

## OŠTEĆENOST KROŠANJA GLAVNIH VRSTA DRVEĆA U HRVATSKOJ U ODNOSU NA RADIJALNE PRIRASTE

## KRONENVERLICHTUNG DER HAUPTBAUMARTEN KROATIENS IM VERGLEICH MIT RADIALZUWACHS

Branimir PRPIĆ, Zvonko SELETKOVIĆ i Milan IVKOV\*

**SAŽETAK:** Radijalni prirasti obične jele, hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka i obične bukve u sastojinama uz točke bioindikacijske mreže uspoređeni su s jakim oštećenjem krošanja i depozicijom olova u Of i Ah horizontima kao i aciditetom iz istih uzoraka. Radijalni prirasti pokazali su trend opadanja prije vanjskih znakova oštećenosti krošanja. Ustanovljena je veza između radijalnih prirasta i jake oštećenosti krošanja dok u odnosu na količine olova nije utvrđena.

**Ključne riječi:** Propadanje šuma, radijalni prirasti, jaka oštećenost krošanja depozicija olova, aciditet tla.

### UVOD

Danas se pouzdano zna da kemijsko opterećenje zraka, vode i tla industrijskom polucijom, prometom, urbanizacijom i ostalim djelatnostima industrijske civilizacije nepovoljno utječe na šumske ekosustave. Kada se ovaj nepovoljni utjecaj otpada pojavljuje zajedno s klimatskim ekscesima te pod nepovoljnim utjecajem reljefa, geološke podloge, tla i hidroloških promjena u šumskim sastojinama se pojavljuju vrlo značajna oštećenja drveća koja ugrožavaju sirovinsku i ekološku funkciju šume.

Pojava propadanja šuma u Hrvatskoj postaje iz go-

dine u godinu sve izraženija. Naročito su pogodene bukovo-jelove šume Dinarskoga gorja i nizinske šume hrasta lužnjaka u Posavini i Podravini. Tako je hrast lužnjak nepovratno oštećen 28%, a obična jela 73% (stupnjevi oštećenosti od 2–4).

U našim istraživanjima analiziramo širine godova odnosno tijek radijalnoga prirasta kod glavnih vrsta šumskoga drveća, a rezultate uspoređujemo s količinom olova u Of i Ah horizontima tala, koristeći primjenu metodu mikrostaništa (Glavač et al. 1970) i s oštećenošću krošnje.

### METODA RADA

U istraživanjima smo koristili bioindikacijsku mrežu  $16 \times 16$  km i to njen dostupni dio u Republici Hrvatskoj koji nije okupiran od srpskih pobunjenika. Tako smo obuhvatili oko 60% površine šuma u Hrvatskoj. Istraživanjima su obuhvaćene 54 točke bioindikacijske mreže. U svakoj točci uzeti su Presslerovim svrdlom izvrci one vrste drveća koja je prevladavala svojim učešćem u sastojini bliže okolice. Izvrci su uzeti od 592 stabala obične bukve (*Fagus sylvatica* L.), od 289 stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.), od 111 stabala hrasta kitnjaka (*Quercus petraea* Liebl.), od 60 stabala hrasta

medunca (*Quercus pubescens* Willd.), od 201 stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) i od 45 stabala alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill.).

Stabla su birana u točci bioindikacijske mreže i u njenoj bližoj okolini, tako da su iz svakoga debljinskog stupnja uzeta po dva do tri uzorka. S obzirom na stupanj oštećenosti birana su sva stabla osim suhih ili skoro suhih, tako da je dobiven prosjek za svaki lokalitet. Svake godine posijeku se sva ona stabla čije su krošnje oštećene više od 80%, pa se uzorci nisu odnosili na jako oštećena stabla.

\* Prof. dr. sc. Branimir Prpić, izv. prof. dr. sc. Zvonko Seletković i mr. sc. Milan Ivkov, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetosimunska 25, Zagreb.

Širina godova mjerena je mikroprocesorom, a radialni prirast za pojedine točke bioindikacijske mreže i vrste drveća usporeden je sa značajnom oštećenošću stabala (osutost veća od 25%).

Uzorci tla su uzeti po metodi mikrostaništa, a olovo je ekstrahirano s 2N HCl po metodi Brünea i Ellinghausa (1981) te određeno atomapsorpcijskim spektrometrom – AAS, Perkin-Elmer 300 S (Seletković et al. 1993).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultate istraživanja dajemo prema priloženoj karti Republike Hrvatske u kojoj su označene točke bioindikacijske mreže  $16 \times 16$  km i trendovi radialnog prirasta dominantnih vrsta drveća istraživane sastojine obuhvaćene monitoringom. Uz kartu je i tablica s

oznakama: uprava šuma u Hrvatskoj, vrijednosti koordinata x i y, broja izvrtaka, trenda prirasta, nadmorske visine točke bioindikacijske mreže te postotka zdravih i značajno oštećenih stabala (osutost veća od 25%).

Radialni prirasti prikazani su u 10 grafikona.

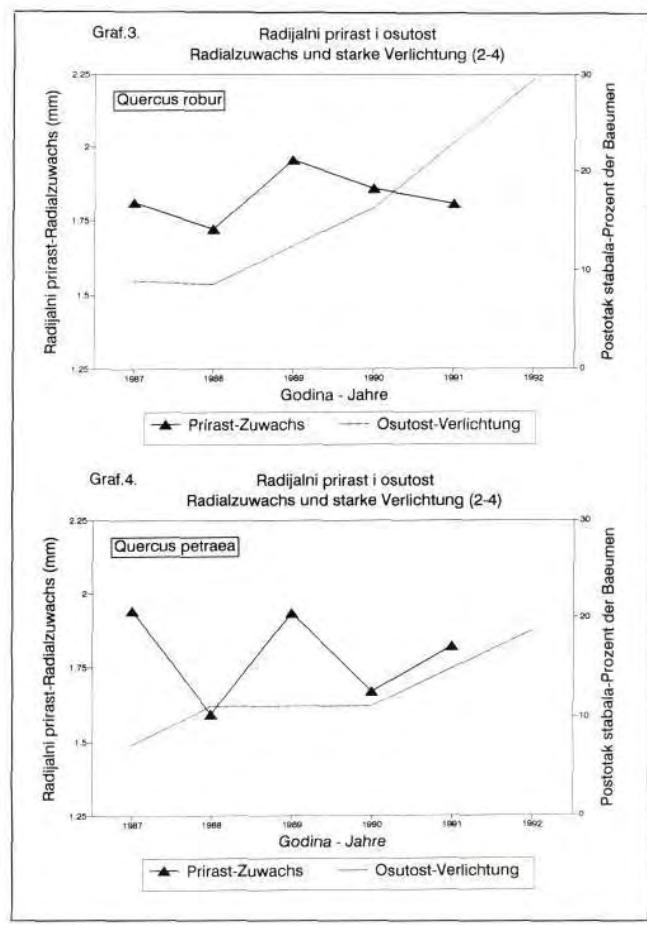
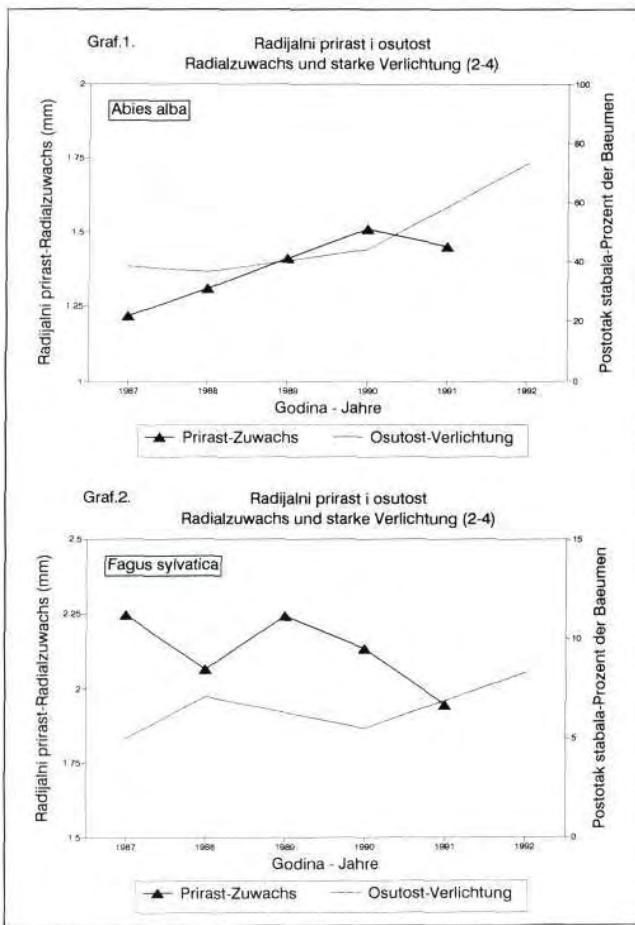
## RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Stupanj oštećenosti šuma u Hrvatskoj neprekidno se povećava u odnosu na podatak prve inventure obavljene 1987. Tada je sveukupna oštećenost šuma iznosila 26%, a 1992. visokih 44% (zajedno mlade i stare šume).

Sve veće učešće sanitarnih sjeća u godišnjim etatima, a naročito kod obične jеле, hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka koji zajedno sudjeluju s 40% u šumskom fondu, upozoravaju na teško stanje u šumama Hrvatske.

Činjenicu o ugroženosti hrvatskih šuma propadanjem potvrđuje i podatak o povećanju sudjelovanja nepovratno oštećenih stabala koje se povećalo od 8% u 1987. na 19% u 1993.

U okviru naših istraživačkih zadataka programirali smo utvrđivanje širine godova dominantnih vrsta drveća u točkama bioindikacijske mreže  $16 \times 16$  km, te usporedbu ovih mjerjenja s jakom oštećenošću stabala krošnje (graf. 1–4).



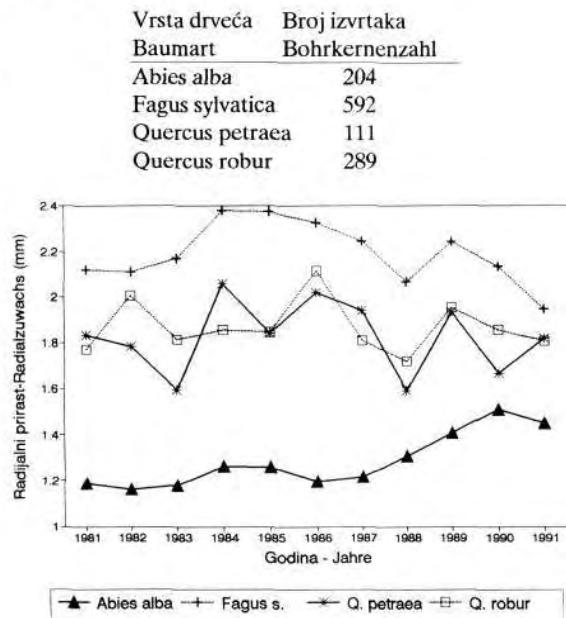
Tu moramo posebno naglasiti činjenicu da je metodom mikrostaništa još 1985. ustanovljeno da su tla u bukovo-jelovim šumama u Dinaridima Hrvatske opterećena kiselinama i teškim kovinama (Glavač et al. 1985) što su daljnja istraživanja potvrdila za čitavu Hrvatsku (Komlenović 1991., Prpić 1986., Seletković 1991.). Ovo su potvrdila i naša najnovija istraživanja depozicije olova utvrđena metodom mikrostaništa (Seletković et al. 1993.).

Ako razmotrimo skupne podatke radijalnoga prirasta za cijelu Hrvatsku (razdoblje 1981–91) uočava se trend njegova opadanja kod obične bukve te hrastova lužnjaka i kitnjaka, dok se kod obične jеле primjećuje

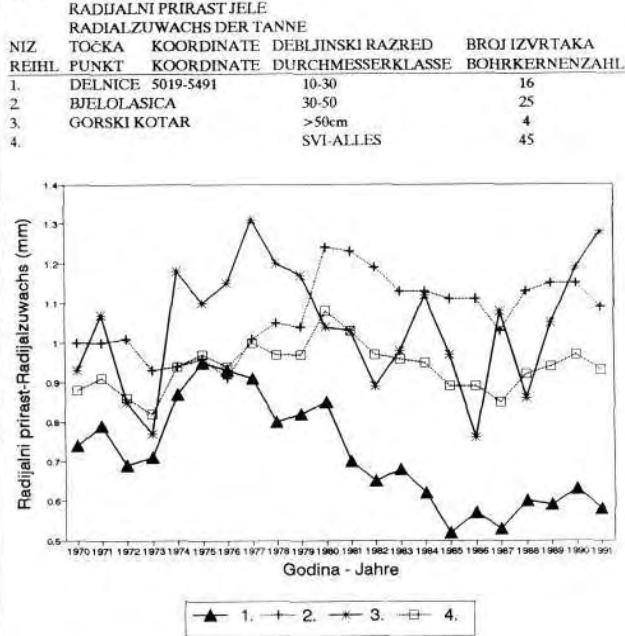
njegov polagani porast (graf 5). Dalnjom analizom tijeka prirasta kod obične jеле po pojedinim točkama bioindikacijske mreže za nešto duže razdoblje (1970–91), razlučeno po debljinskim razdobljima prebornih šuma (10–30 cm, 30–50 cm, preko 50 cm), vidimo razlike između pojedinih debljinskih razreda te između lokaliteta. U tri lokaliteta u Gorskome kotaru uočava se trend povećanja širine godova (grafikoni 6–8), ali i njegov pad u jednome lokalitetu Gorskog kotara (Vršice) i području Like (grafikoni 9 i 10).

Kod bukve, lužnjaka i kitnjaka pad prirasta je evidentan za razdoblje praćenja propadanja šuma (1987–1992). Pad širine godova uočava se za navedene

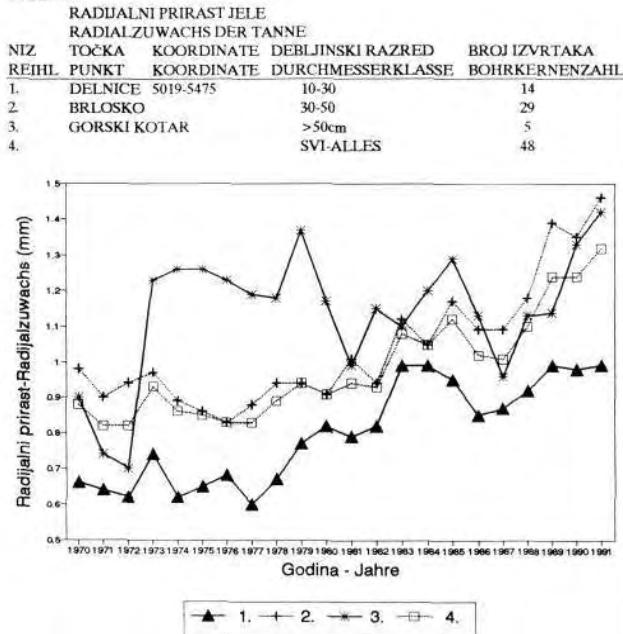
Graf. 5.



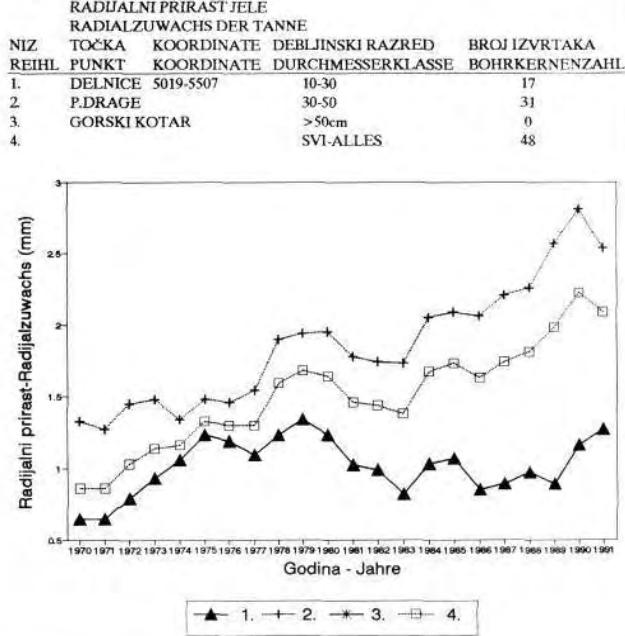
Graf. 6.



Graf. 7.

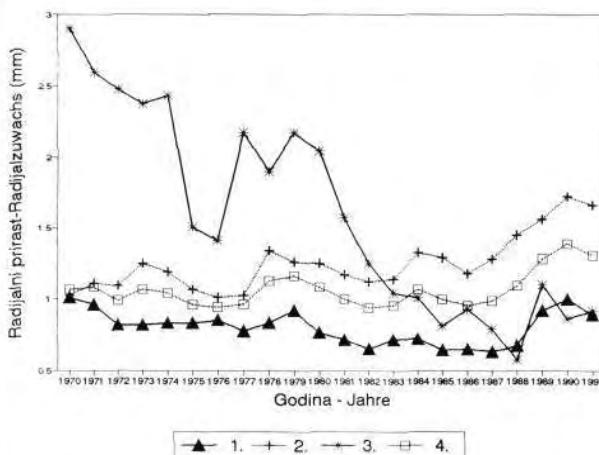


Graf. 8.



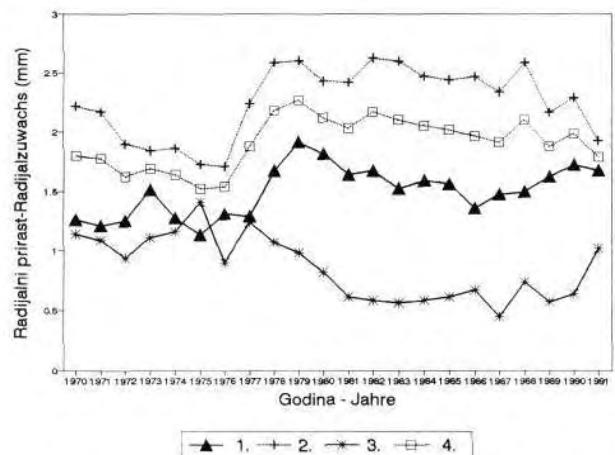
GRAF. 9.

RADIJALNI PRIRAST JELE RADIALZUWACHS DER TANNE				
NIZ REIHL	TOČKA PUNKT	KOORDINATE	DEBLJINSKI RAZRED	BROJ IZVRTAKA BOHRKERNENZAHL
			DURCHMESSERKLASSE	
1.	DELNICE	5035-5475	10-30	19
2.	VRSICE		30-50	25
3.	GORSKI KOTAR		>50cm	2
4.		SVI-ALLES		46



GRAF. 10.

RADIJALNI PRIRAST JELE RADIALZUWACHS DER TANNE				
NIZ REIHL	TOČKA PUNKT	KOORDINATE	DEBLJINSKI RAZRED	BROJ IZVRTAKA BOHRKERNENZAHL
			DURCHMESSERKLASSE	
1.	GOSPIĆ	4955-5507	10-30	6
2.	PERUSIC		30-50	10
3.	LIIKA		>50cm	1
4.		SVI-ALLES		17



vrste od godine 1980. Isti trend zamjetili smo kod hrasta medunca i alepskog bora. Grafičkim prikazom porasta oštećenosti stabala od 1987. te istovremenim prikazom prirasta (grafikoni 1 do 4) vidimo zavisnost jedne veličine o drugoj odnosno smanjenje širine goda i povećanje oštećenosti stabala. Iznimku čini obična jela (graf 1). Razlog ove pojave kod obične jele objašnjavamo uzimanjem uzoraka u prvome i drugom debljinskom razredu, dakle kod mladih ili zastarčenih stabala u prebornoj šumi, koja su uklanjanjem suhih stabala dobila više svjetla, ali isto tako depozicijom kiselina, teških kovina, ali i hranjiva. Spomenuta taloženja su naročito izražena u arealu bukovo-jelovih šuma.

Iz podataka o depoziciji olova vidimo da nema značajnije veze između radijalnoga prirasta i količine Pb u Of i Ah horizontu. Postoji međutim veza između

depozicije olova i oštećenosti šuma u pojedinim točkama bioindikacijske mreže što ukazuje na difuznu depoziciju kiselina, teških kovina i ostalih otrova, ali i biogenih elemenata koji mogu utjecati na povećanje prirasta šumskoga drveća (vidi tablicu 1 ).

Količina olova u tlu rijetko prelazi granične vrijednosti kako u Of tako i u Ah horizontu, što se razlikuje od podataka drugih područja izvan Hrvatske gdje je ona u pravilu viša (Kilian, 1992).

Analizom radijalnoga prirasta pojedinačnih, jako oštećenih stabala istraživanih vrsta ustanovili smo dva različita načina njegova tijeka. U jednome slučaju širina godova se naglo smanjuje dok u drugome slučaju imamo njegov postupičan pad. Ovim se ponovo potvrđuje da postoji brz i polagan način propadanja stabala. Do sličnog zaključka je došao i Stemberger (1992).

Na osnovi naših istraživanja donosimo ovaj

## ZAKLJUČAK

1. Radijalni prirast hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka, obične bukve i obične jеле od uzoraka iz područja točaka bioindikacijske mreže u Hrvatskoj nije u svezi s količinom olova iz Of i Ah horizonata tala istih lokaliteta. Između stupnja oštećenosti stabala i radijalnoga prirasta veza postoji.

2. Radijalni prirasti obične bukve, hrasta lužnjaka i hrasta kitnjaka pokazuju trend opadanja od osamdesetih godina do danas. Kod ovih vrsta drveća je naročito izražen pad radijalnoga prirasta u sušnoj 1988. godini što upozorava na dominantnost klimatskih ekscesa.

3. Iz ovih rezultata vidimo da radijalni prirasti šumskoga drveća predstavljaju dobar indikator stanja orga-

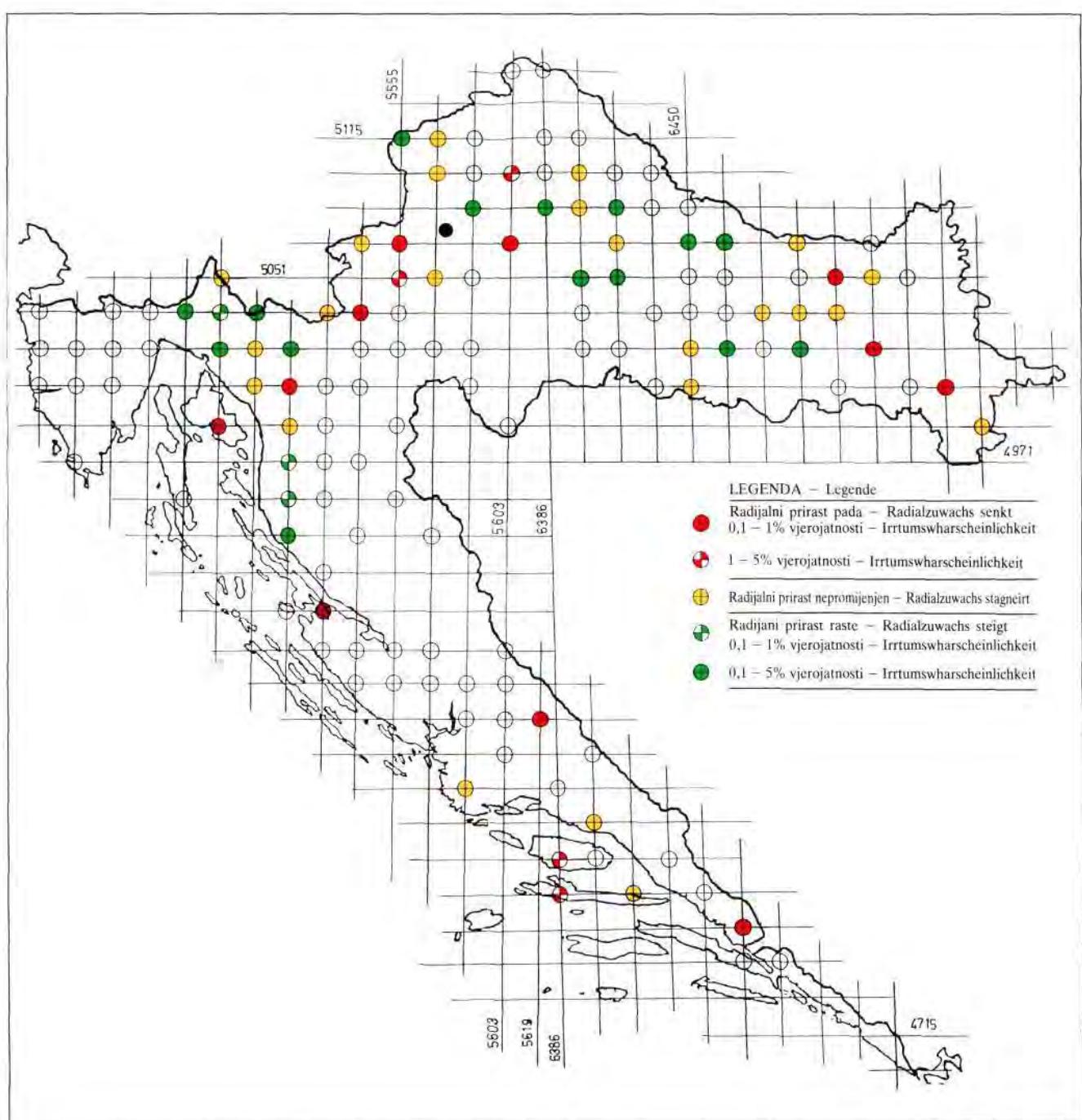
- nizma i da je opadanje radijalnoga prirasta započelo prije vanjskih znakova oštećenosti što još više potvrđuje indikatorsku vrijednost prirasta.

4. Smatramo da prilikom obnove šuma koje su opustošene propadanjem treba koristiti autoktone vrste drveća uključujući i pionirske vrste drveća, ako je to potrebno, s time da se teži što većoj spontanoj raznolikosti šumskog ekosustava. Kako se trend onečišćenja šuma i dalje nastavlja, potrebno je poduzimati mjere zaustavljanja emisija, kako u nas tako i u Europi.

5. Zbog popravljanja stanja šumskih tala, a naročito tamo gdje je aciditet Ah horizonta pao ispod kritičnih pH 4,2, kiselost je potrebno smanjiti korišćenjem prikladnog milioracijskog sredstva (kalcifikacija ili dr.).

RADIJALNI PRIRAST GLAVNIH VRSTA DRVEĆA U PODRUČJU TOČAKA  
BIOINDIKACIJSKE MREŽE U HRVATSKOJ

Radialzuwachs Hauptbaumartenkroatien im Gebiet des Kontrollpunktennetzes



*Radikalni prirast glavnih vrsta drveća u području točaka bioindikacijske mreže u Hrvatskoj*

Radialzuwachs Hauptbaumartenkroatien im gebiet des Kontrollpunktenset

Uprava šuma	Koordinate X	Koordinaten Y	Nadm. visina	Vrsta	Broj izvrtaka	Trend priroasta	Zdrava stabla	Indeks osutosti	Pb		
Wald- verwaltung	X	Y	Hoehe u. Meressp.	Baumart	Bohrkerne- zahl	Trend radialzuwaches	Gesunde baeume	Verlichtung 2-4	Of	ppm	Ah
01 Vinkovci	4987	6578	80	Q. robur	28	0	54%	4%			
01 Vinkovci	5003	6562	82	Q. robur	33	—	83%	4%			
02 Osijek	5051	6530	92	Q. robur	8	0	33%	29%			
02 Osijek	5019	6530	115	R. pseudoac.	10	—	50%	38%	24	20	
03 Našice	5035	6514	160	F. sylvatica	17	0	100%	0%	74	42	
03 Našice	5067	6498	100	Q. robur	22	0	79%	8%			
03 Našice	5035	6494	290	Q. petraea	17	0	75%	0%	106	42	
03 Našice	5051	6514	95	Q. robur	14	—	83%	0%			
04 Požega	5019	6466	343	F. sylvatica	23	++	12%	33%	42	40	
04 Požega	5019	6498	194	Q. cerris	10	++	33%	21%			
04 Požega	5035	6482	500	Q. petraea	16	0	75%	8%	44	26	
04 Požega	5019	6450	270	Q. petraea	24	0	21%	46%			
04 Požega	5003	6450	91	Q. robur	29	0	46%	21%			
05 Bjelovar	5067	6450	170	C. betulus	24	++	100%	0%			
05 Bjelovar	5083	6418	180	F. sylvatica	35	++	100%	0%	60	20	
05 Bjelovar	5051	6414	150	F. sylvatica	30	++	100%	0%	54	30	
05 Bjelovar	5083	6386	120	F. sylvatica	52	++	100%	0%	56	26	
05 Bjelovar	5067	6466	200	F. sylvatica	43	++	100%	0%			
05 Bjelovar	5099	6402	124	Q. robur	31	0	58%	17%			
05 Bjelovar	5083	6402	110	Q. robur	28	0	4%	75%			
05 Bjelovar	5067	6418	115	Q. robur	28	0	21%	38%			
06 Koprivnica	5099	5603	190	F. sylvatica	9	—	45%	23%	34	30	
06 Koprivnica	5099	6418	183	F. sylvatica			100%	0%	4	2	
06 Koprivnica	5115	6402	240	F. sylvatica			71%	13%	58	34	
06 Koprivnica	5147	5603	331	F. sylvatica			96%	0%	34	30	
07 Zagreb	5115	5555	280	F. sylvatica	19	++	0%	4%	40	36	
07 Zagreb	5051	6402	330	F. sylvatica	23	++	58%	4%	30	30	
07 Zagreb	5099	5571	350	F. sylvatica	18	0	0%	0%	64	52	
07 Zagreb	5115	5571	250	Q. petraea	22	0	0%	46%	90	40	
07 Zagreb	5083	5587	160	Q. petraea	17	++	50%	0%	80	64	
07 Zagreb	5067	5603	103	Q. robur	20	—	21%	0%			
07 Zagreb	5083	5571	760	F. sylvatica			54%	4%	56	52	
09 Karlovac	5067	5539	420	F. sylvatica	32	0	67%	0%	48	34	
09 Karlovac	5035	5539	190	F. sylvatica	30	—	58%	13%	54	36	
09 Karlovac	5067	5555	400	F. sylvatica	28	—	96%	0%	46	50	
09 Karlovac	5051	5571	172	F. sylvatica	32	0	83%	0%	52	44	
09 Karlovac	5035	5523	200	Q. petraea	32	0	17%	13%			
09 Karlovac	5051	5555	110	Q. robur	31	—	21%	29%			
10 Ogulin	5003	5507	540	F. sylvatica	43	—	0%	0%	56	52	
11 Delnice	5019	5491	990	A. alba	45	0	21%	67%			
11 Delnice	5019	5475	750	A. alba	48	++	13%	71%			
11 Delnice	5019	5507	635	A. alba	48	++	12%	63%	94	116	
11 Delnice	5035	5475	850	A. alba	46	+	0%	50%			
11 Delnice	5049	5475	680	F. sylvatica	16	0	33%	0%	100	62	
11 Delnice	5035	5491	350	F. sylvatica	38	++	33%	0%	62	60	
11 Delnice	5035	5459	1240	F. sylvatica	24	++	4%	4%	140	236	
11 Delnice	5033	5507	600	F. sylvatica			46%	42%	150	120	
12 Senj	5003	5491	900	F. sylvatica	22	0	0%	50%	180	94	
12 Senj	4987	5475	200	Q. pubesc.	24	—	12%	58%			
13 Gospic	4955	5507	1200	A. alba	17	+	8%	8%	154	124	
13 Gospic	4971	5507	1250	F. sylvatica	18	+	100%	0%			
13 Gospic	4939	5507	900	F. sylvatica	12	++	12%	33%			
13 Gospic	4987	5507	710	F. sylvatica	28	0	100%	0%			
15 Split	4775	6422	30	P. halep.	14	0	28%	0%			
15 Split	4907	5522	50	P. halep.	10	—	96%	0%			
15 Split	4763	6466	35	P. halep.	21	—	100%	0%			
15 Split	4779	6386	600	P. nigra	10	—	79%	0%			
15 Split	4795	6386	500	P. nigra	24	—	54%	0%			
15 Split	4827	5587	295	Q. pubesc.	6	0	83%	0%			
15 Split	4811	6402	188	Q. pubesc.	14	0	46%	8%			
15 Split	4847	5616	627	Q. pubesc.	16	—	42%	21%			

Simboli signifikacije – Signifikanzsymbole

++ = 0,1–1% vjerojatnosti – Irrtumswahrscheinlichkeit

+ = 1–5% vjerojatnosti – Irrtumswahrscheinlichkeit

0 = nije signifikantno – nicht signifikant

## LITERATURA

- Glavač, V., Koenies, H. & Prpić, B. (1985): Zur Immissionsbelastungen der industriefernen Buchen- und Buchen-Tannenwälder in der dinarischen Gebirgen Nordwestjugoslawiens, Verhandlungen Gesellschaft fuer Oekologie, Band XV, Graz 1985 (Goettingen 1987); 237–247.
- Kilian, W. (1982): Waldstansorte und Boeden sowie deren Schwermetallbelastung im Immissionsgebiet Arnolstein, Carinthia II (Klagenfurt), 39: 325–351.
- Komlenović, N. i Rastovski, P. (1991): Utjecaj imisija na šumske ekosisteme Hrvatske, Šum, list 3–5: 203–217.
- Prpić, B., Seletković, Z. & Ivković, M. (1991): Propadanje šuma u Hrvatskoj i odnos pojave prema biotskim i abiotiskim činiteljima danas i u prošlosti, Šum, list 3–5, 107–129.
- Prpić, B. (1992): Odabiranje oštećenih stabala za sječu i obnovu sastojina opustošenih propadanjem, Šum, list 11–12: 515–522.
- Prpić, B., Seletković, Z. (1992): Radial increment of the fir in the faculty forest of Zalesina as to the climatic excesses and input of pollutants, 6 IUFRO Tannensymposium, Zagreb, 173–182.
- Seletković, Z. (1991): Utjecaj industrijskih polutanata na običnu bukvu (*Fagus sylvatica L.*) u šumskim ekosistemima slavonskog gorja, Glasnik za šumske pokuse 27: 83–196.
- Seletković, Z., Komlenović, N., Prpić, B. & Rastovski, P. (1993): Hineinbringen von Blei in die Waldböden des nördlichen und Westlichen Kroatiens, Internationales Symposium Stoffeinträge aus der Atmosphäre und Waldbödenbelastung in den Ländern von Arge Alp und Alpen-Adria, Berchesgaden.
- Stemberger, A. (1992): Ueber den Radialzuwachs absterbender Baeume, FBWA Berichte 71: 79–84.

**ZUSAMMENFASSUNG:** *Beschädigungsgrad der kroatischen Wälder steigt dauernd im Verhältnis zur Angabe der ersten Inventur aus dem Jahre 1987. Der gesamte Waldschaden betrug damals 26%, im Jahre 1992 war er 44% (Jung- und Altwälder zusammen). Der immer häufiger praktizierte Sanitärhieb in jährlichen Hiebssätzen – besonders bei den mit 40% im Waldvorrat teilnehmenden Weißtanne, Stiel- und Traubeneiche – weisen auf den schweren Zustand der Wälder Kroatiens hin.*

*Der Anteil der unersetztlich beschädigten Bäume nimmt dauernd zu: 1987 war er 8% und 1993 19%.*

*Im Rahmen unserer Forschungsaufgaben haben wir die Feststellung der Jahresringbreiten der dominanten Baumarten in Punkten des bioindikatorischen Netzes 16 × 16 km programmiert, sowie den Vergleich dieser Messungen mit der starken Baumkronenverlichtung (Graf 1 – 4).*

*Mit der Mikrostandortmethode wurde noch 1985 festgestellt, daß die Böden der Buchen/Tannenwälder in kroatischen Dinaridenalpen mit Säuren und Schwermetallen belastet sind (Glavač et al. 1985), welches durch spätere Forschungen für ganz Kroatien bestätigt wurde (Komlenović 1991, Prpić 1986, Seletković 1991). Dies wurde auch durch unsere neuesten Forschungen der Bleideposition mit der Mikrostandortmethode (Seletković et al. 1993) bestätigt.*

*Bezüglich der Gesamtangaben für Radialzuwachs in ganz Kroatien (1981–91), sieht man einen zurückgehenden Trend bei der Buche, Stiel- und Traubeneiche; bei der Weißtanne merkt man ein langsames Steigen (Graf 5). Durch weitere Analyse des Zuwachsablaufes bei der Tanne nach einzigen Punkten des bioindikatorischen Netzes für einen längeren Zeitabstand (1970–91), unterschieden nach Stärkezeiten der Plenterwälder (10–30 cm, 30–50 cm, über 50 cm), sehen wir die Unterschiede zwischen den einzelnen Stärkeklassen sowie zwischen den Lokalitäten. In drei Lokalitäten von Gorski Kotar merkt man einen Trend der Jahresringvergrößerung (Graf 6 – 8), auch aber dessen Zurückgang in Vršice, Gorski Kotar und in der Lika-Gegend (Graf 9 u. 10).*

*Bei der Buche, Stiel- und Traubeneiche ist der Zuwachszurückgang für den Zeitabstand der Waldsterbenbetrachtung offensichtlich (1987 – 1992). Dies merkt man für die angeführten Arten seit 1980. Denselben Trend haben wir auch bei Flaumeiche und Aleppokiefer wahrgenommen. In der grafischen Darstellung des Baumschadens seit 1987 als auch in der gleichzeitigen Zuwachsdarstellung (Graf 1 bis 4), sieht man die Abhängigkeit einer Größe von der*

anderen, d.h. den Jahresringabfall und Vergrößerung des Schadens. Die Aufnahme ist die Weißtanne (Graf 1). Die Ursache dafür bei der Weißtanne suchen wir durch Probentnahme aus der ersten und zweiten Stärkeklassen, d. h. von den jungen und älteren Bäumen im Plenterwald, die nach Wegräumen der abgestorbenen Bäume zu mehr Licht gekommen sind; weiterhin durch Säure- und Schwermetallendeposition, auch aber Nährstoffe. Die erwähnten Sedimentation kommen besonders im Areal der Buchen-Tannenwälder zum Ausdruck.

Aus den Angaben über Bleideposition sehen wir, daß es kein bemerkenswertes Verhältniss zwischen dem Radialzuwachs und Pb-Menge im Of- und Ah-Horizont gibt. Es besteht, aber, ein Zusammenhang zwischen Bleideposition und Waldschaden in einzelnen Punkten des bioindikatorischen Netzes, was auf diffuse Säure-, Schwermetalle- und anderer Gifte- Depositionen hinweist; dies aber gilt auch für die biogenen Elemente, die die Vergrößerung des Waldbäumezuwachses beeinflussen können (Tab. 1).

Die Bleimenge im Boden übertrifft selten die Grenzwerte, im Of- als auch im Ah-Horizont. Dies ist verschieden im Vergleich mit den Angaben anderer Gebiete außerhalb Kroatien, wo sie in der Regel höher liegt (Kilian, 1992).

Durch die Analyse des Radialzuwachses der einzelnen, sehr beschädigten Bäume der erforschten Arten haben wir zwei verschiedene Verlaufsarten desselben bemerkt. In einem Fall ist die Jahresringbreite plötzlich zurückgegangen, in anderem beobachten wir deren almählichen Abfall. Hiermit wird wieder bewiesen, daß es schnelle und langsame Baumsterbenweisen gibt. Zur ähnlichen Schlußfolgerung ist auch Stemberger (1992) gekommen.

Aufgrund unserer Forschungen bringen wir folgende Schlußfolgerung:

1. Der Radialzuwachs der Stiel- und Traubeneiche, Buche und Weißtanne von den Proben aus dem Punktegebiet des bioindikatorischen Netzes Kroatiens hängt nicht von der Bleimenge aus Of- und Ah- Horizont der Böden derselben Lokalitäte ab. Zwischen dem Baumschadensgrad und Radialzwiwachs gibt es Zusammenhang.

2. Der Radialzuwachs von der Buche, Stiel- und Traubeneiche, zeigt einen zurückgehenden Trend seit 1980 bis heute. Bei diesen Baumarten kommt zum besonderen Ausdruck der Radialzuwachsabfall im Dürrijahr 1988 vor; dies weist auf eine Dominierung der klimatischen Exzesse hin.

3. Aus diesen Ergebnissen sehen wir, daß der Radialzuwachs der Waldbäume ein guter Indikator für den Zustand des Organismus ist, und daß dessen Zurückgang vor der Erscheinung von äußerem Schadenszeichen begonnen hat, welches umso mehr den indikatorischen Zuwachsuert bestätigt.

4. Unserer Meinung nach soll man bei der Waldverjüngung die autochthonen Baumarten benutzen, die Pionierarten eingeschlossen, um die spontane Verschiedenheit des Waldökosystems zu unterstützen. Da der Verschmutzungstrend weiter geht, muß man die Maßnahmen für das Emissionsaufhalten bei uns und in ganz Europa unternehmen.

Wegen der Verbesserung des Waldboden Zustands, besonders dort wo die Ah-Horizont-Azidität unter die kritischen 4.2 pH gefallen ist, soll man die Versäuerung durch entsprechende meliorative Mittel weiter herabsetzen (Kalkifikation u. a.)