

## Stanje osutosti dreves na ploskvah IMGE v letu 2009 in odvisnost osutosti od nekaterih izbranih kazalnikov

### *Tree Crown Defoliation on the IMGE Plots in 2009 and Dependence of the Crown Defoliation on some Selected Indicators*

Mitja SKUDNIK<sup>1</sup>, Anže JAPELJ<sup>2</sup>, Marko KOVAČ<sup>3</sup>

#### **Izvleček:**

Skudnik, M., Japelj, A., Kovač, M.: Stanje osutosti dreves na ploskvah IMGE v letu 2009 in odvisnost osutosti od nekaterih izbranih kazalnikov. *Gozdarski vestnik*, 69/2011, št. 5–6. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 15. Prevod povzetka in lektoriranje angleškega izvlečka Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V okviru Programa za intenzivno spremljanje gozdnih ekosistemov (IMGE) v Sloveniji poteka ocenjevanje osutosti gozdnega drevja od leta 2003, od leta 2006 pa vsako leto poteka tudi popis poškodb na drevju. V prispevku smo analizirali stanje osutosti na izbranih ploskvah IMGE v letu 2009 in ugotavljali, kolikšen delež osutosti je pojasnjen s strani popisa poškodb. Največjo povprečno osutost je imel dobov sestoj na ploskvi Murska šuma (37,8 %), ki ima tudi največji delež pojasnjene osutosti (12,4 %). Na ploskvi Brdo pa je bil od 17,1 % pojasnjen najmanjši delež osutosti (0,2 %). Rezultati analize podatkov na ravni drevesnih vrst in ne ploskev kažejo, da je bila bukev povprečno osuta 22,7-odstotno in od tega je bilo 2,7 % osutosti pojasnjene. Najmanjši delež pojasnjene osutosti je bil pri smreki (2,3 %). Da bi ugotovili nekatere vplive na nepojasnen delež osutosti, smo v letu 2009 drevesom ocenili še nekatere dodatne kazalnike rastnih dejavnikov. Za analizo odvisnosti med nepojasnjeno osutostjo in kazalniki rastnih dejavnikov smo uporabili Spearmanov koeficient korelacije rangov ter neparametrično analizo variance (Kruskal-Wallis H-test) in Mann-Whitney U-test. Za listavce in bukev je značilno, da imajo drevesa višjih socialnih razredov in drevesa, ki so manj utesnjena bolj osute krošnje. Za smreko velja pri socialnem razredu ravno obratna zakonitost. Starejša drevesa imajo bolj osute krošnje, kar velja za listavce, iglavce in smreko. Pri bukvi in skupini listavcev je tem bolj osuta krošnja, tem bolj so drevesa oddaljena med seboj. Ravno obratno velja pri smreki in skupini iglavcev.

**Ključne besede:** osutost drevja, popis, spremljanje sprememb, zdravstveno stanje, odvisnost, intenzivno spremljanje gozdnih ekosistemov, Slovenija.

#### **Abstract:**

Skudnik, M., Japelj, A., Kovač, M.: Tree Crown Defoliation on the IMGE Plots in 2009 and Dependence of the Crown Defoliation on some Selected Indicators. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 69/2011, vol. 5-6. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 15. Translation of the Summary and proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

As a part of the Intensive Monitoring Programme (IMGE) of Forest Ecosystems in Slovenia, the crown condition assessment is being carried out since 2003. In addition, inventory of various types of damage on trees is performed from 2006 onwards. In this paper, analysis of the state of tree crown defoliation and share of explained defoliation on IMGE plots in 2009 is presented. Data on Pedunculate oak exhibited the highest level of crown defoliation on the plot Murska šuma (37.8 %), which is also characterized by the highest percentage of the explained defoliation (12.4 %). The lowest level of the explained defoliation was assigned to the trees on the plot Brdo, where only 0.2 % of the overall defoliation (17.1 %) could be related to known causes of defoliation. Referring to the data focused only on a single tree species and not on a plot level, those for common beech exhibit close-to-average level of defoliation of 22.7 %, 2.7 % of which is explained defoliation. The lowest level of the explained defoliation was ascribed to Norway spruce (2.3 %). In accordance with the goal of determining factors that affect unexplained defoliation, some additional indicators of growth characteristics were inventoried in 2009. We employed Spearman's

<sup>1</sup> M.S., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija. mitja.skudnik@gozdis.si

<sup>2</sup> A. J., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija. anze.japelj@gozdis.si

<sup>3</sup> dr. M. K., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, marko.kovac@gozdis.si

rank correlation coefficient, nonparametric analysis of variance (Kruskal-Wallis H test) and Mann-Whitney U test to analyze relations between the levels of unexplained defoliation and some growth indicators. Broadleaves and common beech trees of higher social classes and trees that are less shaded by neighboring trees typically experience higher defoliation levels. Inversely holds true for the link between social class and defoliation of the Norway spruce. Older trees of broadleaves, conifers and Norway spruce are more defoliated than young ones. Defoliation of common beech and broadleaves increases with the distance between neighboring trees. The opposite holds true for Norway spruce and conifers.

**Key words:** tree defoliation, survey, monitoring of changes, health status, correlations, intensive monitoring of forest ecosystems, Slovenia.

## 1 UVOD

V Sloveniji popis stanja krošenj poteka od leta 1987. Popis je vezan na program ICP Gozd (International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests), ki ga je leta 1985 na podlagi konvencije o daljinskem transportu onesnaženega zraka (CLRTAP) sprožila Evropska ekonomska komisija Organizacije združenih narodov. V Sloveniji je bil program ICP Gozd zakonsko urejen leta 2000 s sprejetjem Pravilnika o varstvu gozdov (Hočevnar in sod., 2002) (Ur. l. RS, št. 92/2000, 56/2006, 114/2009), ki je bil l. 2009 posodobljen (člen 20). Sprememba besedila člena o spremljanju stanja gozdov in trenutne razmere v Sloveniji so vzrok, da je spremljanje gozdov postalo vsebinsko in glede obsega nezanesljivo.

Sprva je bil glavni cilj programa pridobiti vpogled v prostorsko in časovno spremenljivost stanja gozdov in v povezavo le-tega s stresnimi dejavniki, vključno z onesnaženostjo zraka. S takim namenom je bil v državah, ki sodelovale v programu ICP Gozd, vzpostavljen velikoprostorski monitoring poškodovanosti gozdov na sistematični vzorčni mreži gostote 16 x 16 km (MGGE), ki sedaj zajema velik del EU, in na kateri se letno, preko kazalnika »osutost drevesnih krošenj« spremlja stanje gozdov (Kovač, 1996). Po potrebi in v daljših časovnih presledkih se v Sloveniji poškodovanost gozdov spremlja tudi na zgoščeni mreži 4 x 4 km.

V devetdesetih letih je bilo ugotovljeno, da na stanje gozdnih ekosistemov ne vpliva samo onesnaženost zraka, ampak tudi številni drugi antropogeni in naravni stresni dejavniki (de Vries in sod., 2003). S ciljem boljšega razumevanja procesov je bila v posameznih članicah EU leta 1994 vzpostavljena mreža t. i. intenzivnih ploskev (tudi IMGE). V Sloveniji so bile te ploskve vzpostavljene leta 2003, trenutno pa je v sistem tovrstnega monitoringa vključenih deset ploskev (Simončič in sod., 2004).

Cilji spremljanja stanja krošenj na ploskvah intenzivnega monitoringa se razlikujejo od ciljev velikoprostorskega na sistematični mreži. Medtem ko

je slednji namenjen statističnemu spremljanju stanja gozdov na državni ravni, je namen monitoringa na intenzivnih ploskvah predvsem boljše razumevanje odvisnosti med zdravjem oz. vitalnostjo drevja ter vzroki in posledicami dejavnikov stresa. Poleg tega rezultati služijo še spremljanju dolgoročnih trendov propadanja gozdov in zaznavanju trenutnega stanja osutosti drevesnih vrst (de Vries in sod., 2003).

Cilj prispevka je predstaviti stanje osutosti na izbranih ploskvah IMGE v letu 2009 z vidika deleža osutosti krošenj, ki je pojasnjen z znanimi biotskimi in abiotskimi poškodbami. Del pozornosti je namenjen tudi preostalemu deležu nepojasnjene osutosti, za katerega smo poskušali določiti morebitne povezave med stanjem osutosti in izbranimi rastnimi dejavniki, ki so se snemali na izbranih ploskvah IMGE v letu 2009 in za katere ocenjujemo, da bi lahko vplivali na osutost (zastrtost, socialni razred, tip razrasti krošnje, oddaljenost od sosednje krošnje itn.).

## 2 METODE

### 2.1 Ocenjeni kazalniki v okviru projekta FutMon

Reden popis stanja krošenj poteka na ploskvah IMGE od leta 2003 (Simončič in sod., 2004). Lokacije raziskovalnih ploskev in njihove značilnosti so podrobneje predstavljene v prispevku Simončiča in sod. (2011), kjer je tudi poudarjeno, da se na ploskvah izvaja le sanitarni posek. V okviru popisa se na ploskvah vsako leto spremljajo kazalniki: osutost, mortaliteta, socialni razred drevesa, zasenčenost krošnje, vidnost krošnje, porumenelost asimilacijskih organov ter prisotnost znakov cvetenja in semenjenja. Metoda in kazalniki popisa so pojasnjeni v priručniku za okularno ocenjevanje stanja krošenj (Planinšek in sod., 2009), ki je za slovenske razmere prirejen po priručniku ICP – Gozd (Eichhorn in sod., 2006).

Od leta 2006 se vsem drevesom na ploskvi, katerim se oceni osutost, popiše tudi opažene znake poškodb. Metoda popisa poškodb je predstavljena v priručniku Jurc, D. in Jurc, M. (2010) in je, podobno

kot priročnik za okularno ocenjevanje stanja krošenj, za slovenske razmere prirejen po priročniku ICP – Gozd (Eichhorn in sod., 2010). Za vsako opaženo poškodbo se opiše mesto poškodbe (npr. listi, veje itn.), simptom (npr. razpoka na deblu, rumenenje listov, objedanje listov itn.), povzročitelj poškodbe, starost in obseg poškodbe.

V letu 2009 je v okviru demonstracijske aktivnosti D1 projekta FutMon na sedmih izbranih ploskvah IMGE (IMGE 2 – Fondek, IMGE 3 – Gropajski bori, IMGE 4 – Brdo, IMGE 5 – Borovec, IMGE 6 – Kladjje, IMGE 11 – Murska šuma in IMGE 12 – Tratice) potekal obsežnejši popis stanja krošenj. Dodatne značilnosti krošnje, ki smo jih spremljali v letu 2009, so bile: transparentnost, morfologija in oblika krošnje (le pri drevesni vrsti bukev), prisotnost sekundarnih epikormskih poganjkov, razdalja med krošnjami in starostni razred drevesa. Znake smo natančneje predstavili v naslednjem poglavju.

## 2.2 Analiza kazalnikov

V analizi smo upoštevali živa drevesa prvega, drugega in tretjega socialnega razreda, ki se na izbranih ploskvah IMGE pojavljajo kot glavne drevesne vrste. Podatke o popisu stanja krošenj (redni kazalniki in dodatni) smo združili s podatki o popisu poškodb. Upoštevali smo samo tiste poškodbe, ki so vplivale na osutost krošnje in so imele opisano tudi kategorijo povzročitelja. Poškodbe, ki so imele opisan samo simptom ali obseg poškodbe, brez ugotovitve, kaj je poškodbo povzročilo, nismo upoštevali. Tako smo za vsako drevo naploskvi IMGE poleg podatkov o stanju krošenj pridobili tudi podatke o pojasnjem deležu osutosti. Nato smo vsakemu drevesu od skupne osutosti odšteli pojasnjeni delež osutosti, torej tisti delež osutosti, ki so ga povzročili znani dejavniki (defoliorji, toča itn.). Preostali, nepojasnjeni delež osutosti smo primerjali z nekaterimi kazalniki rastnih dejavnikov, za katere smo ocenili, da bi lahko še dodatno vplivali na stanje osutosti. Ti kazalniki so bili:

- socialni razred drevesa (soc. pol.) – koda 1 pomeni, da je drevo nadvladajoče, 2 vladajoče in 3 sovladajoče;
- prisotnost plodov (plodenje): koda 1 pomeni, da ni plodov, koda 2 pomeni normalno plodenje in 3, da je plodenje bogato;
- utesnjenost oz. zasenčenost krošnje (zasenčenost): ocenjeni delež utesnjenega dela krošnje zaradi sosednjih dreves (koda 1 pomeni utesnjenost krošnje na eni strani, 2 – utesnjenost krošnje z dveh

- strani, 3 – utesnjenost krošnje s treh strani, 4 – utesnjenost krošnje s štirih strani, 5 – neutesnjena krošnja in 6 – pomeni potisnjeno drevo);
- morfologija in oblika krošnje (obl. krošnje): ocena razrasti vršnih poganjkov pri bukvi – koda 1 dinamična razrast vršnega in stranskih poganjkov, 2 – zmanjšana rast vršnih poganjkov, stranski se še vedno oblikujejo, 3 – zelo zmanjšana rast vršnega in stranskih poganjkov, prisotni so le kratki poganjki ob straneh krošnje in 4 – zelo zmanjšana rast vršnih in stranskih poganjkov, ob straneh krošnje ni kratkih poganjkov;
- prisotnost sekundarnih poganjkov (sek. pog.): koda 1 pomeni, da so redki in koda 3, da so številni;
- starostni razred drevesa (starost): koda 1 pomeni, da je drevo mlajše od 20 let in koda 9, da je drevo starejše od 160 let. Starost je bila ocenjena na podlagi sklepanja iz števila letnic posekanih dreves, znanega datuma nastanka sestaja ali okularne ocene;
- relativna razdalja med krošnjami (odd. do sos. krošn.): v štirih smereh neba smo ocenili oddaljenost od najbližje krošnje. Ocene so si sledile v naslednjem vrstnem redu: 1 – krošnje se prekrivajo, 2 – krošnje se stikajo, 3 – razmik med krošnjami je do 1/3 povprečnega premera krošnje, 4 – razmik med krošnjami je do 2/3 povprečnega premera krošnje, 5 – razmik med krošnjami je od 2/3 do enega povprečnega premera krošnje in 6 – razmik med krošnjami je večji od povprečnega premera krošnje. Za vsako drevo smo ocene sešteli in tako vrednost 4 pomeni, da je krošnja zelo utesnjena in 24, da je krošnja popolnoma sproščena.

Osutost drevesa ocenjujemo na 5 % natančno. Podatke o nepojasnjenem deležu osutosti smo združili v deset razredov po 10 %. Kode o zasenčenosti krošnje smo preštevilčili, in sicer tako, da je kodo 1 imelo nezasenčeno drevo; kodo 2 je imelo drevo, katerega krošnja je bila zasenčena na eni strani; kodo 3 drevo, ki je imelo krošnjo zasenčeno z dveh strani; itn. do kode 6, ki jo je imelo potisnjeno drevo. Ocene razdalj med krošnjami 4 do 24 smo združili v šest enakih razredov.

Ocenjeni kazalniki so neparametrijski, zato smo za statistično analizo rezultatov pri kazalnikih, ki imajo več kot pet razredov (utesnjenost oz. zasenčenost, starost in oddaljenost od sosednje krošnje), uporabili Spearmanov koeficient korelacije rangov, pri kazalnikih, ki imajo pet ali manj razredov (socialni razred, prisotnost plodov, oblika krošnje in prisotnost sekundarnih poganjkov) pa neparametrično analizo variance (Kru-

skal Wallisov H-test) in Mann-Whitneyjev U-test. Pri slednjih smo razlike v osutosti med razredi znakov (t.j. skupinami) testirali z neparametrično analizo variance in posteriornimi testi. Na podlagi ugotovljenih razlik smo sklepali na odvisnost oz. povezanost med osutostjo in sestojnim kazalnikom. Z analizo variance smo torej ugotovili, ali so razlike v osutosti med razredi znaka (npr. socialnimi razredi) statistično značilne in če so bile, smo s posteriornimi testi ugotovili, med katerimi razredi. Nato smo z izračunom modusa oz. mesta gostitve ocen osutosti za analizirane razrede znaka ugotovili smer povezanosti.

Zaradi zahteve Kruskal-Wallisovega H-testa, da ima vsaka skupina vsaj pet vzorčnih enot (Spiegel in Stephens, 2008), smo pri znaku oblike razrasti 4. kategorijo s samo enim drevesom pripojili 3. kategoriji.

Analize smo naredili ločeno za iglavce in listavce ter za drevesne vrste bukev, smreka, bor (rdeči bor in črni bor skupaj) in dob. Vsi izračuni in grafi so bili narejeni v programskem paketu R 2.12.0.

### 3 REZULTATI

#### 3.1 Stanje osutosti

Bukev (*Fagus sylvatica*) prevladuje na ploskvah Fondek (23,8 % osutost), Borovec (18,6 % osutost) in Tratice (25,2 % osutost). Največji delež pojasnjene osutosti je bil na ploskvi Fondek (3,5 %). Skupaj smo v analizo podatkov o stanju krošenj vključili 222 dreves bukve, ki katere delež nepojasnjene osutosti je bil 20,0 % (Preglednica 1 in Graf 1).

Na ploskvi Gropajski bori je glavna drevesna vrsta črni bor (*Pinus nigra*), s povprečno osutostjo (26,8 %) in je bistveno večja od povprečne osutosti rdečega bora (*Pinus sylvestris*) na ploskvi Brdo (17,1 %). Pri črnem boru je 9,8 % osutosti pojasnjene s strani biotskih in abiotskih poškodb, kar zmanjša delež nepojasnjene osutosti na primerljivo vrednost (17,4 %), ki jo dosega rdeči bor na ploskvi Brdo (16,9 %). V analizo smo vključili skupaj 162 dreves rdečega in črnega bora.

Dob (*Quercus robur*) je glavna drevesna vrsta na ploskvi Murska šuma. Dob je od glavnih drevesnih vrst, ki jih obravnavamo v prispevku, najbolj osut (37,8 %). V analizo smo vključili podatke o stanju krošenj 29-ih dreves doba. V letu 2009 je imel dob največji delež pojasnjene osutosti (12,4 %) (Graf 1), nepojasnjeni delež osutosti doba je znašal 25,3 % (Preglednica 1). Pri dobu je najpogosteje pojasnjevala osutost kategorija defoliorjev.

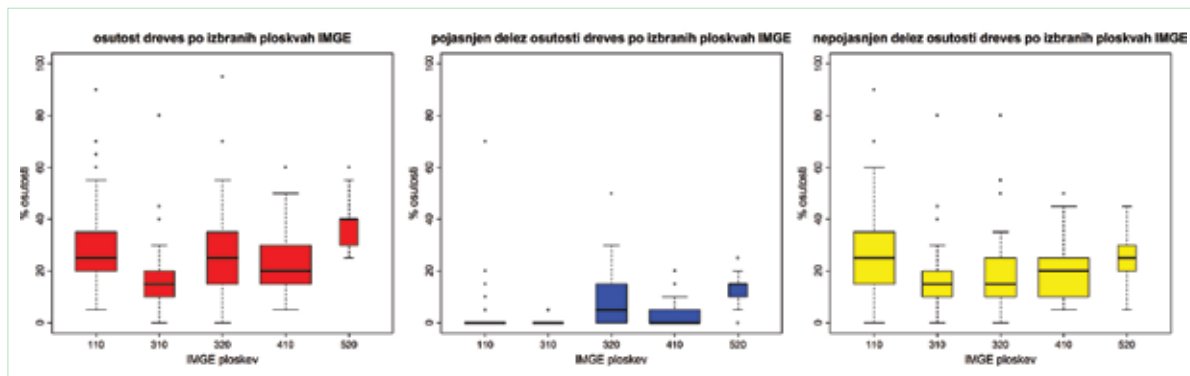
Večji delež nepojasnjene osutosti od doba je imela le smreka (*Picea abies*) 27,3 %. Največji nepojasnjeni delež osutosti pri smreki je na ploskvi Kladje (30,5 %). Smreka se pojavlja še na ploskvi Tratice, kjer ima bistveno manjši delež povprečne nepojasnjene osutosti (14,5 %). Od vseh analiziranih skupin drevesnih vrst je najmanjši delež pojasnjene osutosti pri smreki (2,3 %) (Preglednica 1).

V letu 2009 so imeli na ploskvah IMGE iglavci večji povprečni odstotek osutosti kot listavci. Večji delež pojasnjene osutosti je pri listavcih (4,4 %). V letu 2009 je nepojasnjeni delež osutosti pri listavcih znašal 19,7 % in pri iglavcih 22,0 % (Preglednica 1).

**Preglednica 1:** Povprečna osutost, pojasnjeni delež osutosti, nepojasnjeni delež osutosti za prevladujoče drevesne vrste na ploskvah IMGE, vključenih v demonstracijske aktivnosti D1 (FutMon) in za skupine glavnih drevesnih vrst, ki se pojavljajo na več kot eni ploskvi.

IMGE ploskev	Prevladujoča drevesna vrsta	Število dreves	Povprečna osutost (%)	Pojasnjeni delež osutosti (%)	Nepojasnjeni delež osutosti (%)
IMGE 2 – Fondek	bukev	102	23,8	3,5	20,2
IMGE 3 – Gropajski bori	črni bor	82	26,8	9,4	17,4
IMGE 4 – Brdo	rdeči bor	80	17,1	0,2	16,9
IMGE 5 – Borovec	bukev	63	18,6	2,3	16,3
IMGE 6 – Kladje	smreka	117	32,6	2,1	30,5
IMGE 11 – Murska šuma	dob	29	37,8	12,4	25,3
IMGE 12 – Tratice	bukev/smreka	57 / 29	25,2 / 17,6	1,5 / 3,1	23,7 / 14,5
Skupaj	iglavci	308	25,6	3,6	22,0
	listavci	294	24,1	4,4	19,7
	bukev	222	22,7	2,7	20,0
	bori	162	22,0	4,8	17,2
	smreka	146	29,6	2,3	27,3

Graf 1: Levi grafikon prikazuje ocenjeno osutost na ploskvah IMGE, sredinski grafikon prikazuje povprečni delež pojasnjene osutosti, desni pa nepojasneni delež osutosti po posameznih ploskvah IMGE. Debelina okvirja z ročaji predstavlja število dreves v vzorcu. Na osi x so označene glavne drevesne vrste (110 smreka, 310 rdeči bor, 320 črni bor, 410 bukev in 520 dob).



### 3.2 Odvisnost osutosti od izbranih kazalnikov

Z analizo korelacije oz. neparametrično analizo variance in posteriornimi testi smo ugotovili, da so med drevesnimi vrstami oz. njihovimi skupinami razlike med stanjem osutosti krošenj posameznih dreves v okviru posameznih kazalnikov rastnih razmer. Te se odražajo tako v jakosti in smeri povezanosti kot tudi med skupinami vplivnih spremenljivk.

V nadaljevanju so navedeni rezultati analize za listavce in iglavce ter po posameznih drevesnih vrstah oz. njihovih skupinah. Rezultati so navedeni ločeno za analizo korelacije (sestojni kazalniki z vsaj šestimi razredi oz. kategorijami) (Preglednica 2) in analizo razlik s pomočjo analize variance ter posteriornimi testi (sestojni kazalniki s pet in manj

razredi oz. kategorijami) (Preglednica 3). V preglednici 2 so torej navedene vrednosti korelacijskega koeficienta, raven značilnosti (oz. stopnja tveganja ob zavračanju ničelne hipoteze:  $H_0 =$  med znakoma ni povezave oz. sta neodvisna) in št. dreves v vzorcu. Medtem ko so v preglednici 3 navedene ravni značilnosti razlik osutosti med razredi kazalnika rastnih razmer oz. stopnja tveganja ob zavračanju ničelne hipoteze:  $H_0 =$  razlik med razredi kazalnika ni). Zaradi preglednosti so navedeni le rezultati analize variance (ANOVA) in ne tudi rezultati posameznih posteriornih testov. Se pa na rezultate posteriorne analize naslanjamo pri komentarju.

Pri listavcih so statistično značilne razlike v osutosti po socialnih razredih ter negativna korelacijska odvisnost med osutostjo in zasenčenostjo krošnje. Enako velja za bukev (*Fagus sylvatica*),

Preglednica 2: Odvisnost osutosti krošnje od izbranih kazalnikov, ki so imeli vsaj šest razredov (Spearmanov koeficient korelacije rangov).

Kazalniki	Osutost krošnje											
	Listavci		Iglavci		Bukev		Smreka		R. in č. bor		Dob	
	r	n	r	n	r	n	r	N	R	n	R	n
Zasenč.	-0,24**	294	0,09**	306	-0,25**	222	0,16*	146	-0,24	160	-0,14	29
Starost	-0,27**	294	0,44**	306	0,10**	222	0,48**	146	-0,01	160	-0,31	29
Odd. do sos. krošn.	0,18**	294	-0,13*	306	0,28**	222	-0,16*	146	0,04	160	-0,18	29

Legenda:

r. vrednost Spearmanovega korelacijskega koeficienta  
n. št. dreves v vzorcu

\*. Odvisnost osutosti krošnje od izbranega kazalnika je statistično značilna pri stopnji tveganja 5%.

\*\*.. Odvisnost osutosti krošnje od izbranega kazalnika je statistično značilna pri stopnji tveganja 1%.



**Preglednica 3:** Odvisnost osutosti krošnje od izbranih kazalnikov, ki so imeli pet ali manj razredov (neparametrična analiza variance).

Kazalniki	Osutost krošnje											
	Listavci		Iglavci		Bukev		Smreka		R. in č. bor		Dob	
	$\alpha$	n	$\alpha$	n	$\alpha$	n	$\alpha$	N	A	n	$\alpha$	n
Soc. raz.	0,000	294	0,288	306	0,006	222	0,000	146	0,798	160	0,869	29
Plodenje	0,041	294	0,183	306	0,026	222	0,117	146	0,253	160	-	-
Obl. krošnje	-	-	-	-	0,000	222	-	-	-	-	-	-
Sek. Pog.	-	-	-	-	0,012	222	-	-	-	-	-	-

Legenda:

$\alpha$ . Stopnja tveganja pri zavrnitvi ničelne hipoteze, ki pravi, da med skupinama(i) ni statistično značilnih razlik.  
n. št. dreves v vzorcu

kar je pričakovano, saj vrsta predstavlja tri četrtine (75,5 %) vzorca listavcev. Osutost listavcev oz. bukke se veča z naraščajočimi socialnimi razredi in večjo izpostavljenostjo neposrednemu sončnemu sevanju. Za listavce smo s posteriornimi testi ugotovili statistično značilne razlike med 2. in 3. ter 1. in 3. socialnim razredom, za bukev pa med 2. in 3. socialnim razredom. Praktično rezultat potrjuje, da je bukev sencozdržna vrsta in tudi v zasenčenih razmerah zmore oblikovati polno obraslo krošnjo. Z vidika socialnega razreda so razmere obratne pri smreki (*Picea abies*), katere krošnje so manj osute, če drevo raste v višjih socialnih razredih. S posteriornimi testi smo ugotovili, da so razlike v osutosti statistično značilno različne med 1. in 2., 2. in 3., ter 1. in 3. socialnim razredom.

Pri bukvi so tudi značilne razlike v osutosti po razredih pojavljanja sekundarnih oz. epikormskih poganjkov. Bukova drevesa z višjo stopnjo osutosti imajo v krošnji manj sekundarnih poganjkov. Modus osutosti je pri kategorijah »manj sekundarnih poganjkov« pomaknjen v višje razrede osutosti. S posteriornimi testi smo tudi ugotovili, da so razlike v osutosti značilne med 1. in 2., ter 1. in 3. kategorijo pojavljanja sekundarnih poganjkov. Rezultati torej kažejo, da je pojavljanje epikormskih poganjkov vezano na drevesa z manjšimi, bolj utesnjenimi krošnjami, ki so pogosto sovladajoča. Pri dobu (*Quercus robur*) nismo ocenjevali prisotnosti sekundarnih poganjkov.

Za bukvina drevesa je značilno, da imajo bolj osute krošnje tudi manj dinamično razrast, kar se odraža v okrnjeni rasti vršnega poganjka, v ekstremnih primerih tudi stranskih vej. Razlike v osutosti po kategorijah razrasti so namreč značilne (posteriorni testi: med 1. in 2. ter 1. in 3. kategorijo oblike razrasti), modus osutosti pa se za drevesa z

vedno manj dinamično razrastjo krošnje pomika v višje razrede osutosti.

Pri listavcih in bukvi smo ugotovili, da so v osutosti statistično značilne razlike med drevesi, na katerih ni vidnega plodenja ali je to manj prisotno, ter drevesi, ki normalno plodijo. Slednja skupina dreves ima bolj osute krošnje od prve (v času popisa nobeno drevo ni »bogato« plodilo).

Za listavce oz. bukev ter iglavce oz. smreko je značilna povezava med osutostjo in oddaljenostjo drevesa do sosednjih dreves. Pri listavcih oz. bukvi je značilno, da so drevesa, ki imajo bolj osuto krošnjo, bolj oddaljena od sosednjih, pri iglavcih oz. smreki pa velja ravno obratno. Rezultat je povsem v skladu s povezavo med osutostjo in zasenčenostjo in nekaj pove tudi o kompeticij vrst.

Pri obeh borih (*Pinus sylvestris* in *Pinus nigra*) ter dobu (*Quercus robur*) se pri največ 5 % stopnji tveganja nobena povezava ni izkazala za značilno.

#### 4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Podatki o povprečni osutosti iglavcev in listavcev na izbranih ploskvah IMGE so primerljivi s podatki, ki so bili za leto 2009 objavljeni v poročilu o stanju osutosti na 44-ih ploskvah MGGE (mreža 16x16 km). Povprečna osutost iglavcev na ploskvah MGGE je bila v letu 2009 26,4 % (ploskve IMGE 25,6 %) in listavcev 25,9 % (ploskve IMGE 24,1 %) (Skudnik, 2010). Razlog, da je stanje krošenj na ploskvah IMGE nekoliko boljše, je predvsem v tem, da se na ploskvah IMGE osutost ocenjuje le drevesom prvega, drugega in tretjega socialnega položaja, medtem ko se na ploskvah MGGE osutost ocenjuje vsem drevesom na ploskvi ne glede, kateremu socialnemu položaju pripadajo. V Sloveniji so povprečne osutosti na ploskvah višje od povprečnih vrednosti za EU, kjer so v letu 2009 znašale 18,4 % za iglavce in 20,2 % za

listavce (Fischer in sod., 2010). Povsem drugačna je tudi narava razlik med povprečnimi osutostmi drevja, saj so v Sloveniji iglavci bolj osuti kot listavci, medtem ko je stanje v EU obratno. Razlogov za slabše stanje je lahko več. Eden od njih bi bila lahko dejanska večja osutost dreves na slovenskih ploskvah IMGE. Vendar pa lahko na stanje osutosti vpliva tudi manjša intenzivnost sanitarne sečnje, starejši sestoji itn.

Z vidika glavnih skupin drevesnih vrst je delež pojasnjene osutosti največji pri dobu na ploskvi Murska šuma (12,4 %) in črnem boru na ploskvi Gropajski bori (9,8 %). Ocenjujemo, da je pri kazalniku osutosti, s katerim se spremlja zdravstveno stanja gozdov, pomembno, da se poleg povprečne osutosti spremlja tudi delež nepojasnjene osutosti. Tako se pri spremljanju trenda zdravstvenega stanja gozdov izognemo letnim odstopanjem, katerih razlog so znane abiotične ali biotične poškodbe, ki na dolgi rok pomembno ne vplivajo na zdravje drevesa. Omeniti je treba, da je delež pojasnjene osutosti zelo odvisen od popisovalčevega prepoznavanja simptomov poškodb, pa tudi od poznavanja gozdnih škodljivcev in bolezni.

Ugotovili smo tudi, da so značilne povezave med osutostjo krošnje in nekaterimi analizirani znaki rastiščnih razmer. Največkrat se kot pomemben dejavnik, ki je povezan z osutostjo, pokaže starost drevesa. Pozitivno odvisnost med osutostjo in starostjo drevesa so na podlagi podatkov programa ICP-gozd (vzorčna mreža 16x16 km) ugotovili tudi Klap in sod. (2000) ter Hočevnar in sod. (2002). Pomembne so povezave med osutostjo in socialnim razredom, zasenčenostjo in oddaljenostjo med sosednjimi drevesi – enako za odvisnost med osutostjo in socialnim razredom ter osutostjo in zasenčenostjo oz. utesnjenostjo, in sicer na podlagi popisa programa ICP-gozd (mreža 16x16 km) v Nemčiji, ugotavlja tudi Seidling (2004). Semenjenje oz. plodenje, oblika krošnje, prisotnost sekundarnih poganjkov so pomembni le za posamezne drevesne vrste oz. njihove skupine.

## 5 SUMMARY

Plots for intensive forest ecosystem monitoring in Slovenia were established in 2003 and ten such plots are included in the monitoring system at the moment (Simončič et al., 2004). On IMGE plots, inventory of crown condition takes place every year and, since 2006, also the inventory of tree damage. Defoliation, mortality, social class of a tree, crown shading, crown visibility, yellowing of assimilation organs, and presence of flowering and fruiting signs are assessed in the framework of the annual crown condition inventory. Site of the injury, symptom,

causal agent as well as age and extent are described for every noticed tree injury. Objectives of tree crown condition monitoring on the intensive monitoring plots are: better understanding of the relation between tree vitality and causes and consequences of stress factors and monitoring of the long-term trends of forest decline (de Vries et al., 2003).

The highest average defoliation on the intensive monitoring plots was found in Pedunculate Oak (37.8 %), located on the Murska šuma plot. It is followed by spruce (29.6 %) on the Kladje and Tratice plots, European Black Pine (26.8 %) on the Gropajski bori plot and beech (22.7 %) on the Fondek, Borovec and Tratice plots in the decreasing order. Scots Pine (17.1 %) on the Brdo plot is in the best condition among the main tree species. Defoliation state on IMGE plots in the year 2009 was comparable with the defoliation state on MGGE plots. Average defoliation of the coniferous trees on 44 MGGE plots amounted to 26.4 % in 2009 and to 25.6 % on IMGE plots. Average defoliation of the deciduous trees amounted to 25.9 % on MMGE plots and 24.1 % on IMGE plots (Skudnik, 2010). Average defoliations on the selected IMGE plots in Slovenia are higher than average defoliations for the entire EU. In the year they amounted to 18.4 % for coniferous and to 20.2 % for deciduous trees (Fischer in sod., 2010).

The highest average defoliation in 2009 was found in Pedunculate Oak on the Murska šuma plot (37.8 %) that also showed the highest share of the explained defoliation (12.4 %); i.e. 12.4 % of the defoliation was caused by the known biotic or abiotic stress factors, e.g. defoliators, hail, wind, etc. The share of the unexplained defoliation on the Murska šuma plot thus amounts to 25.3 %. With regard to the share of the explained defoliation, Pedunculate Oak is followed by Black Pine, where full 9.8 % of the 26.8 % of the average defoliation was explained in 2009. Despite higher average defoliation of Black Pine on the Gropajski bori plot (26.8 %), its share of the unexplained defoliation (17.4 %) is comparable with the share of the unexplained defoliation in Scots Pine on the Brdo plot (16.9 %). The lowest defoliation share was explained on the Brdo plot (0.2 %). In 2009, average defoliation in beech on IMGE plots amounted to 22.7 %; thereof 2.7 % of defoliation was explained. The lowest share of the explained defoliation was found in spruce (2.1 %). The unexplained defoliation share is the highest (27.3 %) in spruce due to an extremely high defoliation share of spruce on the Kladje plot.

We assess we can, by monitoring the explained defoliation share, improve monitoring of the annual

trend of forest health condition. With such result interpretation we can avoid those annual defoliation deviations, caused by known abiotic or biotic injuries that cannot crucially affect forest health condition on long term.

Intending to detect some influences on the unexplained defoliation share, in 2009 we assessed some extra indices in addition to the regular ones: transparency, crown morphology and shape (in tree species spruce, beech and Scots Pine), presence of the secondary epicormic shoots, distance between crowns, and age class of the tree. We found out that there were some characteristic connections between the crown defoliation state and additional stand condition indexes. It is characteristic for deciduous trees and beech that less shaded trees of higher social classes have more defoliated crowns. Inverse principle holds true for social class of spruce, which is in accordance with the researches so far. Crowns of older trees are more defoliated. This holds true for deciduous trees, coniferous trees and spruce. None of the analyzed connections proved to be statistically significant with both pines and Pedunculate Oak, given 5 % risk. More defoliated crowns of trees that fruit more intensively are typical for deciduous trees and beech. The shading being connected with the distance between neighboring trees, the same conclusion applies to the connection between distance and defoliation; the larger the distance between the trees, the more defoliated are the crowns of beech and deciduous tree group. The inverse holds true for spruce and coniferous tree group. In addition it applies to beech that the trees with less secondary shoots and less dynamical crown growth are more defoliated.

## 5 ZAHVALA

Zahvaljujemo se sodelavcem oddelka NMGK (Juretu Žlogarju, Galu Kušarju in Špeli Planinšek) za pomoč pri popisu stanja krošenj na izbranih ploskvah IMGE. Prav tako se zahvaljujemo dr. Dušanu Jurcu in dr. Nikici Ogrisu za pomoč pri popisu poškodb drevja. Raziskava je potekala v okviru programa intenzivnega spremljanja gozdov v Sloveniji (EU program ForestFocus; EU, MKGP in MOP), JGS (MKGP) in FutMonLife+ projekta (sofinancerji DG Env.EU, MKGP in MOP).

## 6 VIRI

De Vries, W., Vel, E., Reinds, G.J., Deelstra, H., Klap, J.M., Leeters E.E.J.M., Hendriks, C.M.A., Kerkvoorden, M., Landmann, G., Herkendell, J., Haussmann, T., Erisman, J.W., 2003. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe: 1. Objectives, set-up and evaluation strategy. *Forest Ecology and Management*, 174, 1-3: 77-95

- Eichhorn, J., Roskams, P., Ferretti, M., Mues, V., Szepesi, A., Durrant, D. 2006. Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents - Part IV. Hamburg, vTI - Institute for World Forestry: 69 str.
- Eichhorn, J., Roskams, P., Ferretti, M., Mues, V., Szepesi, A., Durrant, D. 2010. Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents - Part IV. Hamburg, vTI - Institute for World Forestry:49 str.
- Fischer, R., Lorenz, M., Granke, O., Mues, V., Iost, S., van Dobben, H.F., Reinds, G.J., de Vries W. 2010. Forest Condition in Europe - 2010 Technical Report of ICP Forest. Hamburg, von Thünen-Institute, Institute for World Forestry: 175 str.
- Hočevar, M., Mavsar, R., Kovač, M., 2002. Zdravstveno stanje gozdov v Sloveniji v letu 2000 = Forest Condition in Slovenia in the Year 2000. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 67: 119-157
- Jurc, D., Jurc, M. 2010. Ugotavljanje povzročiteljev poškodb - neobjavljeno delovno gradivo. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije
- Klap, J.M., Oude, Voshaar, J.H., De Vries, W., Erisman, J.W., 2000. Effects of Environmental Stress on Forest Crown Condition in Europe. Part IV: Statistical Analysis of Relationships. *Water, Air, & Soil Pollution*, 119, 1: 387-420
- Kovač, M., 1996. Ten years of forest decline inventory in Slovenia : an overview. *Phyton*, 36, 3: 167-170
- Pravilnik o varstvu gozdov. Ur. l. RS, št. 92/2000, 56/2006, 114/2009. Ljubljana.
- Planinšek, Š., Skudnik, M., Kušar, G., Žlogar, J., Kovač, M., 2009. Okularno ocenjevanje stanja krošenj za nivo II : priručnik za terensko snemanje podatkov / prevod in priredba. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije:30 str.
- Seidling, W., 2004. Crown condition within integrated evaluations of Level II monitoring data at the German level. *European Journal of Forest Research*, 123, 1: 63-74
- Simončič, P., Smolej, I., Kalan, P., Mavsar, R., Levanič, T. 2004. Intenzivno spremljanje stanja gozdnih ekosistemov (IMP-SI) : letno poročilo (2003) = Intensive monitoring in Slovenia (IMP-SI) : firts annual report (2003). Ljubljana; Wageningen, Gozdarski inštitut Slovenije = Slovenian Forestry Institute ; Alterra:30 str.
- Simončič, P., Rupel, M., Kovač, M., 2011. Spremljanje stanja gozdov v Sloveniji – stanje v l.2011 (v tisku). *Gozdarski vestnik*, 69, 5-6
- Skudnik, M., 2010. Spremljanje gozdov v letu 2009, Raven I. V: Poročilo o spremljanju stanja gozdov za l. 2009 - Vsebinsko poročilo o spremljanju stanja gozdov v l. 2009 v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov (2009). Ferlan M., Kovač M., Levanič T., Kušar G., Kutnar L., Ogris N., Rupel M., Skudnik M., Urbančič M., Verlič A., Vilhar U., Žlindra D., Simončič P. (eds.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 13-27
- Spiegel, M. E., Stephens, L. J., 2008. *Theory and Problems of Statistics*. Fourth ed. McGraw-Hill Companies, Inc.: 577 str.