i>	50,41	11,57	13,99	40,71
	G.j. Kalčić vrh - Obljaj	Jela <i>Silver fir</i>	99,14	65,24	34,13	43,16
		Bukva <i>Beech</i>	51,62	11,68	13,20	32,50
		Ukupno <i>Overall</i>	60,46	21,65	17,10	38,48

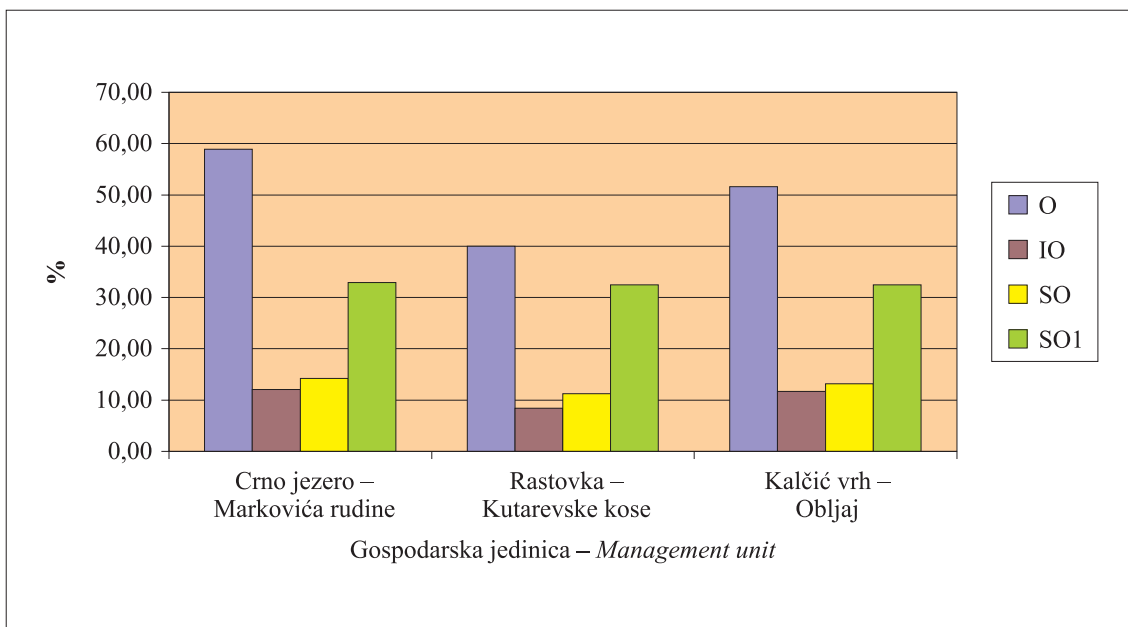


Slika 13. Pokazatelji oštećenosti za jelu (pruga 6) prema gospodarskoj jedinici
 Figure 13. Damage indicators for silver fir (stripe 6) according to management units

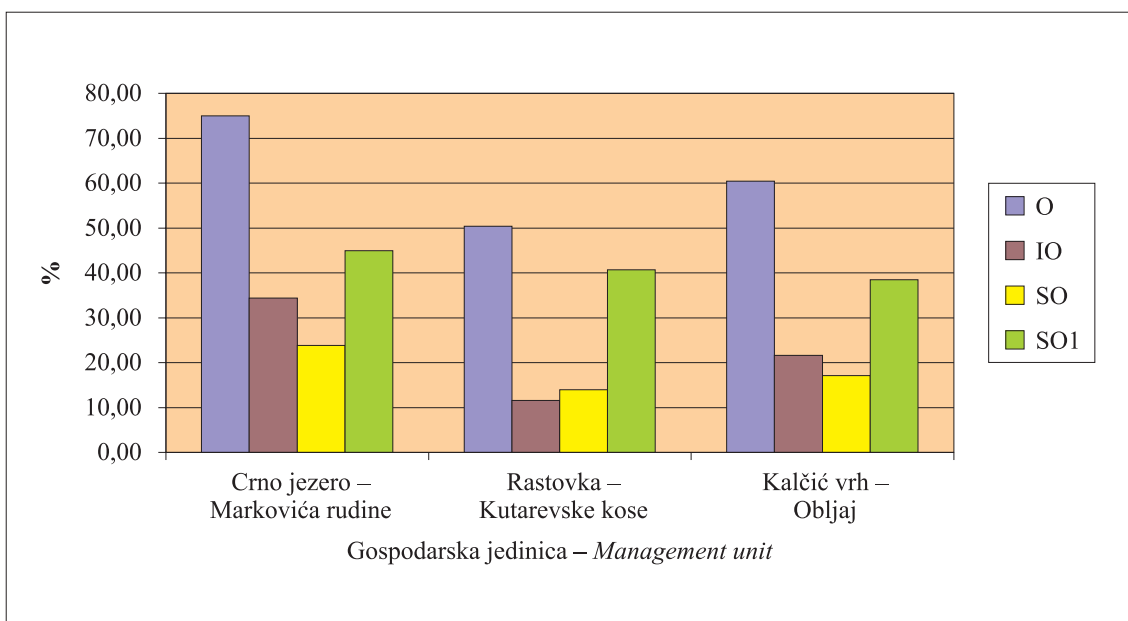
Na temelju tablice 5 i slike 15 možemo zaključiti da je s obzirom na sve interpretirane vrste najveća srednja oštećenost 23,81 %, a također i indeks oštećenosti (34,40 %) zabilježen u G.J. Crno jezero-Markovića rudine.

Ako gledamo oštećenost jele, ona je značajno oštećena (65,24 % stabala u stupnju oštećenosti 2.1 i

većem) u G.J. Kalčić vrh-Obljaj (Slika 13). Na slici 14 vidimo da je značajna oštećenost bukve (12,07 % stabala u stupnju oštećenosti 2.1 i većem) na pruzi 6 zabilježena u G.J. Crno jezero-Markovića rudine.



Slika 14. Pokazatelji oštećenosti za bukvu (pruga 6) prema gospodarskoj jedinici
 Figure 14 Damage indicators beech (stripe 6) according to management units



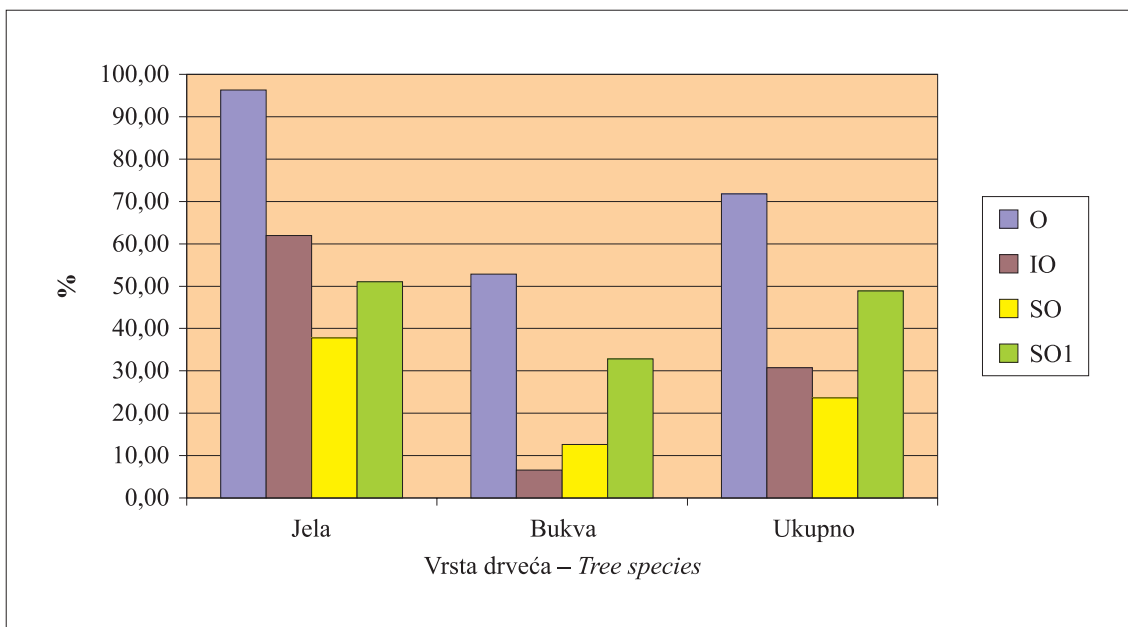
Slika 15. Pokazatelji oštećenosti za sve vrste (pruga 6) prema gospodarskoj jedinici
 Figure 15 Damage indicators for all species (stripe 6) according to management units

Prikaz rezultata prema vrstama drveća za cijelo snimljeno područje

Tablica 6. Pokazatelji oštećenosti prema vrstama za cijelo snimljeno područje

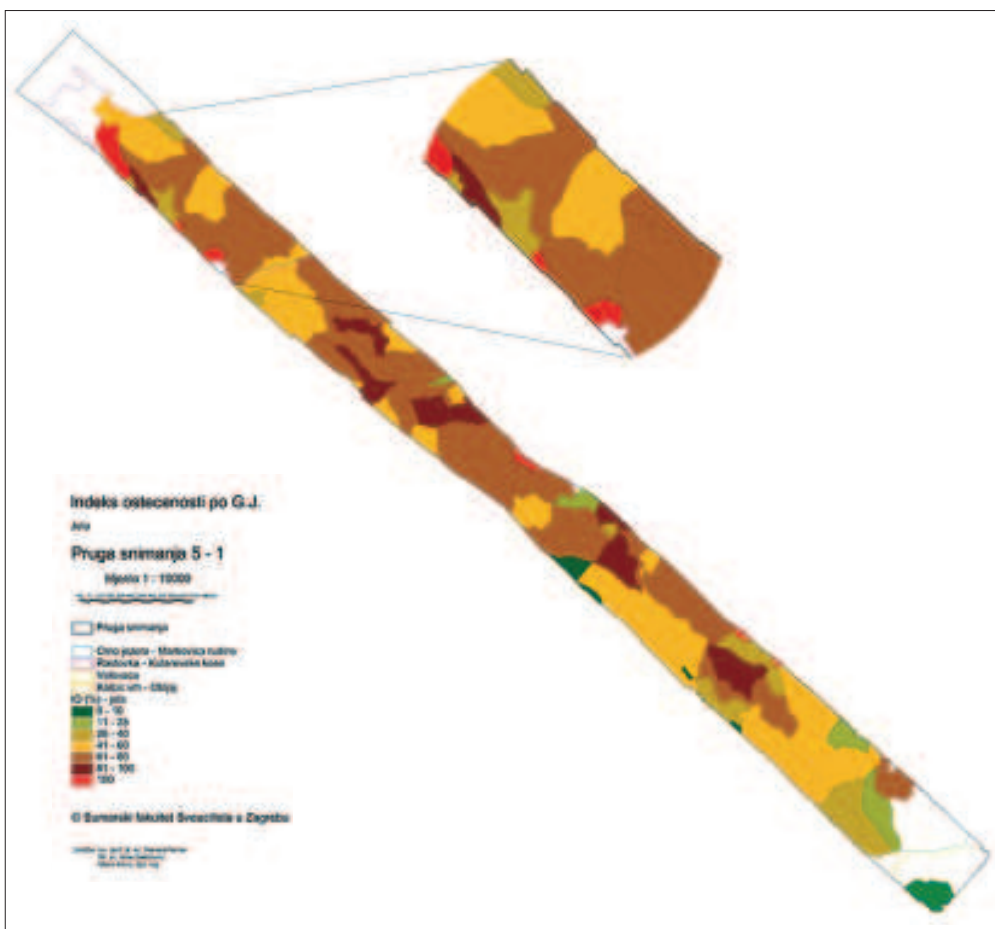
Table 6 Damage indicators according to tree species for the entire surveyed area

Vrsta drveća – Tree Species	Pokazatelji oštećenosti – Damage indicators				
	O	IO	SO	SO ₁	
	%				
Ukupno - Overall	Jela - Silver fir	96,29	61,96	37,81	51,03
	Bukva - Beech	52,84	6,56	12,61	32,79
	Ukupno - Overall	71,79	30,73	23,60	48,84



Slika 16. Pokazatelji oštećenosti prema vrstama drveća za cijelo snimljeno područje
 Figure 16 Damage indicators according to tree species for the entire surveyed area

Na interpretiranoj površini od 5 548 ha, utvrđena je srednja oštećenost (SO) svih vrsta drveća 23,60 %, jele 37,81 %, bukve 12,61 %. Iz rezultata se može zaključiti da je stupanj oštećenosti inventariziranih šuma na



Slika 17. Primjer tematske karte (indeks oštećenosti za jelu – Pruga 5)
 Figure 17 Example of thematic map (damage index for silver fir – Strip 5)

prijelazu male i srednje oštećenosti. Što se tiče jele indeks oštećenosti (IO) za područje Like iznosi 61,96 %, odnosno, taj postotak stabala jele na snimljenom području nalazi se u stupnju oštećenosti 2.1 i većem. Od 61,96 % stabala svrstanih u stupanj 2.1. i veći, prosječno oštećeno stablo (SO₁) iznosi 46,79 % i može se svrstati u stupanj oštećenosti 2.2. Na cijelom području

snimanja značajna oštećenost bukve iznosi 6,56 % (Tablica 6; Slika 16).

Prema dobivenim rezultatima istraživanja izrađeni su kartografski prikazi (Slika 17) prostornog rasporeda oštećenosti sastojina po gospodarskim jedinicama (odjeli/odsjeci).

ZAKLJUČAK – Conclusion

Interpretacijom ICK aerosnimaka, snimljenih 27. srpnja 2005. godine ustanovljeno je stanje šumskih sastojina na istraživanom području (UŠP Gospić). Za cijelo snimljeno područje na temelju sistematskog uzorka 100x100 m (po prugama snimanja) na svakoj od točaka (uzorku) interpretirane su 4 krošnje najbliže točki rastera, te je ukupno određen stupanj oštećenosti za 21 011 stabala. Izračunati su pokazatelji oštećenosti (O, SO, IO, SO₁), za pojedine vrste drveća, za sve interpretirane vrste zajedno i to za pojedine pruge snimanja, ukupno za cijelo snimljeno područje, te za gospodarske jedinice (odjeli/odsjeci zahvaćeni snimanjem).

Na interpretiranoj površini od 5 548 ha utvrđena je srednja oštećenost (SO) svih vrsta drveća 23,60 %, jele 37,81 %, bukve 12,61 %. Iz tih rezultata može se zaključiti da je stupanj oštećenosti inventariziranih šu-

ma na prijelazu male i srednje oštećenosti. Indeks oštećenosti (IO) jele za područje Like iznosi 61,96 %, tj. taj postotak stabala jele na snimljenom području oštećeniji je od 25 %. Unutar 61,96 % značajno oštećenih stabala jele, srednja oštećenost (SO₁) jele iznosi 51,03 %.

Promatramo li rezultate interpretacije po prugama snimanja, možemo zaključiti da su za sve vrste zajedno, srednja oštećenost (SO) i indeks oštećenosti (IO) najveći na pruzi snimanja 5.

Primjenom ICK aerosnimaka za procjenu oštećenosti šuma dobivaju se informacije, koje se ne razlikuju od podataka dobivenih terestrički. Aerosnimke ostaju kao trajan dokument o tom stanju. Na aerosnimkama se opažanja u svakom trenutku mogu ponoviti, provjeriti i nadopuniti, a prema potrebi i nastaviti.

LITERATURA – References

- Barszcz, J., J. Kozak & W. Widocki, 1993: Use of GIS and Remote Sensing to Study the Relationships between Forest Decline and Environmental Conditions in the Silesia and Beskid Mts. (Karpates Mts.). Zbornik referatov, Medzinarodne symposium, Zvolen, 129–131.
- Butler, R., R. Schlaepfer, 2004: Spruce snag quantification by coupling colour infrared aerial photos and a GIS. *Forest ecology and Management* 195, 325–339.
- Ekstrand, S., 1994: Close range forest defoliation effects of traffic emission assessed using aerial-photography. *Sci. Total Environ.* 147, 149–155.
- Franklin, S. E., 2001: *Remote Sensing for Sustainable Forest Management*. Lewis, Boca Raton, FL.
- Hildebrandt, G., H. Grundmann, H. Schmidtko & P. Tepassé, 1986: Entwicklung und Durchführung einer Pilotinventur für eine permanente europäische Waldschadeninventur. Kfk – PEF 11, Karlsruhe, 84 p.
- Hočevar, M. & D. Hladnik, 1988: Integralna fototerestrična inventura kot osnova za smotrno odločanje u gospodarenju gozdom. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 31: 93–120.
- Kalafadžić, Z., & V. Kušan, 1990: Definiranje stupnja oštećenosti šumskog drveća i sastojina. *Šum. list*, 114 (11–12): 517–526.
- Kalafadžić, Z., V. Kušan, Z. Horvatić & R. Pernar, 1993: Inventarizacije oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj primjenom infracrvenih kolornih (ICK) aerosnimki. *Glas. šum. pokuse*, posebno izdanje 4, 163–172.
- Masumy, A. S., 1984: Interpretationschlüssel zur Auswertung von Infrarotfarbluftbildern für die Waldschadens Inventur. *Allgemeine Forstzeit-schrift*, 27:687–689.
- Pelz, E. & G. Riedel, 1973: Erste praktische Grossanwendung von Falschfarben-Luftbildern bei der Zustander Forsteinrichtung in einem Gebiet mit akuten und chronischen Rauchsäden an Kiefer. *Beiträge für die Forstwirtschaft*, 4: 158–161.
- Pernar, R. 1997: Application of results of aerial photograph interpretation and geographical information system for planning in forestry. *Glas. šum. pokuse* 34: 141–189.
- Prpić, B., Z. Seletković, 2001: Ekološka konstitucija obične jele. U: B. Prpić (ur.), *Obična jela*

- (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, 255–269, Zagreb.
- Seletković, I., Potočić, N., 2004: Oštećenost šuma u Hrvatskoj u razdoblju od 1999. do 2003. godine. Šum. List, 137 (3–4).
- Voss, H., 1989: Untersuchung und Kartierung von Waldschäden mit Methoden der Fernerkundung. Abschlussdokumentation, DLR, Teil A, Oberpfaffenhofen, 244 p.

SUMMARY: The paper presents the results of research conducted with the goal of assessing forest damage in CIR aerial photographs. The interpretation of CIR aerial photographs provided the condition of forest ecosystems in the study area (the Gospić Forest Administration). An infrared digital orthophoto (DOP 1:5,000) was made by surveying strips for the entire surveyed area. The DOP was overlaid with a systematic 100x100 m sample (dot grid). Four crowns closest to the point were interpreted at each of the points (sample) and damage to a total of 21,011 trees was assessed. Damage indicators (O, SO, IO, SO₁) were calculated for individual tree species and for all the interpreted species together by individual surveying strips, by the entire surveyed area and by management units (compartments /subcompartments included in the survey).

In the interpreted area covering 5,548 ha, the recorded mean damage (SO) for all tree species amounted to 23.60 %, for fir to 37.81 %, and for beech to 12.61 %. The results suggest that the damage degree of the inventoried forests is between low and moderate. The damage index (IO) of fir for the area of Lika is 61.96 %; in other words, this percentage of fir trees in the surveyed area is damaged by more than 25 %. Within the 61.96 % of severely damaged fir trees, the mean damage (SO₁) of fir is 51.03 %.

In terms of the interpretation of results by surveying strips, we can conclude that the mean damage (SO) and the damage index (IO) for all the trees together are the highest in the surveying strip 5.

The obtained results were used for the construction of thematic maps on a scale 1:10,000. They contain spatial distribution of mean damage (SO) and damage index (IO) for the principal tree species, and overall for management units (compartments/subcompartments) in individual surveying strips.

Application of CIR aerial photographs for the assessment of forest damage provided data which do not differ from terrestrially-obtained data; however, aerial photographs represent a lasting document of the condition.

Key words: colour infrared aerial (CIR) photographs, infrared digital orthophoto(DOP), photointerpretation key, damage indicators, forest damage.