

OSUTOST ŠUMSKOG DRVEĆA U HRVATSKOJ U RAZDOBLJU OD 2006. DO 2009. GODINE

DEFOLIATION OF FOREST TREES IN CROATIA IN THE PERIOD 2006 – 2009

Nenad POTOČIĆ¹, Ivan SELETKOVIĆ¹

SAŽETAK: *S obzirom na stav da je najvažniji uzročnik propadanja šuma zračno onečišćenje, 1985. godine je u okviru UNECE Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) osnovan Međunarodni program za procjenu i motrenje utjecaja zračnog onečišćenja na šume (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, skraćeno ICP Forests), u koji se Hrvatska uključila 1987. godine. Prednost monitoringa (trajnog motrenja) u odnosu na jednokratna istraživanja je u dobivanju vremenskog niza podataka koji omogućuje ispravnije zaključivanje o stanju pojava koje, u ovome slučaju, variraju na godišnjoj razini.*

Motrenje se provodi na mreži točaka Razine 1 (bioindikacijske točke razmaka 16 km) i osnovnoj mreži točaka (točke razmaka 4 km), a ključnu ulogu u Programu ima vizualna procjena osutosti krošanja.

Vrijednosti značajne osutosti su vrlo visoke u Upravama šuma Podružnicama Vinkovci, Zagreb, Delnice i Buzet, a niske u UŠP Bjelovar i Koprivnica. Visok postotak značajne osutosti u UŠP Delnice i Vinkovci posljedica je visoke osutosti obične jele, odnosno hrasta lužnjaka. U UŠP Buzet, visok postotak značajne osutosti posljedica je visokih vrijednosti značajne osutosti gotovo svih promatranih vrsta.

Porast značajne osutosti svih vrsta traje od 2002. godine, a listača od 2003. godine. Kod četinjača od 2006. godine bilježimo lagan pad osutosti.

Ključne riječi: ICP Forests, osutost krošanja, bioindikacijska i osnovna mreža točaka

UVOD – Introduction

Tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina prošloga stoljeća, sušenja velikih razmjera i različitih, gospodarski važnih, vrsta drveća u Europi dala su povoda razmišljanju da se radi o dotada nezabilježenoj pojavi, koja je dobila naziv “novo propadanje šuma”. Za razliku od do tada zabilježenih pojava sušenja šuma pretežito lokalnog karaktera, “novo propadanje” imalo je progresivan, i, činilo se, ireverzibilan karakter, a zračno onečišćenje izdvojeno je kao “novi” čimbenik stresa, iako su

postojala oprečna mišljenja u svezi s mehanizmom kojim ono djeluje na šumske ekosustave. Osobito su sušenjem zahvaćene sastojine obične jele i obične smreke (*Picea abies* Karst.). Najrašireniji simptom šteta u srednjoj i sjevernoj Europi na običnoj smreci i običnoj jeli je osutost krošanja, koja je rezultat prekomjernog opadanja iglica, kao i nedovoljno intenzivnog stvaranja sekundarnih izbojaka u krošnji (Gruber, 1994).

S obzirom na stav da je najvažniji uzročnik propadanja šuma zračno onečišćenje, 1985. godine je u okviru UNECE Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (CLRTAP) osnovan Međunarodni program za procjenu i motrenje utjecaja zračnog oneči-

¹ Dr. sc. Nenad Potočić, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko, nenadp@sumins.hr

¹ Dr. sc. Ivan Seletković, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10 450 Jastrebarsko

šćenja na šume (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, skraćeno ICP Forests), u koji se Hrvatska uključila 1987. godine. Prednost monitoringa (trajnog motrenja) je u dobivanju vremenskog niza podataka, koji omogućuje ispravnije zaključivanje o stanju pojava koje, u ovome slučaju, variraju na godišnjoj razini.

Razvojem spoznaja o uzrocima propadanja šuma ICP Forests se okrenuo kompleksnim istraživanjima međuovisnosti različitih ekoloških čimbenika, za koje se pretpostavlja da imaju ulogu u propadanju šuma, te je glavni zadatak Programa postao prikupljanje podataka o stanju šuma i njihovoj reakciji na čimbenike stresa na regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini. Motrenje se provodi na mreži točaka Razine 1 (bioindikacijske točke razmaka 16 km), osnovnoj mreži (točke razmaka 4 km) i ploham Razine 2 (plohe intenzivnog motrenja), a ključnu ulogu u Programu ima vizualna procjena osutosti krošanja.

O prvim rezultatima procjene stanja krošanja u Hrvatskoj u okviru ICP Forests pišu Prpić, Komlenović i Seletković (1988), a godišnje procjene prate se odgovarajućim izvješćima (Seletković i Tikvić, 1996).

Na temelju članka 39. stavka 2. Zakona o šumama ("Narodne novine" broj 140/05) donijet je Pravilnik o načinu prikupljanja podataka, mreži točaka, vođenju registra te uvjetima korištenja podataka o oštećenosti šumskih ekosustava ("Narodne novine" broj 129/06). Pravilnik je u primjeni od mjeseca studenog 2006. godine. Člankom 3. tog Pravilnika, Nacionalnim koordinacijskim centrom za procjenu i motrenje utjecaja atmosferskog onečišćenja i drugih čimbenika na šumske ekosustave, određuje se Hrvatski šumarski institut koji funkcionira kao Nacionalni koordinacijski centar Međunarodnog programa za procjenu i motrenje utjecaja zračnog onečišćenja na šume (UN/ECE – ICP Forests).

Novi Pravilnik o motrenju oštećenosti šumskih ekosustava (Narodne novine 67/2010., www.nn.hr) donijet je na temelju članka 39. stavka 2. Zakona o šumama ("Narodne novine" broj 140/05, 82/06 i 129/08), a u potpunosti je usklađen s europskom zakonskom regulativom na području motrenja oštećenosti šuma (Uredbe Europske unije 2152/2003/EZ i 1737/2006/EZ).

Podaci iz Registra oštećenosti šumskih ekosustava služe za utvrđivanje stanja šumskih ekosustava u Republici Hrvatskoj, potrebe gospodarenja šumama, znan-

stvene svrhe te potrebe institucija Republike Hrvatske i međunarodnih institucija. Podaci s jedinstvene europske mreže bioindikacijskih točaka (mreža točaka stranice kvadrata 16 km) službeni su podatak o oštećenosti šumskih ekosustava u Republici Hrvatskoj i sastavni su dio Izvješća o oštećenosti šumskih ekosustava u Republici Hrvatskoj, koje se izrađuje za potrebe Ministarstva regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva. Kao značajan izvor informacija o stabilnosti šumskih ekosustava, za potrebe Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb Nacionalni centar izrađuje godišnja izvješća o oštećenosti šuma u Hrvatskoj koja obuhvaćaju i podatke s mreže točaka razmaka 4 km (osnovna mreža točaka) te se koriste pri izradi planova gospodarenja (Potočić i Seletković 2006–2009).

Oštećenost šuma predmet je i znanstvenih radova (Tesche 1989, Saxe 1993, Modrzyński 2003, Zierl 2004 itd.). U Hrvatskoj je težište istraživanja od samih početaka stavljeno na neizravne učinke zračnoga onečišćenja. Unos zračnih polutanata u bukove i bukovo-jelove šume Gorskog kotara i Like, potvrđuju svojim istraživanjima Glavač, Koenies i Prpić (1985). Veze sušenja drveća u Hrvatskoj s kiselim kišama razmatra Prpić (1987), a utjecaj fotooksidanata Prpić i Seletković (1988). Komlenović i dr. (1988), te Seletković (1991) razmatraju utjecaj polutanata na šume obične bukve (*Fagus sylvatica* L.). U skladu s novijim shvaćanjima problematike propadanja šuma, sinergističke efekte klimatskih promjena, gradacije štetnika i zračnog onečišćenja u propadanju šuma obične jele (*Abies alba* Mill.) (*Picea abies* Karst.) i obične smrekenaglašavaju Prpić, Seletković i Ivković (1991, Hrašovec i dr. (2011) i Matić (2011)).

Potočić i Seletković (2000) i Seletković i Potočić (2004) razmatraju trendove propadanja najzastupljenijih vrsta šumskog drveća u Hrvatskoj i Europi. Vrbeć i dr. (2006) pišu o povezanosti oštećenosti krošanja i zračnog onečišćenja u Gorskom kotaru. Seletković i dr. (2008) bave se utjecajem klimatskih i reljefnih karakteristika na oštećenost krošanja obične bukve na Medvednici, a Potočić i dr. (2008) utjecajem klime na osutost krošanja obične bukve i obične jele na Velebitu.

U ovome radu bit će prikazani rezultati procjene osutosti krošanja na bioindikacijskim i osnovnim točkama u razdoblju od 2006. do 2009. godine.

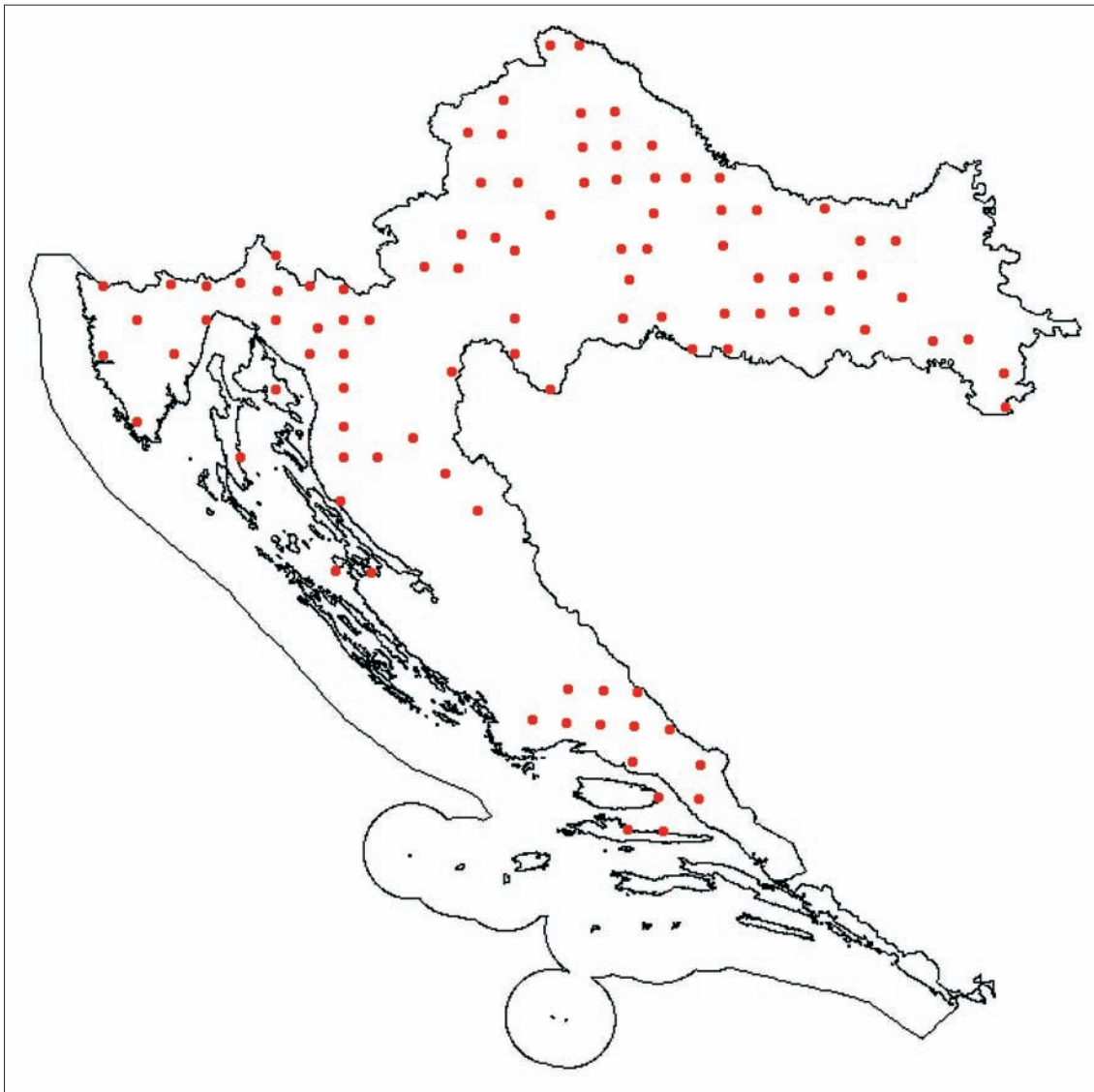
MATERIJALI I METODE – *Materials and Methods*

Procjena osutosti (defolijacije), osnovnog parametra za procjenu oštećenosti krošanja obavlja se prema jedinstvenoj metodi propisanoj od ICP Forests (Eichhorn i dr. 2010). Procjenu na bioindikacijskim točkama (Slika 1.) obavljaju djelatnici Hrvatskih šuma, Šumarske savjetodavne službe i Nacionalnog parka

Plitvička jezera, a na osnovnim točkama djelatnici Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb.

Najvažniji elementi metode za procjenu osutosti krošanja su sljedeći:

- procjena osutosti se obavlja u koracima od 5 %, a kasnije se rezultati grupiraju u klase prema Tablici 1.



Slika 1. Prikaz položaja bioindikacijskih točaka u Hrvatskoj
Figure 1 Map of bioindication plots in Croatia

Tablica 1. Klase osutosti, stupnjevi osutosti i postoci gubitka iglica/lišća

Table 1 Defoliation classe, degrees and percentages of needle/leaf loss

Klasa	Stupanj osutosti	Postotak gubitka iglica/lišća
0	nema	0-10
1	blaga	11-25
2	umjerena	26-60
3	jaka	61-99
4	mrtvo stablo	100

Stabla koja imaju osutosti iznad 25 % svrstavaju se u klasu značajno osutih stabala.

- procjena se obavlja na predominantnim, dominantnim i kodominantnim stablima (Kraftove klase 1, 2 i 3), dakle nadstojnim stablima
- za procjenu u obzir se uzima samo osvjetljeni dio krošnje

- postotak osutosti procjenjuje se na osnovi usporedbe konkretnog stabla s foto-priručnikom (Bosshard 1986) te zamišljenim lokalnim referentnim stablom, koje je definirano kao “najbolje stablo s potpunom krošnjom koje može uspijevati na određenom lokalitetu”
- procjenu obavljaju dva promatrača, uz korištenje dvogleda
- na svakoj plohi procjenjuje se osutost krošnje 24 stabla.

Rezultati procjene oštećenosti krošanja pohranjuju se i obrađuju u bazi podataka Hrvatskog šumarskog instituta te u jedinstvenoj europskoj bazi podataka programa ICP Forests (Međunarodni program za procjenu i motrenje utjecaja zračnog onečišćenja na šume). Trenutno je u testnoj fazi Registar Razine 1, nova internetska baza podataka o oštećenosti šuma (www.icp.sumins.hr) u koju se unose podaci za 2010. godinu.

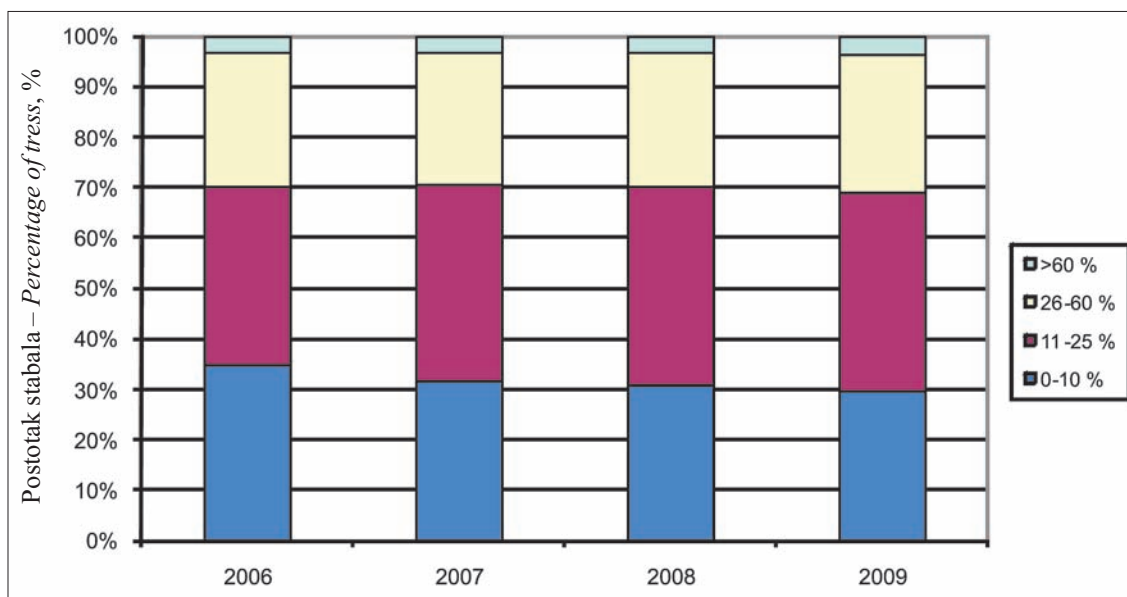
REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM – Results and Discussion

Motrenje stanja osutosti krošanja za 2009. godinu u Republici Hrvatskoj pokazalo je daljnje, iako neveliko, povećanje postotka značajne osutosti krošanja šumskih

vrsta drveća (31,2 % stabala) (Tablica 2, Slika 2) u odnosu na 2008. godinu. Ovaj porast osutosti traje od 2002. godine (Potočić i Seletković 2009).

Tablica 2. Osutost krošanja šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine
Table 2. Crown defoliation of forest tree species in Croatia in the period 2006–2009

Godina Year	% gubitka iglica/lišća – % of needle/leaf loss				Broj stabala N	Značajno osuto > 25 %
	0-10 %	11-25 %	26-60 %	>60 %		
2006	34,6	35,3	26,7	3,4	12503	30,1
2007	31,5	39,1	26,1	3,3	12092	29,4
2008	30,9	39,1	26,6	3,4	12167	30,0
2009	29,6	39,2	27,6	3,6	11940	31,2



Slika 2. Osutost krošanja šumskih vrsta drveća u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine
Figure 2. Crown defoliation of forest tree species in Croatia in the period 2006–2009

Značajna osutost listača (Tablica 3, Slika 3) također je u 2009. godini u odnosu na 2008. godinu porasla (porast s 25,0 na 26,4 %). Značajna osutost za listače pokazivala je rast od 1987. godine (6,0 %) do 1995. godine (27,7 %), a zatim je padala do 1998. godine (16,8 %) da

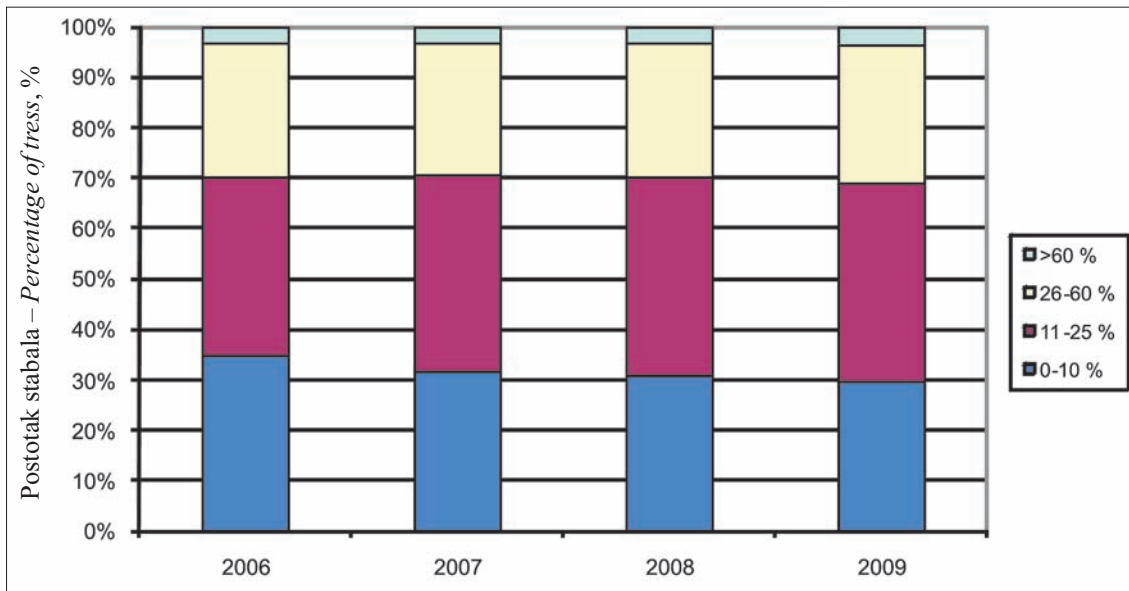
bi se od tada zadržavala na približno istoj razini. Ponojni porast bilježimo od 2003. godine, nakon čega značajna osutost listača kontinuirano raste (Potočić i Seletković 2009).

Tablica 3. Osutost krošanja listača u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine
Figure 3. Crown defoliation of broadleaves in Croatia in the period 2006–2009

Godina Year	% gubitka lišća – % of leaf loss				Broj stabala N	Značajno osuto > 25 %
	0-10 %	11-25 %	26-60 %	>60 %		
2006	38,2	37,6	22,4	1,8	9956	24,2
2007	34,1	41,9	22,1	1,8	9606	23,9
2008	33,5	41,5	23,1	1,9	9734	25,0
2009	32,1	41,6	24,2	2,2	9506	26,4

Postotak značajne osutosti kod četinjača (Tablica 4, Slika 4) u odnosu na 2008. godinu je u 2009. godini nepromijenjen. Za četinjače značajna je osutost 1987. godine iznosila 17,1 %, uz stalan trend rasta do maksimalnih 56,7 %, u 1996. godini. Niža vrijednost zatim je

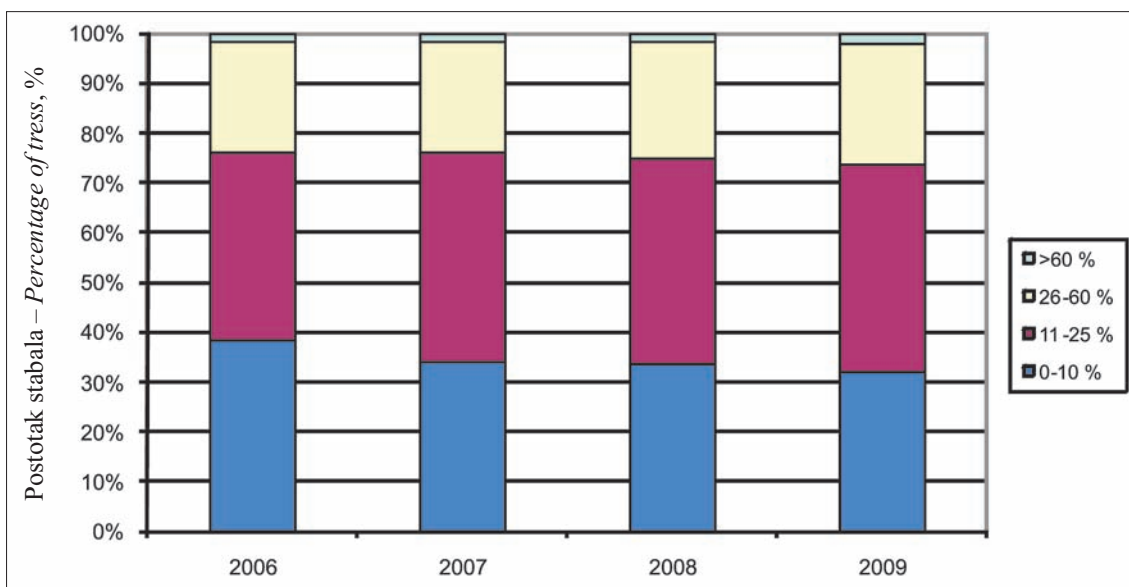
zabilježena 1997. godine (38,6 %), pa opet 2002. godine (40,7 %). Nakon toga vrijednosti postupno rastu sve do 2006. godine (53,2 % značajno oštećenih stabala četinjača), nakon čega dolazi do laganog pada (Potočić i Seletković 2009).



Slika 3. Osutost krošanja listača u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine
Figure 3 Crown defoliation of broadleaves in Croatia in the period 2006–2009

Tablica 4. Osutost krošanja četinjača u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine
Table 4 Crown defoliation of conifers in the period 2006–2009

Godina Year	% gubitka iglica – % of needle loss				Broj stabala N	Značajno osuto > 25 %
	0-10 %	11-25 %	26-60 %	>60 %		
2006	20,7	26,0	43,6	9,6	2547	53,2
2007	21,5	28,1	41,3	9,1	2486	50,4
2008	20,5	29,3	40,7	9,5	2433	50,2
2009	19,7	30,1	41,2	9,0	2434	50,2



Slika 4. Osutost krošanja četinjača u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine
Figure 4 Crown defoliation of conifers in Croatia in the period 2006–2009

Iz grafičkog prikaza postotka značajne osutosti stabala svih vrsta po Upravama šuma Podružnicama (Tablica 5) vidljive su vrlo velike razlike koje među njima postoje. Na Slici 5 uspoređeni su podaci o značajnoj osutosti svih vrsta u Upravama sa značajnom osutosti

na razini cijele Hrvatske. U 2009. godini vrijednosti su vrlo visoke u Upravama šuma Podružnicama Vinkovci, Zagreb, Delnice i Buzet, a niske u UŠP Bjelovar i Koprivnica.

Tablica 5. Postotak značajno osutih stabala po Upravama šuma Podružnicama 2006. do 2009. godine – sve vrste

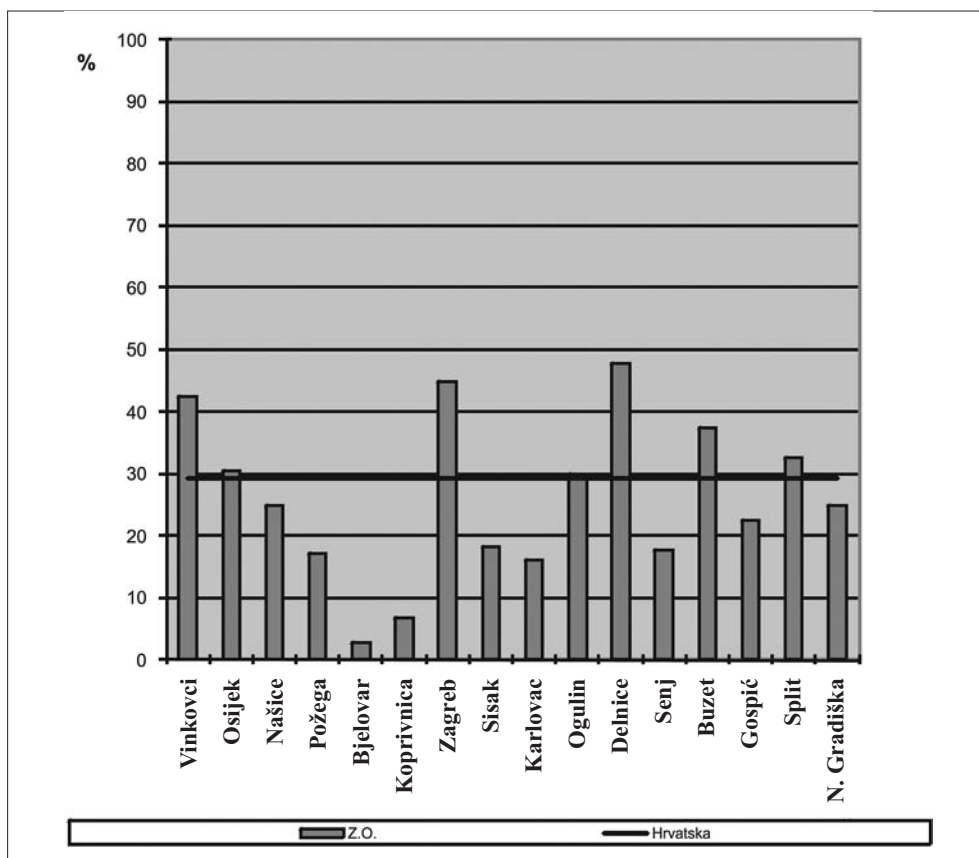
Table 5 Percentage of moderately to severely defoliated trees by Forest Branch Offices in the period 2006-2009 – all species

Uprava Forest Branch Office	2006	2007	2008	2009
Vinkovci	35,4	35,7	40,8	42,4
Osijek	26,4	26,4	19,4	30,6
Našice	15,8	20,3	23,7	25,0
Požega	21,1	19,7	12,5	17,3
Bjelovar	9,1	5,0	5,1	2,9
Koprivnica	0,7	0,0	7,3	6,8
Zagreb	13,4	18,2	44,1	44,8
Sisak	23,4	17,0	16,3	18,3
Karlovac	5,7	12,7	12,3	16,0
Ogulin	22,0	30,0	28,1	29,9
Delnice	52,7	49,4	47,7	47,9
Senj	18,0	30,2	16,5	17,7
Buzet	57,7	47,1	42,8	37,5
Gospić	25,8	21,6	21,1	22,4
Split	32,5	32,5	31,2	32,6
N. Gradiška	0,0	0,8	11,1	25,0

Visok postotak značajne osutosti krošanja u UŠP Delnice i Vinkovci posljedica je visoke osutosti obične jele, odnosno hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.). U UŠP Buzet, visok postotak značajne osutosti posljedica je visokih vrijednosti značajne osutosti gotovo svih promatranih vrsta.

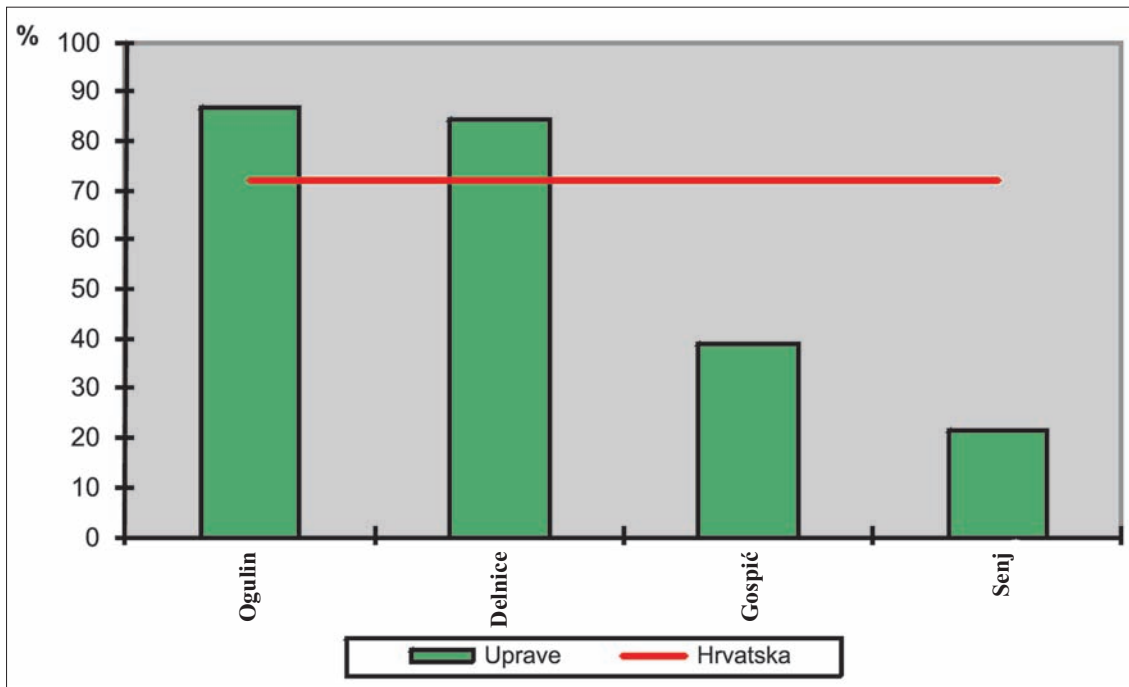
Zanimljivo je promotriti kakva je bila značajna osutost obične jele, hrasta lužnjaka i obične bukve u Upravama u kojima se te vrste pojavljuju na točkama motrenja. U UŠP Gospić i Senj, značajna osutost obične jele u 2009. godini (Slika 6) bitno je niža od vrijednosti značajne osutosti utvrđenoj na bioindikacijskoj i osnovnoj mreži u Hrvatskoj (Potočić i Seletković 2009), dok je u UŠP Delnice i Ogulin nešto viša. Pritom treba voditi računa o broju stabala u uzorku, koji za UŠP Delnice iznosi 581, za UŠP Senj 92, Gospić 87, a Ogulin samo 61.

Kod hrasta lužnjaka, izrazito visoke vrijednosti značajne osutosti u 2009. godini utvrđene su u UŠP Požega, Zagreb, Našice i Osijek, a vrlo niske u UŠP Bjelovar i Koprivnica (Slika 6). Pri tome jedino UŠP Zagreb i Bjelovar imaju značajniji broj stabala u uzorku (286 odnosno 168).



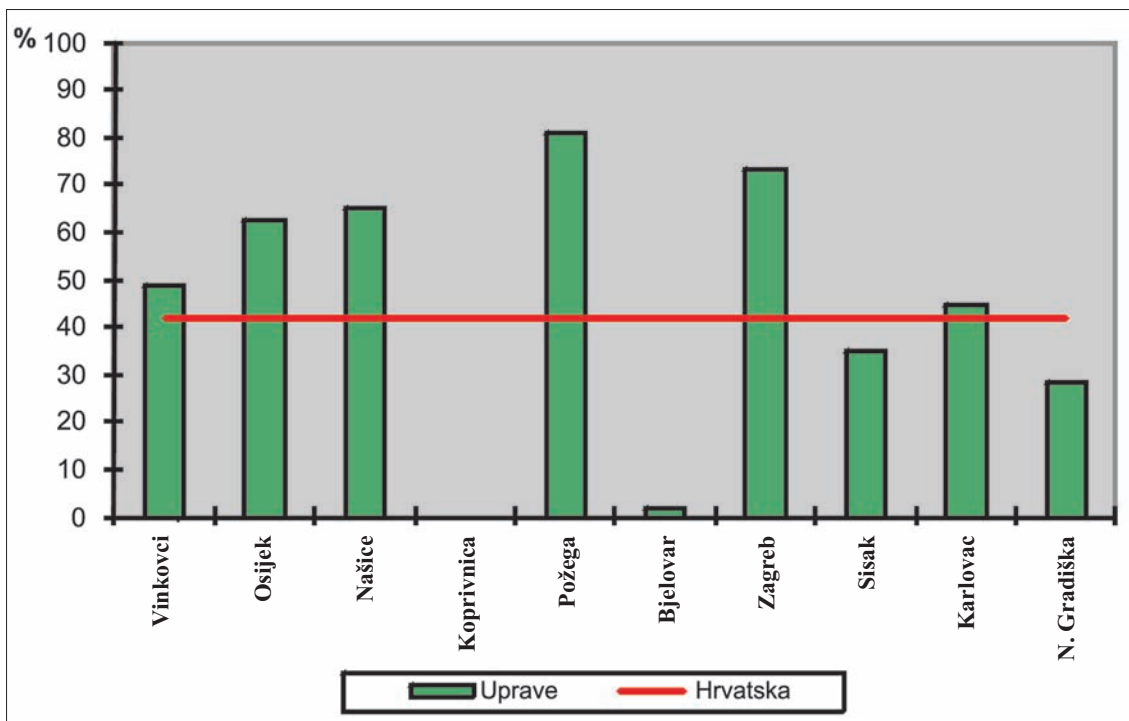
Slika 5. Postotak značajno oštećenih stabala (Z.O.) u Upravama šuma Podružnicama i u Hrvatskoj 2009. godine – sve vrste

Figure 5 Percentage of moderately to severely defoliated trees (Z.O.) in Forest Branch Offices and in Croatia in the year 2009 – all species



Slika 6. Značajna osutost obične jele po Upravama šuma Podružnicama i u Hrvatskoj 2009. godine

Figure 6 Percentage of moderately to severely defoliated silver fir trees in Forest Branch Offices and in Croatia in the year 2009



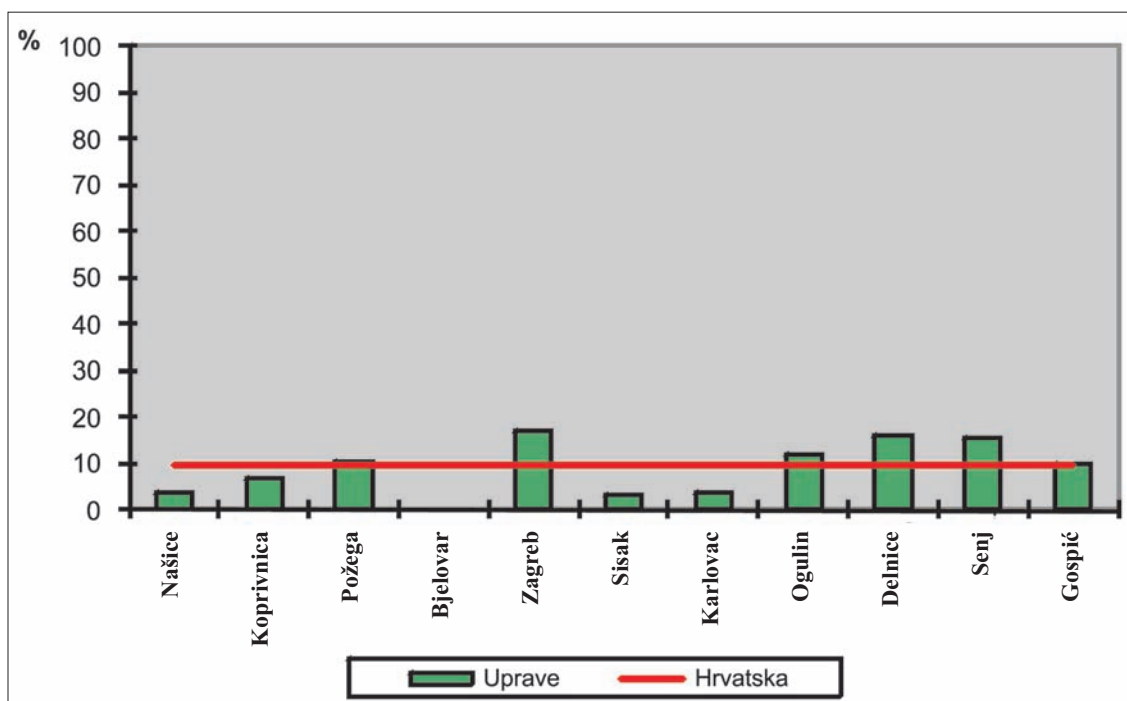
Slika 7. Značajna osutost hrasta lužnjaka po Upravama šuma Podružnicama i u Hrvatskoj 2009. godine

Figure 7 Percentage of moderately to severely defoliated pedunculate oak trees in Forest Branch Offices and in Croatia in the year 2009

Značajna osutost obične bukve bitno je viša od vrijednosti u cijeloj Hrvatskoj u UŠP Zagreb, Delnice i Senj, a najniža u UŠP Bjelovar, Sisak, Karlovac i Našice.

Na razini Hrvatske najniža vrijednost od 36,6 % značajno oštećenih stabala obične jele zabilježena je 1988. godine, dok 1993. taj postotak iznosi već 70,8 %.

Takva osutost, uz manje oscilacije, zadržala se do 1999. godine kada je pala na 58,1 %, dok je u 2001. godini iznosila 70,4 %, a u 2004. godini već 73,5 %. (Potočić i Seletković 2009). Do sada najveći udio stabala obične jele (74,1 %) sa postotkom osutosti većim od 25 % zabilježen je u 2006. godini (Tablica 6).



Slika 8. Značajna osutost obične bukve po Upravama šuma Podružnicama i u Hrvatskoj 2009. godine
Figure 8 Percentage of moderately to severely damaged common beech trees in Forest Branch Offices and in Croatia in the year 2009

Tablica 6. Osutost krošanja šest procjenom najzastupljenijih vrsta šumskog drveća u Hrvatskoj u razdoblju od 2006. do 2009. godine

Table 6 Crown defoliation of six most represented forest tree species in Croatia in the period 2006–2009

Vrsta Species	Godina Year	% gubitka iglica/lišća – % of needle/leaf loss				Značajno oštećeno >25 %
		0–10 %	11–25 %	26–60 %	>60 %	
<i>Abies alba</i>	2006	5,0	20,9	53,6	20,5	74,1
	2007	5,1	21,3	52,9	20,8	73,7
	2008	6,2	21,6	52,0	20,2	72,2
	2009	6,0	21,6	52,1	20,3	72,4
<i>Quercus robur</i>	2006	29,4	35,0	33,2	2,4	35,6
	2007	27,9	39,2	30,6	2,4	33,0
	2008	17,7	40,3	39,6	2,3	41,9
	2009	18,1	36,5	42,4	3,0	45,4
<i>Quercus petraea</i>	2006	25,2	50,3	22,6	2,0	24,5
	2007	18,7	57,7	21,7	1,9	23,6
	2008	17,0	53,6	27,5	2,0	29,5
	2009	18,1	50,8	29,0	2,1	31,2
<i>Fagus sylvatica</i>	2006	46,4	40,9	12,1	0,6	12,7
	2007	41,9	44,6	12,9	0,7	13,6
	2008	46,5	43,6	9,4	0,5	9,9
	2009	43,4	45,1	10,8	0,7	11,5
<i>Pinus halepensis</i>	2006	30,8	26,4	39,8	2,9	42,7
	2007	32,7	29,8	35,2	2,3	37,5
	2008	33,9	34,0	30,1	2,1	32,2
	2009	30,2	34,6	33,5	1,6	35,1
<i>Pinus nigra</i>	2006	22,8	30,3	40,0	6,9	46,9
	2007	23,5	33,3	39,4	3,7	43,1
	2008	22,1	33,5	40,0	4,4	44,4
	2009	21,7	37,2	37,2	3,9	41,1

U 2009. godini zabilježeno je 72,4 % značajno oštećenih stabala obične jele. Seletković i Potočić (2004) daju usporedbu postotka značajne osutosti obične jele u Hrvatskoj i Europi za razdoblje 1999–2003. godine, gdje su uz slično kretanje osutosti, u Hrvatskoj zabilježene znatno više vrijednosti. Sličan odnos vrijedi i u razdoblju od 2006. do 2008. godine, kada je na razini Europe zabilježena značajna osutost od 29,7 % u 2006. godini, 23,9 % u 2007. i 27,0 % u 2008. godini. Nažalost, novi podaci o osutosti obične jele na razini Europe za 2009. godinu nisu prikazani u zadnjem ICP Forests tehničkom izvješću (Fischer i dr. 2010).

Značajna osutost hrasta lužnjaka naglo je rasla između 1988. godine (8,1 %) i 1994. godine (42,5 %), 1999. je godine zabilježen mali pad (23,5 %) dok je vrijednost u 2000. godini ostala praktički nepromijenjena (23,8 %). U 2001. godini ta je vrijednost porasla na 30,2 %, a nakon pada značajne osutosti u 2002. godini (21,3 %), bilježimo postupni porast. 2003. godine vrijednost

značajne osutosti iznosila je 25,0 %, 2004. godine 30,6 %, a 2005. 33,4 % (Potočić i Seletković 2009).

Od 2006. do 2009. godine postotak značajno osutih stabala hrasta lužnjaka kretao se kako slijedi: 2006. godine 35,6 %, 2007. godine 33,0 %, a u 2008. godini postotak značajno osutih stabala hrasta lužnjaka se bitno povećao (41,9 %). U 2009. godini utvrđeno je povećanje postotka značajne osutosti stabala hrasta lužnjaka na 45,4 %. Na razini Europe značajna osutost na stalnom uzorku stabala kretala se kako slijedi: 36,8 % u 2006., 37,1 % u 2007., 36,2 % u 2008. i 35,5 % u 2009. godini (Fischer i dr. 2010).

Osutost obične bukve u posljednjih 10 godina praćenja nije se bitno mijenjala, krećući se od 4–10 % (Potočić i Seletković 2009). U 2009. godini zabilježena je vrijednost od 11,5 %. Za razliku od Hrvatske, postotak značajno osutih stabala u Europi je bio relativno visok: 27,8 % u 2006. godini, 25,3 % u 2007. godini, 21,4 % u 2008. i 29,9 % u 2009. godini (Fischer i dr. 2010).

ZAKLJUČCI – Conclusions

Trend porasta značajne osutosti svih vrsta traje od 2002. godine, a listača od 2003. godine. Kod četinjača od 2006. godine bilježimo lagan pad osutosti. Ovakav

trend posljedica je kretanja osutosti krošanja naših najvažnijih vrsta, ponajprije obične jele i hrasta lužnjaka, dok osutost bukve ne pokazuje izrazit trend.

LITERATURA – References

- Bosshard, W. (Ur.) 1986: Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Sanasilva, Birmensdorf.
- Eichhorn, J., P. Roskams, M. Ferretti, V. Mues, A. Szepesi, D. Durrant, 2010: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. 49 pp. Manual Part IV. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. [<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>]
- Fischer, R., M. Lorenz, O. Granke, V. Mues, S. Iost, H. van Dobben, G. J. Reinds, W. de Vries, 2010: Forest Condition in Europe, Technical Report of ICP Forests, Hamburg.
- Glavač, V., H. Koenies, B. Prpić, 1985: O unosu zračnih polutanata u bukove i bukovo-jelove šume dinarskog gorja sjeverozapadne Jugoslavije. Šumarski list, CIX: 429-447.
- Hrašovec, B., L. Kasumović, M. Franjević, 2011: Prezimljavanje smrekova pisara (*Ips typographus*) u smrekovim šumama sjevernoga Velebita (*Overwintering of Eight Toothed Spruce Bark Beetle (Ips typographus) in Spruce Forests of North Velebit*). Croatian Journal of Forest Engineering 32(1): 211–222.
- Komlenović, N., J. Gračan, N. Pezdirc, P. Rastovski, 1988: Utjecaj polutanata na bukove šume i kulture smreke u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Šumarski list 5–6: 217–230.
- Lorenz, M., R. Fischer, G. Becher, V. Mues, O. Granke, T. Braslavskaya, A. Bobrinsky, N. Lukina, N. Clarke, Z. Lachmanova, C. Schimming, 2009: Forest Condition in Europe, Technical Report of ICP Forests, Hamburg.
- Matić, S., 2011: Utjecaj stanišnih promjena i načina gospodarenja na sušenje obične smreke (*Picea abies* Karst.) u Hrvatskoj (*The impact of Site Changes and Management Methods on Dieback of Common Spruce (Picea abies Karst.) in Croatia*). Croatian Journal of Forest Engineering 32(1): 7–17.
- Modrzynski, J., 2003: Defoliation of older Norway spruce (*Picea abies*/L./Karst.) stands in the Polish Sudety and Carpathian mountains. Forest Ecol. Manag. 181/3: 289–299.
- Potočić, N., I. Seletković, 2000: Stanje oštećenosti šuma u Republici Hrvatskoj 1998. godine. Šumarski list 1–2: 51–56.
- Potočić, N., I. Seletković, 2006–2009: Oštećenost šuma u Hrvatskoj, izvješća za JP “Hrvatske šume”.
- Potočić, N., I. Seletković, D. Ugarković, A. Jazbec, S. Mikac, 2008: The influence of climate properties on crown condition of Common beech (*Fagus sylvatica* L.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.) on Velebit. Period. biol. 110(2), 145–150.

- Prpić, B., 1987: Sušenje šumskog drveća u SR Hrvatskoj s posebnim osvrtom na opterećenja Gorskog kotara kiselim kišama s teškim metalima. Šumarski list, 1–2: 53–60.
- Prpić, B., N. Komlenović, Z. Seletković, 1988: Propadanje šuma u SR Hrvatskoj. Šumarski list, 5–6: 195–215.
- Prpić, B., Z. Seletković, 1988: Procjena utjecaja fotooksidanata na sušenje šuma Jugoslavije. U: Ostojić, Ž. (ur.): Propadanje šumskih ekosistema – uzroci, mere i posledice, Igman: 239–252.
- Prpić, B., Z. Seletković, M. Ivkov, 1991: Propadanje šuma u Hrvatskoj i odnos pojave prema biotskim i abiotskim činiteljima danas i u prošlosti. Šumarski list, CXV: 107–129.
- Saxe, H., 1993: Triggering and predisposing factors in the “red” decline syndrome of Norway spruce (*Picea abies*). Trees 8: 39–48.
- Seletković, I., N. Potočić, 2004: Oštećenost šuma u Hrvatskoj u razdoblju od 1999. do 2003. godine. Šumarski list 3–4, 137–148.
- Seletković, I., N. Potočić, D. Ugarković, A. Jazbec, R. Pernar, A. Seletković, 2008: The influence of climate and relief properties on crown condition status of Common beech – a case study of Medvednica massif, Croatia. Tecshe, M. 1989: Umweltstreß. In: Schmidt-Vogt, H. (ed.), Die Fichte II/2 – Krankheiten. Schäden, Fichtensterben, Verl. Paul Parey, Hamburg, Berlin, pp. 346-384. Period. biol. Vol. 111(4), 435–442.
- Seletković, Z., 1991: Utjecaj industrijskih polutanata na običnu bukvu (*Fagus sylvatica* L.) u šumskim ekosistemima slavonskoga gorja. Glasnik za šumske pokuse, 27: 83–196.
- Seletković, Z., I. Tikvić, 1996: Oštećenost šumskih ekosustava različitih stanišnih prilika u Republici Hrvatskoj. U: Sever, S. (ur.): Zaštita šuma i pridobivanje drva, Šumarski fakultet, Zagreb i Šumarski institut, Jastrebarsko: 81–88.
- Vrbeć, B., I. Pilaš, T. Dubravac, N. Potočić, I. Seletković, M. Pernek, 2006: Forest crown condition and monitoring deposited matter in Gorski Kotar area in Croatia. Lesn. Čas – Forestry Journal, 52(1–2) pp. 137–145.
- Zierl, B., 2004: A simulation study to analyse the relations between crown condition and drought in Switzerland. Forest Ecol. Manag. 188/1–3: 25–38.

SUMMARY: In response to widespread concern that air pollution could affect forest condition, the International Co-operative Programme on the Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests) was established by the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) under the United Nations Economic Commission for Europe in 1985. Croatia joined the Programme in 1987. The advantage of monitoring is in obtaining a time series of data that enables correct deduction on the phenomena that, in this case, vary on annual basis.

Monitoring is conducted on two networks: Level I (so called bioindication plots at 16 x 16 km distance) and basic network (4 x 4 km distance of plots). Defoliation, the key parameter for assessing forest ecosystem condition, is assessed according to ICP Forests Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.

Defoliation is high in Forest Branch Offices Vinkovci, Zagreb, Delnice and Buzet, and low in Bjelovar and Koprivnica (Fig. 5). The high percentage of moderately to severely damaged trees in Forest Branch Office Delnice and Vinkovci is the result of intensive dieback of silver fir and pedunculate oak, respectively. In Forest Branch Office Buzet, a high percentage of moderately to severely damaged trees is the result of high defoliation values in almost all surveyed species.

In Forest Branch Offices Gospić and Senj, moderate to severe damage of silver fir trees in year 2009 is significantly lower than the corresponding value in the bioindication and basic plot network in Croatia, while it is somewhat higher in Forest Branch Offices Delnice and Ogulin.

Very high values of percentages of moderately to severely damaged trees of pedunculate oak in the year 2009 were present in Forest Branch Offices Požega, Zagreb, Našice and Osijek, and very low in Bjelovar and Koprivnica. Moderate to severe damage of beech is significantly higher than the value for Croatia in Forest Branch Offices Zagreb, Delnice and Senj, and lower in Bjelovar, Sisak, Karlovac and Našice.

The rising percentage of moderately to severely damaged trees of all species started in 2002, and for broadleaves in 2003. Conifers, on the other hand, have a decreasing trend of defoliation since 2006 (Tabs. 2–4).

Keywords: ICP Forests, condition of forest ecosystems, crown defoliation, Level I and basic network