

GDK 48 - - 015 : (497.12) "1985 -1995"

Prispelo / Arrived: 15. 9. 1996  
Sprejeto / Accepted: 10. 4. 1997

## PROPADANJE GOZDOV V SLOVENIJI - STANJE V LETU 1995 IN SPREMEMBE V OBDOBJU 1985-1995

Nevenka BOGATAJ\*

### Izvilleček

Predstavljamo osutost gozdnega drevja v letu 1995 in njene spremembe v obdobju 1985-1995 iz podatkov popisov 4 km mreže, popisane v letih 1985, 1987, 1991 in 1995. Povprečna osutost iglavcev (POS=24,0±1,2%) in indeks osutosti iglavcev (IND=37,6±2,6%) sta višja kot povprečna osutost in indeks osutosti listavcev (POS=18,3±0,8%, IND=17,5±1,5%). Najbolj osuti drevesni vrsti sta jelka (*Abies alba*) in hrast (*Quercus sp.*). V alpski regiji je osutost gozdnega drevja nižja kot v ostalih regijah. Sestojni dejavniki so za spremljanje osutosti gozdnega drevja pomembnejši od rastiščnih. Na rastiščne dejavnike se iglavci različno odzivajo od listavcev. Listavci so najbolj osuti do nadmorske višine 600 m, iglavci pa na višini med 1200 m in 1400 m. Neupoštevanje sušic in podstojnih dreves zniža vrednosti POS in IND. Delež poškodovanih dreves (IND) in povprečna osutost gozdnega drevja (POS) sta v obdobju 1985-1995 stabilna. Toda za drevesa, ki jih spremljamo od leta 1987, se je indeks osutosti zvečal za 6,1±1,9% do 8,0±2,0%, kar kaže, da nadomeščanje posekanih, odmrlih in v vzorec napačno določenih dreves prikrije dejanske spremembe osutosti gozdnega drevja. Najbolj se je osutost gozdnega drevja zvečala v submediteranski in subpanonjski regiji, zlasti listavcem, najbolj hrastom, malemu jesenu in črni jelši. Med iglavci se je zvečala osutost rdečemu boru, celo zmanjšala pa se je jelki (*Abies alba*) in smreki (*Picea abies*). Posameznim drevesom se je osutost med letoma 1991 in 1995 spremenila večinoma za ±5%, le izjemoma za >30%. Zvečanega obsega odmiranja nismo ugotovili.

Ključne besede: osutost, propadanje gozdov, monitoring, Slovenija

## FOREST DECLINE IN SLOVENIA - THE STATE IN 1995 AND CHANGES BETWEEN 1985-1995

### Abstract

*The paper presents defoliation inventory data for 1995 and its changes during 1985-1995. The data were obtained from the 4 km sample grid assessed in 1985, 1987, 1991 and 1995. Average defoliation of conifers (POS=24,0±1,2%) and the share of damaged conifers, (IND=37,6±2,6%) are higher than that of broadleaves (POS=18,3±0,8%, IND=17,5±1,5%). The most defoliated species are fir (*Abies alba*) and oak (*Quercus sp.*). Tree defoliation in the alpine region is considerably lower than in other regions. In the context of forest decline, stand parameters are more important than site parameters. Conifers show a different response to site parameters from broadleaves. The latter show the greatest defoliation up to 600 m above sea level, while conifers are defoliated to the greatest extent between 1200-1400 m above sea level. Not taking into consideration the dead or suppressed trees results in an apparently lower average tree defoliation (POS) and lower share of damaged trees (IND). Yearly values of POS and IND in the period 1985-1995 are stable. However IND of trees monitored from 1987-1995 increased by 6,1±1,9% to 8,0±2,0% which indicates that yearly changes of defoliation are masked with replacement of dead or cut sample trees. The defoliation increase is most obvious in the submediterranean and the subpannonian region. It is notable in broadleaves, especially in oak (*Quercus sp.*) and some less abundant species (black alder (*Alnus glutinosa*), ash (*Fraxinus omus*)). Among conifers, increased defoliation was registered for Scots pine (*Pinus sylvestris*), while fir (*Abies alba*) and spruce (*Picea abies*) showed even a decrease in defoliation. Defoliation increase for a single tree in the period 1991-1995 only exceptionally exceeded 30% and remained mostly within ±5% limits. An extended mortality was not established.*

Key words: defoliation, forest decline, monitoring, Slovenija

\* Dipl. inž. gozd., Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, Večna pot 2, SLO

## KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD / INTRODUCTION</b> .....	55
1.1	PREDLOG TERMINOLOGIJE / <i>SUGGESTIONS FOR TERMINOLOGY</i> .....	56
<b>2</b>	<b>METODOLOGIJA / METHODOLOGY</b> .....	58
2.1	METODOLOGIJA OCENJEVANJA OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA / <i>FOREST TREE DEFOLIATION ASSESSMENT METHODOLOGY</i> .....	60
2.2	IZRAČUN REZULTATOV / <i>RESULTS CALCULATION</i> .....	61
<b>3</b>	<b>REZULTATI / RESULTS</b> .....	64
3.1	POVPREČNA OSUTOST GOZDNEGA DREVJA IN POVPREČNI INDEKS OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA V SLOVENIJI LETA 1995 / <i>AVERAGE DEFOLIATION AND AVERAGE DEFOLIATION INDEX IN SLOVENIA IN 1995</i> .....	64
3.1.1	Prostorska porazdelitev povprečne osutosti gozdnega drevja po pokrajinskoekoloških regijah in območnih enotah Zavoda za gozdove Slovenije / <i>Average tree defoliation according to slovenian landscape and forest regions in 1995</i> .....	66
3.1.2	Porazdelitev povprečne osutosti gozdnega drevja po rastiščnih dejavnih / <i>Distribution of average tree defoliation according to site parameters</i> .....	68
3.1.3	Porazdelitev povprečne osutosti gozdnega drevja po sestojnih dejavnih / <i>Distribution of average tree defoliation according to stand parameters</i> .....	69
3.2	SPREMEMBE OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA V SLOVENIJI MED LETOMA 1985 IN 1995 / <i>DEFOLIATION CHANGES IN SLOVENIA BETWEEN 1985 AND 1995</i> .....	71
3.2.1	Spremembe osutosti posameznega drevesa / <i>Single tree defoliation changes</i> .....	71
3.2.2	Primerjava porazdelitev dreves v stopnje osutosti / <i>Distribution of trees into defoliation classes</i> .....	72
3.2.3	Spremembe povprečne osutosti gozdnega drevja in indeksa osutosti gozdnega drevja v Sloveniji med letoma 1985 in 1995 / <i>Changes of average tree defoliation and tree defoliation index changes in Slovenia between 1985 and 1995</i> .....	73
3.2.4	Prostorska porazdelitev propadanja v obdobju 1987-1995 po pokrajinskoekoloških regijah Slovenije in po območnih enotah Zavoda za gozdove / <i>Forest decline 1987-1995 according to slovenian landscape regions and according to slovenian forest regions</i> .....	75
3.2.5	Porazdelitev sprememb po rastiščnih dejavnih / <i>Distribution of changes according to site parameters</i> .....	78
3.2.6	Porazdelitev sprememb po sestojnih dejavnih / <i>Distribution changes according to site parameters</i> .....	79
3.3	ZANESLJIVOST OCENE OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA LETA 1995 / <i>RELIABILITY OF TREE DEFOLIATION ASSESSMENT IN 1995</i> .....	81
3.3.1	Seminar / <i>Seminar</i> .....	81
3.3.2	Terenski nadzor / <i>Field control</i> .....	82
<b>4</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI / DISCUSSION AND CONCLUSIONS</b> .....	83
<b>5</b>	<b>VIRI / SOURCES</b> .....	87

## 1 UVOD

Osnovni cilj spremljanja propadanja gozdov na državni ravni je določitev obsega, intenzitete, porazdelitve in dinamike propadanja gozdov (HOČEVAR 1985, GIS 1995). Rezultati nacionalne inventure propadanja gozdov so bili doslej prikazani predvsem s porazdelitvijo dreves v stopnje osutosti (IGLG 1987, IGLG 1988, IGLG 1989, ŠOLAR 1989, ŠOLAR 1990, ŠOLAR 1991, IGLG 1991, IGLG 1993, IGLG 1994, BOGATAJ 1995). Zanesljivost rezultatov večinoma ni bila določena, nekatere analize so opozarjale na omejeno kakovost podatkov (LEVANIČ 1990).

V popisu leta 1995 smo skušali pomanjkljivosti dotedanjega "Popis-a propadanja gozdov" preseči in podrobneje analizirati predvsem časovno komponento popisa, preimenovanega v "Monitoring propadanja gozdov in gozdnih ekosistemov". V pripravah na popis leta 1995 smo posebno pozornost posvetili oblikovanju novega Priročnika (GIS 1995), seminarski pripravi popisovalcev in terenskemu nadzoru njihovega dela. Podatke smo obračunali skladno s statistično zasnovano popisa. Rezultate smo doma javno predstavili, posredovani pa so bili tudi v evropsko poročilo o stanju gozdov (ANONYMUS 1996). Njihova podrobnejša analiza je predmet pričujočega sestavka.

Presojanje stanja slovenskih gozdov zaenkrat opiramo le na rezultate popisa osutosti gozdnega drevja. Celovita primerjalna analiza številnih, v popisu zbranih podatkov, se bo ekosistemski naravi gozda v razmerah izjemne rastiščne pestrosti v Sloveniji bolj približala.

Prevladujočega splošno veljavnega vzroka za osutost gozdnega drevja na velikoprostorski ravni tudi po desetletju raziskav niso dokazali (INNES 1995). Tudi zato nekateri dvomijo v "propadanje gozdov" (SKELLY / INNES 1994, LANDMANN / BONNEAU 1995, ELLENBERG 1995). Študije primerov v ZDA nakazujejo vpliv klimatskega stresa (INNES 1992). V Evropi so osrednjo pozornost namenili vplivu onesnaženega zraka, le v Franciji nekoliko bolj tudi odvisnosti od naravnih dejavnikov (LANDMANN / BONNEAU 1995). Nekatere domače raziskave so lokalno propadanje gozdov povezale z onesnaženim zrakom (KOLAR 1989, FERLIN 1990, KOTAR / KOLAR 1996), na višji prostorski ravni pa zveza doslej ni bila dokazana. Poleg lokalnih intenzivnih motenj se vse bolj preučuje dolgotrajne manj intenzivne sinergistično delujoče motnje, ki postopoma izločajo osebkke s čedalje večjo življenjsko močjo (ANKO 1993).

Desetletje spremljanja propadanja gozdov na državni ravni izziva strokovno javnost tudi k dialogu v zvezi s poimenovanjem problematike, saj se v domači literaturi uporabljajo številni sorodni, a terminološko doslej nerazčlenjeni izrazi.

## 1.1 PREDLOG TERMINOLOGIJE

V domači literaturi so bili najpogosteje uporabljeni naslednji izrazi, včasih različni celo v istem delu:

- plinska pozeba, tudi imisijska klasika (ŠOLAR 1986a),
- propadanje (HOČEVAR 1985, ŠOLAR 1986, IGLG 1987, TORELLI *et all.* 1989, HOČEVAR 1990, HLADNIK 1991),
- umiranje (IGLG 1985, TORELLI *et all.* 1986),
- ogroženost (ŠOLAR 1989),
- poškodovanost (HOČEVAR 1985, ŠOLAR 1989, SMOLE *et all.* 1990, ŠOLAR 1991, HOČEVAR 1990),
- zdravstveno stanje (HOČEVAR 1985, TORELLI *et all.* 1989, GOLOB 1995);

Šolar (1986) je z izrazom "imisijska klasika" (plinska pozeba) označeval lokalno poškodovanost gozdov zaradi onesnaženega zraka, domnevno isti proces na velikoprostorski ravni pa poimenoval "umiranje gozdov" (ŠOLAR 1986). Uvedel je tudi izraz "ogroženost" (stanje, ki je nevarno, neugodno za koga (SSKJ 1994), s katerim je poimenoval rezultat po aditivnem modelu obračunanih podatkov prvih inventur propadanja gozdov (ŠOLAR 1989).

"Poškodovanost" je običajno posledica vpliva nenadnega zunanega dejavnika (SSKJ 1994). V gozdu so to najpogosteje mehanske poškodbe gozdnega drevja (angl. wounds, injuries) in gozdnih tal, ki jih povzročijo ujme ali posegi v gozd (sečnja, spravilo, gozdne gradnje). Pojem se uporablja tudi za opis stanja propadanja v posameznem letu, pri čemer je potrebno z dodatno razlago določiti, na katere poškodbe se nanaša: na tiste z določljivim vzrokom ali na tiste, ki jim vzroka ne poznamo (in jih izražamo z osutostjo). Uporabljamo ga tudi za poimenovanje stopenj in indeksa.

Uporaba izraza zdravje, zdravstveno stanje izvira iz medicinskega pristopa (simptomi-diagnoza-ukrep), s katerimi neglede na vzrok določamo "funkcionalne motnje na ravni drevesa, spremembe strukture sestojev in spremembe na ravni

ekosistema" (HOČEVAR 1990). V ZDA je definicija "zdravja gozda" naletela na precejšnje težave, ker je zdrav gozd cilj sam po sebi, hkrati pa je odvisen od ciljev gospodarjenja (KOLB *et al.* 1994). Zaradi različnih družbenih potreb so torej definicije zdravega gozda lahko zelo različne. Američani so tudi predlagali, da se namesto pojma "propadanje gozdov" uporablja pojem "propadanje dreves", ker nimamo dovolj podatkov o ostalih komponentah gozdnega ekosistema na velikoprostorski ravni (SKELLY / INNES 1994, CROW 1993).

Izraz vitalnost (sposobnost za življenje, življenjska moč (SSKJ 1994)) izraža sposobnost za opravljanje življenjskih funkcij v ekstremnih življenjskih pogojih. Uporabljajo ga predvsem v Skandinaviji (SOLBERG 1993). Posreden kazalec vitalnosti je osutost, ki ima, zaradi vizualnega določanja in nespecifičnega odzivanja na posamezne vrste motenj le omejeno vrednost (TORELLI 1994 os. kom.).

Problematiko predstavlja tudi izraz "motnja", ki je bil celo v domačih virih že podrobno razčlenjen (ANKO 1993).

Začetek terminologije za iz nemškega prostora izvirajoč koncept propadanja gozdov predstavlja izraz "Waldsterben". Uporabila sta ga Schütt in Cowling v začetku osemdesetih let za odmiranje gozdnih dreves na višje ležečih rastiščih južne in vzhodne Nemčije (SCHÜTT / COWLING 1985 cit. SKELLY / INNES 1994). Za razliko od klasičnih poškodb zaradi emisij žveplovega dioksida in dima je bil izraz kasneje spremenjen v "novodobne poškodbe gozda" (neuartige Waldschäden, novel forest decline), ki po istih avtorjih pomenijo "razsežno in znatno pojemanje rasti in sprememb vedenja (behaviour) ... gozdnih ekosistemov v centralni Evropi" (INNES 1995). Evropska poročila o poškodbah gozda po letu 1992 poročajo le še o stanju gozdov (ANONYMUS 1991, ANONYMUS 1992). Stanje je določeno z dejstvi, nanašajočimi se na kvaliteto, uporabnost, sposobnost obstajanja (SSKJ 1994). Razmeroma nevtralni izraz se je uveljavil verjetno kot rezultat previdnosti v interpretaciji vzročno-posledičnih povezav.

Navedena terminološka pestrost izziva k odločitvi za najustreznejšega. Predlagamo, da je to izraz "propadanje" (izgubljanje...za opravljanje svoje dejavnosti potrebnih lastnosti, sposobnosti...(SSKJ 1994), ki obravnava gozd kot celoto, izraža njegovo dinamično spreminjanje in poudarja izgubljanje njegove sposobnosti in vrednosti, poleg tega pa je razmeroma dobro uveljavljen v strokovni in širši javnosti.

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati popisa osutosti krošenj gozdnega drevja, ki je posredno izraža vitalnost drevja in jo je na terenu razmeroma enostavno določiti. Osutost (angl. defoliation, nem. Nadel-/Blattverlust) je delež odpadlih iglic oz. listja v primerjavi s predvidoma normalnim stanjem drevesa enake drevesne vrste, starosti, socialnega položaja na istem rastišču (GIS 1995).

## 2 METODOLOGIJA

S terestrično tehniko snemanja smo na državni ravni vzorčno posneli podatke o rastišču, sestoji in drevesih na sistematični mreži po statističnem modelu dvostopenjskega vzorčenja v traktih (ZÖHRER 1980, HOČEVAR 1993). Izbor dreves je potekal po metodi  $M_6$  (PRODAN 1968 cit. HOČEVAR 1989).

Podatki se nanašajo na tri interpretacijske površine: trakt, ploskev in drevo. V obračunu so bili skladno z zastavljenim ciljem uporabljeni le podatki za trakte in drevesa. Podatki o traktih opisujejo rastišče in sestoj. Definicijo, seznam in opis teh podatkov vsebuje Priročnik za terensko delo (GIS 1995), kjer so navedeni tudi kriteriji ter šifrant zanje. Med podatki o drevesu smo se omejili na podatke o drevesni vrsti, socialnem položaju (vladajoče, sovladajoče, obvladano drevo) in osutosti.

Izbor drevesnih vrst smo zožali, ker so številne drevesne vrste zastopane le posamično ali z zelo majhnim številom osebkov. Analizirali smo le drevesne vrste, ki so bile v popisu leta 1995 zastopane z več kot 100 osebki. Mednje sodi tudi domači kostanj, čeprav gre pri osutosti kostanja pretežno za znanega povzročitelja (kostanjev rak, *Endothia parasitica*). Uporabili smo le podatke popisov 4 km mreže (1987, 1991, 1995) in pisne vire za stanje v letu 1985 (ŠOLAR 1986a, IGLG 1989).

Podatke o osutosti gozdnega drevja smo obravnavali kot zaporedje posamičnih opazovanj, ker je pogostost opazovanja razmeroma majhna. Iz osnovnega podatka o osutosti nismo odšteli osutosti zaradi znanih vzrokov, ker je razmeroma majhna - leta 1995 povprečno 2,5%.

Stanje v letu 1995 smo določili iz podatkov s 679 traktov, na katerih je bilo 16 172 dreves.

Obračun sprememb je potekal (a) iz traktov, ki so v popisih 4 km mreže vedno prisotni (N=532) in (b) iz traktov (N=518), na katerih smo upoštevali le drevesa, prisotna v vseh popisih (n=9740).

Obračunske enote za prikaz stanja in sprememb za ves gozd, iglavce in listavce ter za posamezne drevesne vrste so:

- prostorske enote (pokrajinskoekološke enote (NATEK *et al.* 1994), območne enote Zavoda za gozdove, višinski pasovi, kategorije naklonov in ekspozicij),
- rastiščne značilnosti (kamnina, kamnitost, skalovitost),
- sestojne značilnosti (tipi gozda, zgradba, razvojna faza, sklep).

Zanesljivost podatkov o osutosti je določena na podlagi podatkov državnega seminarja za popisovanje osutosti gozdnega drevja v letu 1995 in terenskega nadzora ocenjevanja osutosti gozdnega drevja v tem letu. Podatke seminarja predstavljamo

- z odstopanjem povprečnih ocen posameznih popisovalcev od skupnega povprečja ,
- in s t-testom parnih razlik za odvisne vzorce (par sta ocena popisovalca za posamezno drevo in referenčna ocena ekipe Gozdarskega inštituta (prim. INNES 1995)).

Rezultati terenskega nadzora so prikazani z deležem ustrezno ocenjenih dreves in s frekvenčno porazdelitvijo razlik med popisovalčevo in referenčno oceno osutosti.

## 2.1 METODOLOGIJA OCENJEVANJA OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA

Osutost ocenjujemo vizualno na 5% natančno (IGLG 1991, Manual 1994). Razlika med popisovalčevo in kontrolno oceno osutosti posameznega drevesa je lahko največ 5%.

Ocena se nanaša na živo krošnjo, ki se začne z najnižjo živo vejo (gledano z baze drevesa proti vrhu). Opazujemo iz največjega možnega števila smeri oziroma najmanj z dveh strani na razdalji vsaj ene drevesne višine. Če je mogoče, drevesa opazujemo s stalnih mest ob istem dnevnem času in v podobnih vremenskih razmerah, kot je potekalo poprejšnje opazovanje. Čas popisa je vrhunec vegetacijske sezone. V regijah z izrazito poletno sušo je priporočljiv čas opazovanja začetek poletja.

Ocenjuje lahko le oseba z vsaj višjo gozdarsko izobrazbo. Priporočljivo je, da hkrati ocenjujeta dve osebi, ki se letno udeležita državnega seminarja za ocenjevanje osutosti gozdnega drevja.

Točni določitvi osutosti posameznega drevesa se lahko le približamo. Verjetnost napake zvečujejo majhne letne spremembe osutosti posameznega drevesa in veliko število dejavnikov, ki nanjo vplivajo. Tako lahko prisotnost cvetov, plodov ali lišajev navidezno zmanjša osutost. Navidezno zvečanje osutosti lahko povzroči odlomljen del krošnje, manjši listi ali večja osvetljenost krošnje kakor ob predhodnem opazovanju. Napaka je posledica netočnosti (neujemanja z dejanskim stanjem) in neizenačenih ocen zaradi subjektivnih razlik v opazovanju iste krošnje. Izenačenost med popisovalci in v času skušamo zagotoviti :

- z urjenjem natančnosti na seminarju pred začetkom dela,
- z referenčnimi fotografijami glavnih drevesnih vrst za doseganje večje točnosti ocen,
- s terenskim nadzorom in
- s čimbolj stalnimi popisovalnimi ekipami.

V popisu leta 1995 so bile popisovalcu (prvič) na voljo tudi stare ocene osutosti.



## 2.2 IZRAČUN REZULTATOV

Iz podatka o osutosti drevesa smo izračunali povprečno osutost dreves na traktu (POS) in indeks osutosti dreves na traktu (IND). Slednji predstavlja delež poškodovanih dreves na traktu, pri čemer se za poškodovano drevo šteje drevo, osuto nad 25% (prim. HOČEVAR 1990):

$$\text{Povprečna osutost dreves na traktu (POS)} \quad \text{POS} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{osutost}_{\text{drevesa}}}{N}$$

*average defoliation of trees in the plot* N=1, 2, 3,...24

$$\text{Indeks osutosti dreves na traktu (IND)} \quad \text{IND} = \frac{n}{N} * 100$$

*percent of trees with more than 25% defol.in the plot* n= št. dreves, osutih nad 25%  
*number of trees with defol.above 25%*  
N=1, 2, 3,...24  
 N= št. vseh dreves na traktu  
*number of all trees in the plot*

Traktne vrednosti smo obračunali z dvostopenjskim statističnim modelom (skladno z modelom zbiranja podatkov), nato pa še s statističnim modelom, v katerem je bila vrednost vzorčne enote prvega reda (trakta) izračunana neposredno iz dreves. Slednji po trditvah nekaterih domačih avtorjev omogoča primerljive sklepe kakor obračun po dvostopenjskem statističnem modelu ( KOVAČ 1997, LAMPE 1989) in smo ga po predhodnem preizkusu (BOGATAJ 1997) uporabili za podrobnejšo obdelavo podatkov. Obrazce za izračun cenilk za posamezne obračunske enote predstavlja Preglednica 1.

Preglednica 1: Obrazci za izračun rezultatov.

Tabel 1: Formulas for results calculation.

Cenilka/ Estimate	Dvostopenjski model vzorčenja Two stage sampling (ZÖHRER 1980 s. 83)	Enostop.model vzorčenja Single stage sampling
Ocena srednje vrednosti/ Estimated mean	$\bar{y} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k y_{ij}}{mk}$	$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$
Ocena variance/ Estimated variance	$s^2_{1} = \frac{\sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^k y_{ij} \right)^2}{k} - \frac{\left( \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k y_{ij} \right)^2}{km}$ $s^2_{2} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k y_{ij}^2 - \frac{\sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^k y_{ij} \right)^2}{k}}{m(k-1)}$	$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}$
Ocena standardne n.povp./ Estimated standard err.of mean	$S = \sqrt{\frac{1}{mk} \left[ s_1^2 \left( 1 - \frac{m}{M} \right) + \frac{ms_2^2}{M} \left( 1 - \frac{k}{K} \right) \right]}$	$S = \frac{s}{\sqrt{n}}$
Vzorč. nap./ Mean error	$E = t * S_{df=m-1}$	

Opomba / Note:  $y_{ij}, y_i$  - traktna vrednost

$y_{ij}, y_i$  - tract value

Osnovni podatki za leto 1987 so v obliki stopenj osutosti, zato smo jih pretvorili v sredine stopenj. (Preglednica 2). V spremljanju osutosti posameznega drevesa podatkov za leto 1987 nismo upoštevali.

Preglednica 2: Primerjava porazdelitve osutosti dreves v stopnje osutosti v Evropi in stopnje ogroženosti (ŠOLAR 1989) v Sloveniji.

Tabel 2: Comparison of distribution into defoliation classes in Europe and endangerment classes (ŠOLAR 1989) in Slovenia.

Stopnja Level	Ime State	Osutost (%) Defoliation (%)	Sredina Midd.	Ogroženost (%) Endangerment (%)
0	nepoškodovano <i>not defoliated</i>	0-10	5,5	0-10
1	malo poškodovano <i>slightly damaged</i>	11-25	12,5	11-25
2	srednje poškodovano <i>moderately damaged</i>	26-60	42,5	26-60
3	močno poškodovano <i>severly damaged</i>	61-99	77,5	61-90
4	odmrlo <i>dead</i>	100	97,5	91-100

Rezultate prikazujejo povprečna vrednost, meje zaupanja ter frekvenčna porazdelitev v evropske stopnje poškodovanosti. V analizi posameznih obračunskih enot sta bila analizirana in testirana oba kazalca (POS in IND), vendar so rezultati prikazani le na enega izmed njiju (POS). Primerjava z letom 1985 je zaradi narave vira podatkov podana le za indeks osutosti.

Statistične analize smo, kljub odstopanju porazdelitve spremenljivk od normalne porazdelitve in kljub nehomogenosti varianc, izvedli z metodami parametrične statistike. Literatura namreč kaže, da je v analizi velikih vzorcev mogoče zanemariti odklone od normalne porazdelitve (KOŠMELJ 1983), uporaba transformiranih vrednosti pa prav tako ni dala drugačnih rezultatov. Za preizkus razlik med skupinami smo uporabili enostavno analizo variance (skupine so predstavljali posamezni dejavniki rastišča in sestoja). Test srednjih vrednosti je bil Tukeyev test resnično značilnih razlik ob 5% tveganju. Homogenost varianc smo preizkusili s testom po Levenu, značilnost razlik med leti pa s t-testom parnih razlik za odvisne vzorce.

Spremljanje dinamike propadanja izhaja iz primerjav

1. letnih stanj (vseh traktov, vseh dreves v posameznem letu),
2. stanj traktov, ki so bili popisani v vseh popisih 4 km mreže (z vsemi drevesi na posameznem traktu),

3. stanj traktov, ki so bili popisani v vseh zaporednih popisih, toda upoštevaje le tista drevesa, ki so bila prav tako popisana v vseh zaporednih popisih.

Pri slednji sprememba strukture vzorca zaradi nadomeščanja posekanih, odmrlih ali napačno izbranih dreves na rezultat ni vplivala.

Stanje kažejo srednja vrednost (povprečje) in meje zaupanja, izražene v absolutni (E) in relativni vrednosti (E%). Primerjavo letnih stanj podaja absolutna razlika med posameznima stanjema, za parne primerjave pa sta izračunani povprečna razlika in meji zaupanja zanj ob 5% tveganju.

Spremembe v prostoru prikazuje povprečna razlika med stanji traktov, popisanih v prvem in drugem obdobju (npr. 1987 in 1995) ((b) varianta primerjav).

Obračune in prikaz rezultatov smo opravili na osebem računalniku s programskimi paketi Fox-pro 2.5 (Microsoft Corporation 1989-1993), Statistica 4.5 (StatSoft, Inc 1993) in Word 6.0 (Microsoft Corporation 1983-1995).

### **3 REZULTATI**

#### **3.1 POVPREČNA OSUTOST GOZDNEGA DREVJA IN POVPREČNI INDEKS OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA V SLOVENIJI LETA 1995**

V letu 1995 je bila povprečna osutost gozdnega drevja v Sloveniji  $20,3 \pm 0,7\%$ . Poškodovanih (osutih nad mejo poškodovanosti) je bila četrtna dreves (IND= $24,6 \pm 1,4\%$ ). Iglavci (POS= $24 \pm 1,2\%$ ; IND= $37,6 \pm 2,6\%$ ) so bili bolj osuti od listavcev (POS= $18,3 \pm 0,8\%$ ; IND= $17,6 \pm 1,5\%$ ). Najbolj osute drevesne vrste so bile jelka, kostanj, dob in rdeči bor. Najnižjo povprečno osutost in najnižji indeks osutosti dreves sta imela med iglavci smreka in macesen, med listavci pa bukev, beli gaber in gorski javor. Povprečje svoje skupine pri iglavcih sta presegala le jelka in rdeči bor, pri listavcih pa hrasti, kostanj in mali jesen. Zanesljivost rezultatov je bila za manj pogoste vrste razmeroma majhna (Preglednica 3).

Preglednica 3: Povprečna osutost gozdnega drevja (POS) in povprečni delež poškodovanih dreves (IND) v Sloveniji leta 1995.

Tabel 3: The average plot defoliation(POS) and the average share of damaged trees (IND) in Slovenia in 1995.

Vrsta	Species	POS	N <sub>POS</sub>	E	E%	IND	N <sub>IND</sub>	E	E%
VSE VRSTE	<i>all sp</i>	21,3	679	0,7	3,3	24,6	679	1,4	5,7
IGLAVCI	<i>conifers</i>	24,0	518	1,2	5,0	37,6	518	2,6	6,9
LISTAVCI	<i>broadleaves</i>	18,3	617	0,8	4,4	17,6	635	1,5	8,5
SMREKA	<i>Picea ab.</i>	22,5	375	1,0	4,4	30,4	429	2,9	9,9
JELKA	<i>Abies alba</i>	36,9	124	2,5	6,8	63,0	158	5,5	8,7
R.BOR	<i>Pinus syl.</i>	27,0	89	2,4	8,9	45,5	123	6,7	14,7
Č.BOR	<i>Pinus nigra</i>	25,6	19	4,5	17,6	31,7	23	13,7	46,0
MACESEN	<i>Larix dec.</i>	20,9	18	7,2	34,4	29,8	35	13,7	46,0
BUKEV	<i>Fagus syl.</i>	15,8	465	0,9	5,7	11,5	512	1,5	13,0
HRASTI	<i>Quercus sp.</i>	28,1	175	1,9	6,7	40,3	242	4,8	11,9
DOB	<i>Quercus robur</i>	29,7	24	5,8	19,5	52,5	37	12,9	24,6
GRADEN	<i>Quercus sess.</i>	28,7	133	2,3	8,0	38,7	193	5,5	14,2
KOSTANJ	<i>Castanea sat.</i>	32,2	70	5,5	17,1	40,3	112	7,8	19,4
GO.JAVOR	<i>Acer pseudop.</i>	15,2	100	2,5	16,4	11,5	184	4,2	36,5
B.GABER	<i>Carpinus bet.</i>	14,3	102	2,6	18,1	13,7	139	4,7	34,3
Č.GABER	<i>Ostrya carp.</i>	16,7	74	3,1	18,6	17,3	86	7,0	40,5
V.JESEN	<i>Fraxinus ex.</i>	16,5	39	6,6	40,0	14,4	39	10,5	72,9
M.JESEN	<i>Fraxinus or.</i>	25,2	61	5,7	22,6	31,8	61	11,4	35,8

Legenda / Legend: N št. enot (number of sample units)

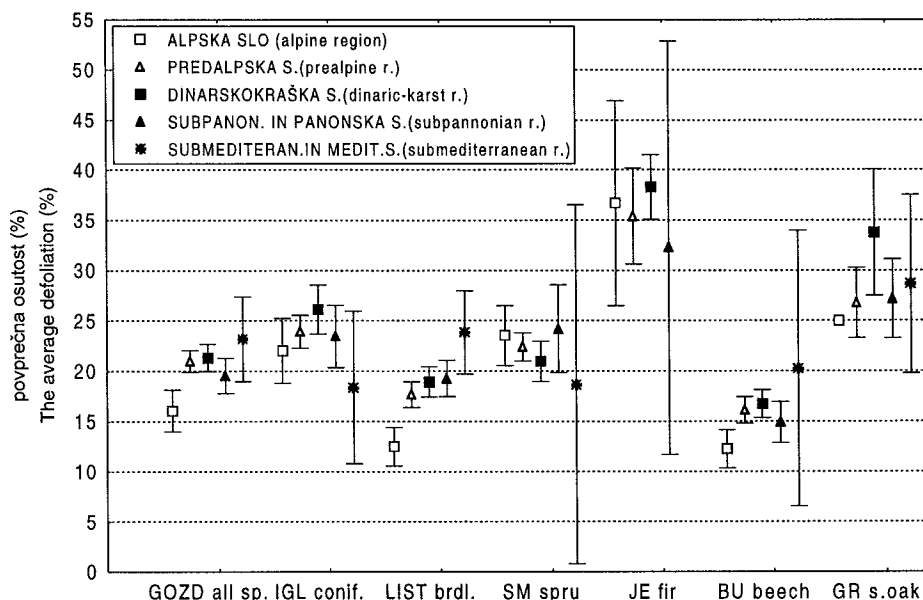
E meje zaupanja pri 5% tveganju (confidence limits;  $p < 0.05$ )

E% E (%) (relative value of E)

Večina traktov je bila v razredu med 10 in 25 odstotno osutostjo. Tretjina traktov, na katerih so bili iglavci, je bila celo med 25 in 60 odstotno osutostjo.

### 3.1.1 Prostorska porazdelitev povprečne osutosti gozdnega drevja po pokrajinskoekoloških regijah in območnih enotah Zavoda za gozdove Slovenije

Najmanj je bilo drevje osuto v alpski regiji. Večjo osutost smo ugotovili v submediteranski regiji, predvsem zaradi osutosti bukve, ter v dinarskokraški regiji, predvsem zaradi osutosti jelke in delno gradna (grafikon 1).



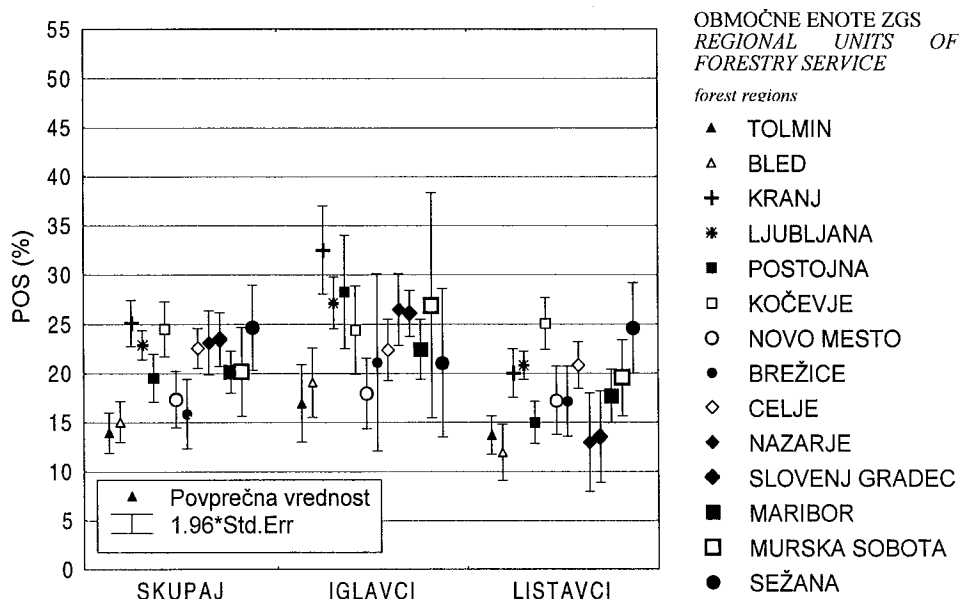
Grafikon 1: Povprečna osutost dreves v pokrajinsko-ekoloških regijah Slovenije leta 1995.

Figure 1: The average tree defoliation according to slovenian landscape regions in 1995.

Povprečna osutost gozdnega drevja v območnih enotah Zavoda za gozdove Slovenije je med 12 in 25%. V območnih enotah Tolmin in Bled je drevje za 5-10% manj osuto kot v ostalih območnih enotah ( $p < 0.05$ ). Podpovprečna osutost drevja (zgornja meja za območje je nižja od povprečne vrednosti za Slovenijo) je tudi v območnih enotah Brežice in Novo mesto, kjer prevladujejo listavci. Nadpovprečno visoka povprečna osutost drevja je v OE Kranj, kjer so

nadpovprečno prizadeti tako iglavci kot listavci. Zelo visoke vrednosti pa dosega POS tudi v območnih enotah:

- Sežana (z nadpovprečno prizadetimi listavci)
- Kočevje (z nadpovprečno prizadetimi listavci) (Grafikon 2).



Grafikon 2: Povprečna osutost dreves v območnih enotah Zavoda za gozdove Slovenije leta 1995.

Figure 2: The average tree defoliation in slovenian forest regions in 1995.

Iglavci so podpovprečno osuti v OE Tolmin in v OE Novo mesto. Nadpovprečna POS iglavcev je v OE Kranj, kjer je tudi najvišja in značilno višja kakor v območnih enotah: Tolmin, Bled, Novo mesto in Maribor ( $p < 0.05$ ). Povprečna osutost iglavcev v OE Postojna je višja kakor v OE Brežice. Praktično enaka je osutost iglavcev nazarske in slovenjgraške OE.

Listavci so nadpovprečno osuti v območni enoti Kočevje. Njihova povprečna osutost je visoka tudi v OE Sežana. V območnih enotah Tolmin in Bled in v OE Slovenj gradec so listavci manj osuti kot v urbano in industrijsko razvitejših delih

Slovenije npr. v območnih enotah Kranj, Ljubljana in Celje. Le povprečna osutost gozdnega drevja v OE Murska Sobota se ne razlikuje značilno od nobene druge OE, ker vzorčna napaka presega 10%, za iglavce celo 20%.

### 3.1.2 Porazdelitev povprečne osutosti gozdnega drevja po rastiščnih dejavnikih

Primerjava osutosti gozdnega drevja po številnih rastiščnih dejavnikih (npr. nadmorskih višinah, legah) kaže statistično značilne razlike le ob ločeni analizi listavcev in iglavcev.

Zdi se, da z naraščanjem nadmorske višine osutost iglavcev narašča, vendar so bile značilne razlike potrjene le med POS do 200 m ( $14,5 \pm 8,9\%$ ) in POS v pasu med 1001-1200m ( $28,1 \pm 4,2\%$ ) ( $p < 0,05$ ).

Povprečna osutost listavcev je bila najvišja med 200 in 400 m nadmorske višine ( $20,9 \pm 1,6\%$ ), značilno višja kot v štirih višjih dvestometrskih pasovih. Ostalih razlik na ravni Slovenije statistično nismo potrdili.

Na ravni pokrajinskoekoloških regij se je povprečna osutost gozdnega drevja po nadmorskih višinah razlikovala le iglavcem v subpanonski regiji, kjer so na višinah nad 1200 m (le 4 trakti!) manj osuti ( $p < 0,05$ ) kakor na višinah med 1000 in 1200 m. Enaka analiza po območnih enotah je pokazala le posamične značilne razlike med povprečno osutostjo po nadmorskih višinah (Preglednica 4).

Preglednica 4: Značilne razlike med POS po nadmorskih višinah v OE ZGS leta 1995 ( $p < 0,05$ ).

Tabel 4: *Significant differences between POS according to the altitude classess in slovenian forest regions in 1995 ( $p < 0,05$ ).*

Območna enota <i>Forest region</i>	Vrste <i>Species</i>	Višinski pas 1 (m) <i>Sea level 1 (m)</i>	Višinski pas 2 (m) <i>Sea level 2 (m)</i>
Ljubljana	bukev ( <i>Fagus s.</i> )	200-400 (POS=18,4%)	600-800 (POS=24,4%)
	vse vrste ( <i>all sp.</i> )	400-600 (POS=18,3%)	600-800 (POS=25,9%)
Celje	vse vrste ( <i>all sp.</i> )	200-400 (POS=23,4%)	400-600 (POS=14,5%)
Maribor	bukev ( <i>Fagus s.</i> )	400-800 (POS=10%)	1000-1200 (POS=28,2%)
Kočevje	iglavci ( <i>conifers</i> )	400-600 (POS=15%)	600-1000 (POS=30%)



Po tipih reliefa se je na ravni Slovenije leta 1995 značilno razlikovala le povprečna osutost listavcev. Na vrhovih in v jarkih je bila njihova povprečna osutost  $>20\%$ , na vseh ostalih oblikah reliefa pa  $<20\%$ . Rezultati so po pokrajinskoekoloških regijah in območnih enotah zelo različni.

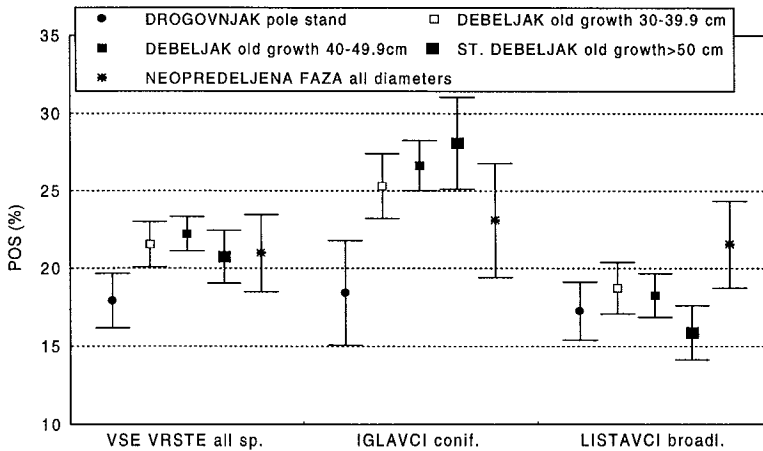
Po legah se na ravni Slovenije razlikuje le povprečna osutost listavcev, ki je na jugozahodnih legah ( $23,1\pm 3,5\%$ ) višja kot na južnih ( $17,2\pm 1,7\%$ ) ter zahodnih legah ( $15,2\pm 1,9\%$ ) ( $p<0.05$ ). Znotraj pokrajinskoekoloških regij nismo odkrili značilnih razlik v povprečni osutosti gozdnega drevja po legah, znotraj območnih enot pa so bile razlike v povprečni osutosti drevja potrjene le v območnih enotah: Tolmin, Kranj in Murska Sobota.

Na nekarbonatnih kamninah je bila povprečna osutost na državni ravni značilno višja ( $22,9\pm 1,2\%$ ) kot na mešanih kamninah ( $18,9\pm 2,0\%$ ) ( $p<0.05$ ). Podobno razmerje je bilo potrjeno tudi v predalpski in subpanonski regiji ( $p<0.05$ ). V predalpski regiji pa se je povprečna osutost na nekarbonatnih kamninah dosegla značilno višje vrednosti kakor na karbonatnih kamninah ( $p<0.05$ ). Razlike v povprečni osutosti gozdnega drevja na različnih kamninah znotraj območnih enot so se bile zelo nasprotujoče, ponekod ne značilne (OE: Ljubljana, Kočevje, Celje in Maribor), v nekaterih območnih enotah pa primerjava zaradi homogenosti kamninske sestave na traktih ni bila mogoča (OE: Bled, Slovenj gradec, Murska Sobota, Sežana).

Za številne druge znake, ki smo jih določili rastišču (skalovitost, kamnitost), ni bilo mogoče ugotoviti enotnega odzivanja osutosti gozdnega drevja niti za posamezne drevesne vrste.

### **3.1.3 Porazdelitev povprečne osutosti gozdnega drevja po sestojnih dejavnikih**

V mlajših razvojnih fazah gozda je drevje v povprečju manj osuto (Grafikon 3). V starejšem debeljaku je razlika v povprečni osutosti iglavcev ( $25,5\pm 3,3\%$ ) in listavcev ( $15,9\pm 1,8\%$ ) značilna ( $p<0.05$ ).



Grafikon 3: Povprečna osutost drevja po razvojnih fazah v Sloveniji leta 1995.

Figure 3: The average defoliation according to developmental stages in Slovenia in 1995.

Drevje je v sestojih s tesnim sklepom manj osuto (POS=16,6±2,3%) kakor v sestojih z normalnim, rahlim, vrzelastim ali pretrganim sklepom (vsi POS>20%) ( $p<0.01$ ). Ugotovitev ne velja za sestoje z listavci, med katerimi so najbolj osuti tisti s pretrganim sklepom. Vpliv sklepa sestoja na osutost drevja je bil med drevesnimi vrstami potrjen le pri hrastih (povprečna osutost v sestojih s tesnim sklepom je 19,9±5,3% v sestojih s pretrganim pa 33,3±6,0%). Znotraj območnih enot smo ugotovili le posamezne značilne razlike v osutosti drevja po tipih sklepa.

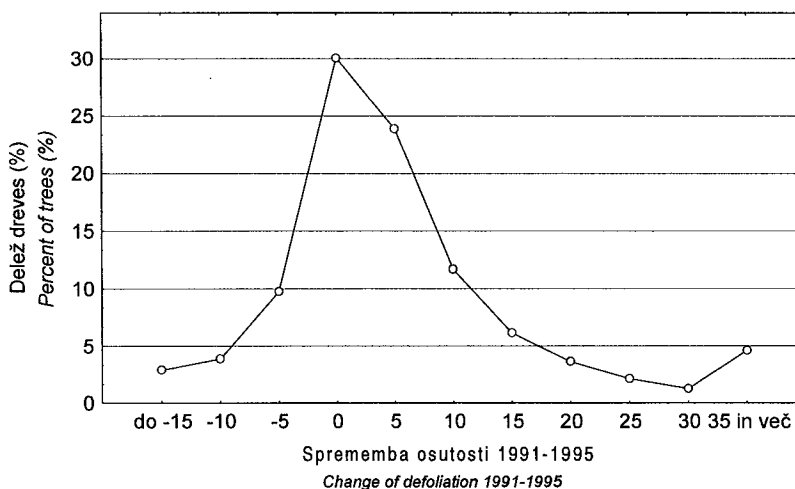
Povprečna osutost drevja se po združbah ne razlikuje značilno, čeprav je največja v združbah s primesjo jelke ali hrastov (npr. Abieti Fagetum, Quercu Fagetum). Listavci so v predgorskih bukovjih (Seslerio Fagetum, Hacquetio Fagetum) bolj osuti kot v predalpskih jelovih bukovjih (AF praealpinum) ( $p<0.05$ ). Iglavci so najbolj osuti v dinarskih jelovih bukovjih in v združbah na globokih tleh (Arunco Fagetum, Aceri Fagetum, Isopyro Fagetum).

Med ostalimi znaki, ki smo jih preučevali v povezavi z osutostjo, je pomembno dejstvo, da se osutost vladajočih in sovladajočih dreves na državni ravni ne razlikuje statistično značilno, medtem ko so podstojna drevesa od njih značilno bolj osuta. Ugotovitev velja za vse drevesne vrste, razen za jelko.

## 3.2 SPREMEMBE OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA V SLOVENIJI MED LETOMA 1985 IN 1995

### 3.2.1 Spremembe osutosti posameznega drevesa

Večini dreves se je osutost v obdobju med letoma 1991 in 1995 le malenkostno spremenila: dobri polovici (63,7%) le do 5% oz. več kot trem četrtinam (79,3%) do 10% (Grafikon 4).



Grafikon 4: Spremembe osutosti gozdnega drevja v Sloveniji v obdobju 1991-1995 v 5-odstotnih razredih.

*Figure 4: Tree defoliation change between 1991 and 1995 in Slovenia in 5-percent classes.*

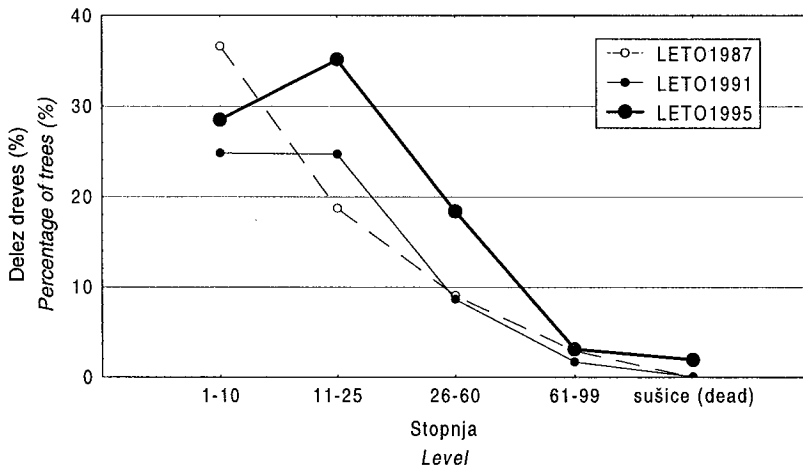
Večje spremembe osutosti smo ugotovili le pri posamičnih drevesih. V obdobju med letoma 1991 in 1995 je bilo le 5,4% dreves z več kot 30% spremembo osutosti, od tega le 0,6% s tako velikim zmanjšanjem osutosti (19 iglavcev in 53 listavcev). Večinoma so bila drevesa pred močnim zvečanjem osutosti nepoškodovana (66,2% je imelo osutost < 25%). Zmanjšanje osutosti kažejo posamična drevesa v prav vseh pet odstotnih stopnjah osutosti.

V obdobju med letoma 1987 in 1995 je bilo dreves z več kot trideset-odstotno spremembo osutosti le 12,3%, od tega 4,4% dreves z zmanjšanjem osutosti (278 iglavcev in 163 listavcev). Zelo verjetno je tako izrazito zmanjšanje osutosti posledica napačne pretekle ali sedanje ocene, upoštevati pa je potrebno tudi značilnosti vhodnih podatkov za leto 1987.

### 3.2.2 Primerjava porazdelitev dreves v stopnje osutosti

Nepoškodovanega drevja je vse manj, narašča pa delež malo poškodovanega drevja (osutost 11-25%) (Grafikon 5). Leta 1995 se je zvečal tudi delež srednje poškodovanega drevja (osutost 26-60%), številnost močno poškodovanega drevja z več kot 60 odstotno osutostjo in sušic pa ostaja razmeroma stabilna. Leta 1995 je bilo skupno 2% odmrlih dreves (111 iglavcev in 215 listavcev), pri nekaterih vrstah (kostanj, jelka) celo 11%.

Razlika med iglavci in listavci je samo v razredu malo poškodovanega drevja (11-25%). Delež iglavcev se v tem razredu umirja, delež listavcev pa narašča.



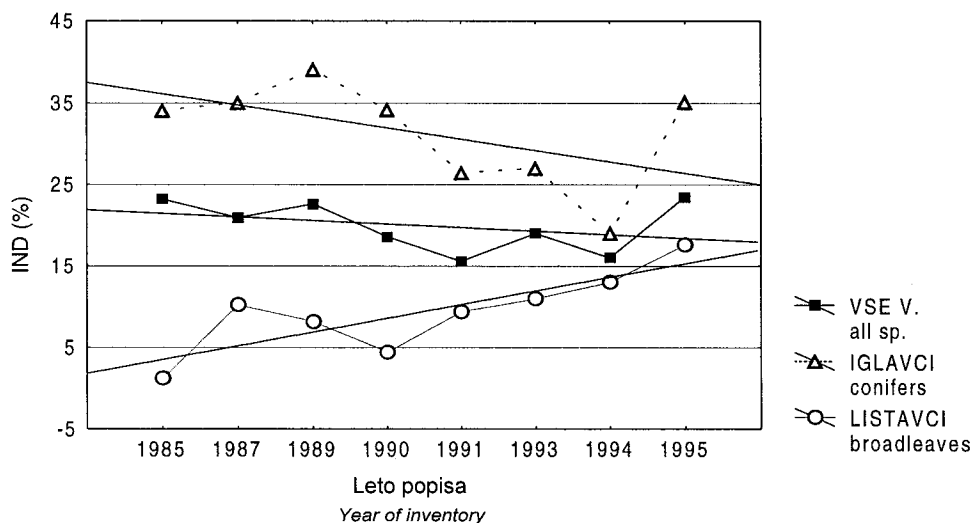
Grafikon 5: Porazdelitev dreves v stopnje osutosti v letih 1987, 1991, 1995 v Sloveniji.

Figure 5: Distribution of trees into defoliation classes in 1987, 1991, 1995 in Slovenia.

### 3.2.3 Spremembe povprečne osutosti gozdnega drevja in indeksa osutosti gozdnega drevja v Sloveniji med letoma 1985 in 1995

V obdobju med letoma 1985 in 1995 je bil delež poškodovanih dreves (IND) stabilen. Med letoma 1985 in 1995 se je zvečal le za 0,25%, med letoma 1987 in 1995 pa za 2,5%. Tudi povprečna osutost gozdnega drevja je v primerjavi z letom 1987 le malenkostno narasla (za 0,5%).

Osutost listavcev in iglavcev se je bolj spreminjala. Povprečna osutost listavcev se je v obdobju med letoma 1987 in 1995 zvečala, povprečna osutost iglavcev pa se je zmanjšala. Delež poškodovanih iglavcev je z izjemo leta 1991 razmeroma stabilen (1985: 34,1%, 1987: 35,0% in 1995: 35,1%, toda 1991: 26,4%), delež poškodovanih listavcev pa se izrazito zvečuje (1985:1,3%, 1987:10,2%, 1991:9,4%, 1995:17,6%). Podobno kažejo rezultati bioindikacijske mreže (BOGATAJ 1997a) in primerjava rezultatov vseh dosedanjih popisov (Grafikon 6).

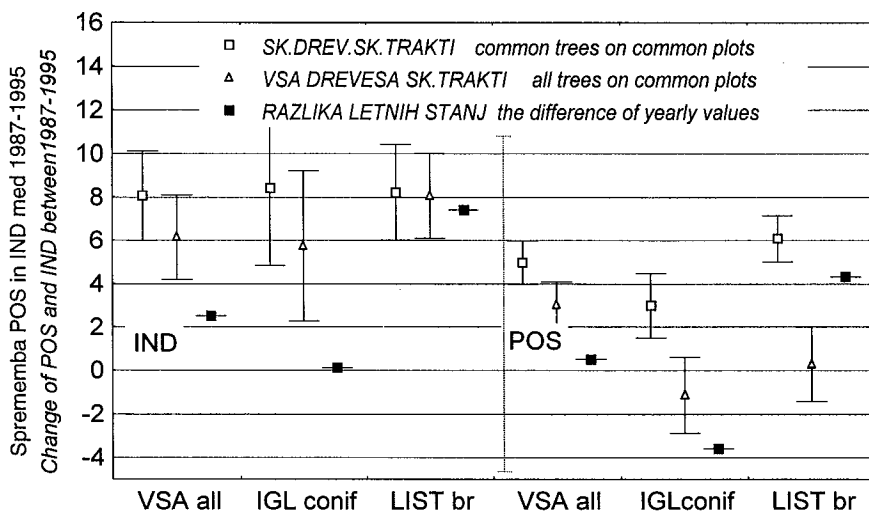


Grafikon 6: Delež poškodovanih dreves (IND) v popisih med letoma 1985 in 1995 v Sloveniji.

Figure 6: Yearly values of the share of damaged trees (IND) in inventories up to 1995.

Razlike med osutostjo listavcev in iglavcev se postopno izenačujejo. Spreminjanje osutosti iglavcev in listavcev ni vedno istosmerno (npr. 1987-1989, 1993-1994).

Izrazitejše so spremembe, če v izračunu upoštevamo le trakte, ki jih lahko spremljamo v vseh popisih. Še bolj kakor izbor novih traktov prikrije dinamiko sprememb nadomeščanje posekanih, odmrlih in napačno v vzorec izbranih dreves. Razlike med rezultati posameznih načinov obračuna so sicer manjše kot 2%, a v določenih primerih značilne. Če torej upoštevamo le vedno prisotne trakte in drevesa, se delež poškodovanih dreves (IND) v obdobju med letoma 1987 in 1995 zvečuje za  $6,1 \pm 1,9\%$  do  $8,0 \pm 2,0\%$ , in to iglavcem (od  $5,7 \pm 3,5\%$  do  $8,4 \pm 3,6\%$ ) pa tudi listavcem ( $8,0 \pm 1,9\%$  do  $8,2 \pm 2,2\%$ ) (Grafikon 7).

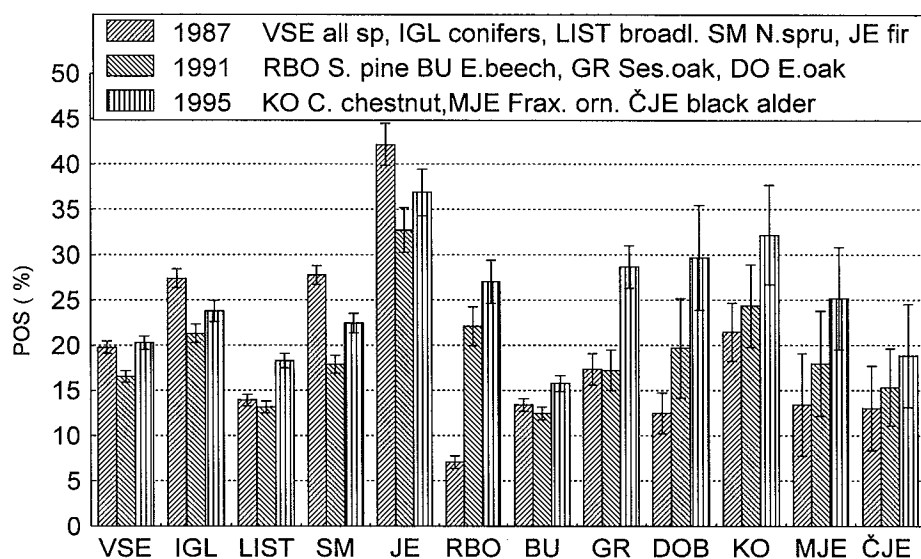


Grafikon 7: Spremembe IND in POS v Sloveniji med letoma 1987 in 1995 po treh variantah izračuna.

Figure 7: IND and POS changes 1987-1995 according to the three calculation variants.

Analiza posameznih drevesnih vrst kaže, da povprečna osutost smreke in jelke niha (med letoma 1987 in 1991 se je izrazito zmanjšala, nato zopet zvečala, a ni dosegla ravni iz leta 1987), medtem ko se rdečemu boru zdržema zvečuje. Med

listavci se povprečna osutost ni zmanjšala nobeni drevesni vrsti, izrazito pa se je zvečala hrastom, kostanju in nekaterim manj pogostim drevesnim vrstam (črni jelši, malemu jesenu (Grafikon 8)), predvsem med letoma 1991 in 1995. Povprečna osutost hrastov, kostanja in rdečega bora se postopno približuje povprečni osutosti jelke, ki je med vsemi vrstami še vedno najbolj osuta drevesna vrsta pri nas.



Grafikon 8: Primerjava povprečne osutosti gozdnega drevja prevladujočih drevesnih vrst v Sloveniji v letih 1987, 1991 in 1995.

Figure 8: Comparison of the average tree defoliation for the main tree species in Slovenia in 1987, 1991 and 1995.

### 3.2.4 Prostorska porazdelitev propadanja v obdobju 1987-1995 po pokrajinskoekoloških regijah Slovenije in po območnih enotah Zavoda za gozdove

Povprečna osutost gozdnega drevja se je v večini regij zvečala, predvsem zaradi naraščajoče osutosti listavcev. Največje zvečanje povprečne osutosti gozdnega drevja je bilo ugotovljeno v submediteranski in subpanonski regiji, kjer se osutost

zvečuje tako listavcem kot tudi iglavcem (Preglednica 5).

Preglednica 5: Spremembe POS in IND v pokrajinskoekoloških regijah Slovenije v obdobju 1987-1995.

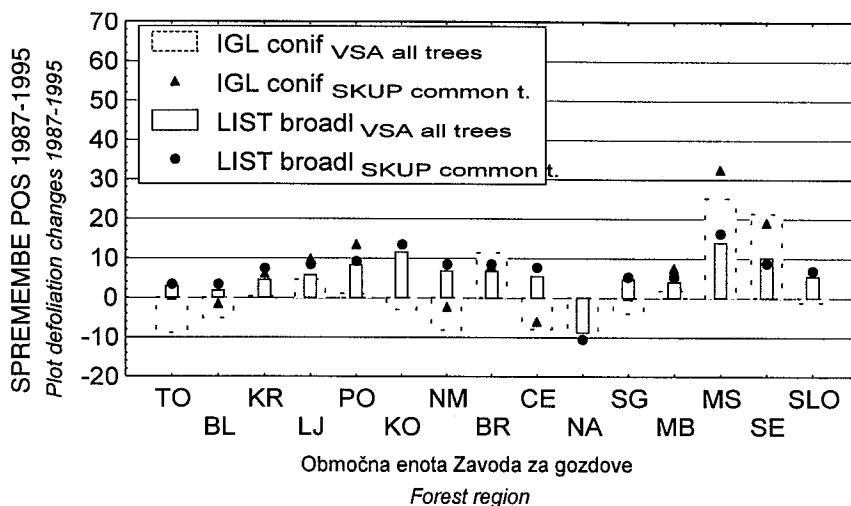
Table 5: *IND and POS changes according to landscape regions in the period 1987-1995.*

Sprememba 1987-95	POS	POSigl	POSlist	IND	INDigl	INDlist
<i>Change 1987-1995</i>	<i>POSall</i>	<i>POS conif</i>	<i>POS conif</i>	<i>INDall</i>	<i>INDconifer</i>	<i>INDbroadl.</i>
Alpska <i>Alpine</i>	-3,1±3,1	-5,0±4,5	0,5±3,0	0,1±5,8	1,4±10,4	2,1±4,6
Predalpska <i>Prealp.</i>	-0,3±1,7	-2,8±2,4	2,9±1,8	-0,5±3,2	-1,7±5,6	3,7±3,5
Subpanonska <i>Subpan.</i>	7,9±2,4	8,5±3,4	7,8±2,6	14,3±4,5	22,3±8,7	13,8±4,7
Dinarska <i>Dinaric</i>	4,6±1,6	1,1±2,4	7,4±1,6	8,9±2,8	6,9±5,0	10,3±2,8
Submedit. <i>Submed.</i>	13,1±4,6	21,6±12,8	10,1±3,4	24,4±12,5	43,7±29,3	17,4±10,7

V alpski in predalpski regiji je povprečna osutost gozdnega drevja v obdobju 1987-1995 stabilna, iglavcem se zmanjšuje, listavcem pa zvečuje. V subpanonski regiji se povprečna osutost iglavcev zvečuje bolj kot predalpski regiji ( $p < 0.05$ ). Povprečna osutost listavcev se je zvečala v dinarski in subpanonski regiji že leta 1991, v ostalih regijah pa opazneje šele leta 1995.

Po območnih enotah sta se povprečna osutost gozdnega drevja in indeks osutosti gozdnega drevja v istem obdobju večinoma zvečala (Grafikon 9). V OE Nazarje spremembe niso skladne s splošnimi ugotovitvami in se tudi ne ujemajo s spremembami v sosednjih območnih enotah. Večina primerjav kaže enoten odziv v OE Murska Sobota in Sežana, nekoliko manj izrazito tudi v OE Brežice. Spremembe osutosti gozdnega drevja so podobne tudi v OE Kočevje in OE Postojna.





Legenda (Legend): - povprečna sprememba POS za območno enoto po dveh načinih obračuna  
 - the average change of POS for a forest region in two calculation modes

Grafikon 9: Povprečna sprememba POS iglavcev in listavcev v območnih enotah iz a) vseh dreves, ki so bila v posameznem letu na traktu in b) le iz dreves, zajetih v obeh popisih.

Figure 9: The average POS change for conifers and broadleaves according to forest regions from a) all trees in the plot in a year and b) from common trees in the plot in the observed period.

Povprečna osutost listavcev narašča povsod, ob vseh treh popisih v šestih območnih enotah (Bled, Kranj, Postojna, Kočevje, Celje, Murska Sobota), razen v OE Nazarje. Spremembe povprečne osutosti iglavcev v sosednjih območnih enotah niso nujno istosmerne (npr. zmanjšanje v OE Tolmin-brez sprememb v OE Bled (za IND oba zmanjšanje), zmanjšanje v OE Novo mesto-zvečanje v OE Brežice (IND enako)).

Delež poškodovanih listavcev se je zvečal tudi v območnih enotah, kjer se je iglavcem zmanjšal (npr. OE Tolmin, OE Celje, OE Slovenj Gradec). Izjema je spet območna enota Nazarje. Najbolj se je povprečna osutost gozdnega drevja zvečala v območnih enotah: Murska Sobota (že leta 1991), Sežana in Brežice. Navedenim območnim enotam se za listavce pridružuje še OE Kočevje in v manjši meri tudi OE Kranj, OE Celje in OE Novo mesto.

Leta 1995 je bilo manj poškodovanih jelk v območnih enotah: Tolmin, Celje, Nazarje in Maribor, bistveno več (za 60%) pa v OE Brežice. IND smreke se je za več kot 20% zvečal v OE Murska Sobota in OE Sežana. Zmanjšal se je v OE Tolmin, za več kot 20% pa v OE Celje in OE Nazarje. Delež poškodovanih bukev se pomembno in stalno zvečuje v območnih enotah: Postojna, Kočevje, Brežice, Murska Sobota, Kranj ter upada v OE Nazarje in Maribor. Gradni sicer ni zastopan v vseh območnih enotah, vendar le v OE Nazarje ne kaže bistvenega zvečanja osutosti. Rdečemu boru se zvečuje osutost tudi v OE Nazarje.

### 3.2.5 Porazdelitev sprememb po rastiščnih dejavnikih

Spremembe osutosti gozdnega drevja so po različnih rastiščih na ravni Slovenije značilne le za malo znakov (nadmorska višina, kamnina, lega), ob podrobnejši analizi po pokrajinskoekoloških regijah in območnih enotah ZGS pa pogosto protislovne ali neznačilne.

Povprečna osutost gozdnega drevja se je na ravni Slovenije zvečala do 1000 m nadmorske višine, višje pa je ostala stabilna. Najbolj izrazito (nad 10%) je bilo to zvečanje v pasu do 200 m nadmorske višine in to že leta 1991. Povprečna osutost se je med 201- 400 m zvečala le še za 8%. V višinah med 600 in 1000 m se je povprečna osutost zvečala za manj kot 5%. Navedeno velja tudi za listavce.

Iglavcem se je povprečna osutost zvečala v višinah do 600 m, višje pa ostala razmeroma stabilna. Zvečanje je bilo v višinskem pasu 200-400 m večje kot v pasu med 401-600 m. Če spremembe izračunavamo s primerjavo letnih stanj, se je osutost iglavcev nad višino 600 m celo zmanjšala. Značilne razlike v ostalih višinskih pasovih niso bile ugotovljene.

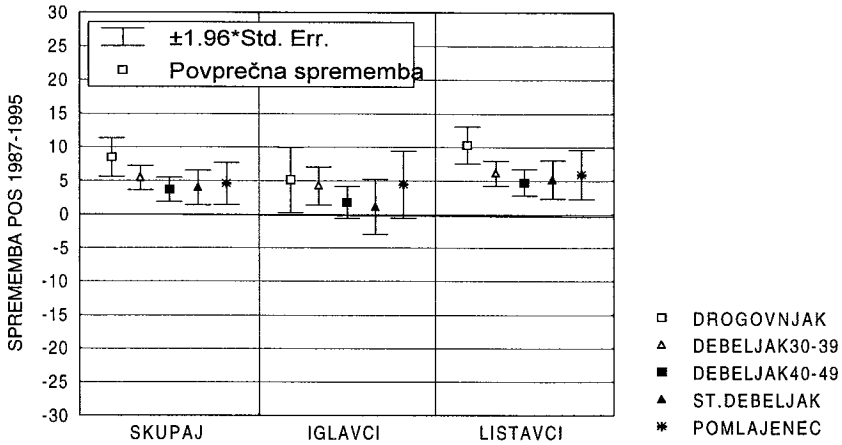
Posameznim drevesnim vrstam se povprečna osutost po nadmorskih višinah ni značilno spreminjala. S primerjavo letnih stanj je bilo ugotovljeno zvečanje povprečne osutosti *bukve* med 200 in 1000 m, gradna med 200 in 600 m in že leta 1991 zmanjšanje povprečne osutosti *jelke* med 400-600m.

Visoko in naraščajočo osutost v nižinskem pasu podpira tudi analiza osutosti po tipih reliefa in nagibih. Na zahodnih in jugozahodnih legah smo potrdili zvečevanje osutosti gozdnega drevja, preseneča pa enaka tendenca tudi na severovzhodnih in vzhodnih legah. Listavcem, zlasti bukvi in hrastom, se je osutost povsod, razen na zahodnih legah, zvečala. Iglavcem se osutost na nobeni izmed leg ni značilno spremenila, kar velja za smreko in jelko, ne pa tudi za rdeči bor. Slednjemu se je povprečna osutost značilno zvečala na vseh legah, najbolj na jugovzhodni in severozahodni.

Delež poškodovanih bukev se je na karbonatu zvečal za 5,9%, torej bolj kakor na nekarbonatu, kjer je manjši za 0,4%. Delež poškodovanih iglavcev je na karbonatu manjši za 4,1%, na nekarbonatu pa večji za 2,2%. Na malo skalovitih rastiščih se je ta delež zvečal za 1,5%, na močno skalovitih rastiščih pa se je zmanjšal za 9,5%. Ostalih zvez med kazalcema in kamnino oz. skalovitostjo nismo ugotovili.

### **3.2.6 Porazdelitev sprememb po sestojnih dejavnikih**

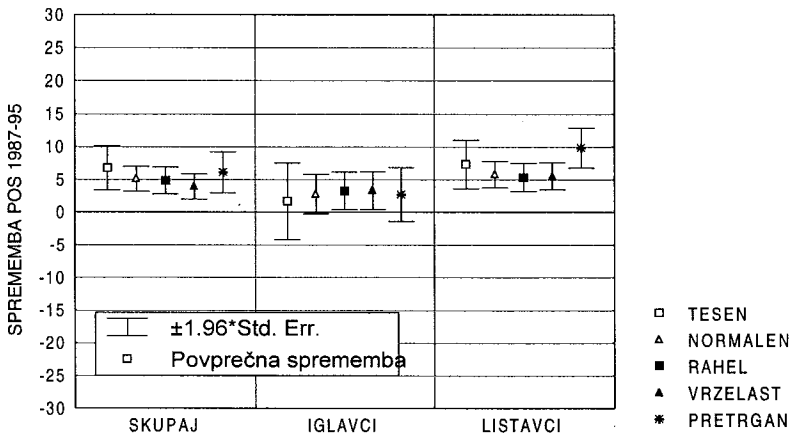
Povprečna osutost gozdnega drevja se je v večini razvojnih faz zvečala za okroglo 5%, najbolj v drogovnjaku. V starejšem debeljaku iglavcev zvečanja osutosti drevja ni bilo, pa tudi značilnih razlik med spremembami po razvojnih fazah nismo ugotovili. Listavcem se je povprečna osutost v drogovnjaku bolj zvečala kakor v debelejšem debeljaku ( $p < 0.05$ ). Posameznim drevesnim vrstam se je POS zvečala neglede na razvojno fazo. Stanje smreke je v vseh razvojnih fazah stabilno (Grafikon 10).



Grafikon 10: Spremembe POS po razvojnih fazah v Sloveniji med letoma 1987 in 1995.

Figure 10: POS changes of developmental stages in Slovenia between 1987 and 1995.

Povprečna osutost gozdnega drevja se je značilno zvečala v vseh tipih sklepa sestojev. Razlike med spremembami statistično niso značilne (Grafikon 11).



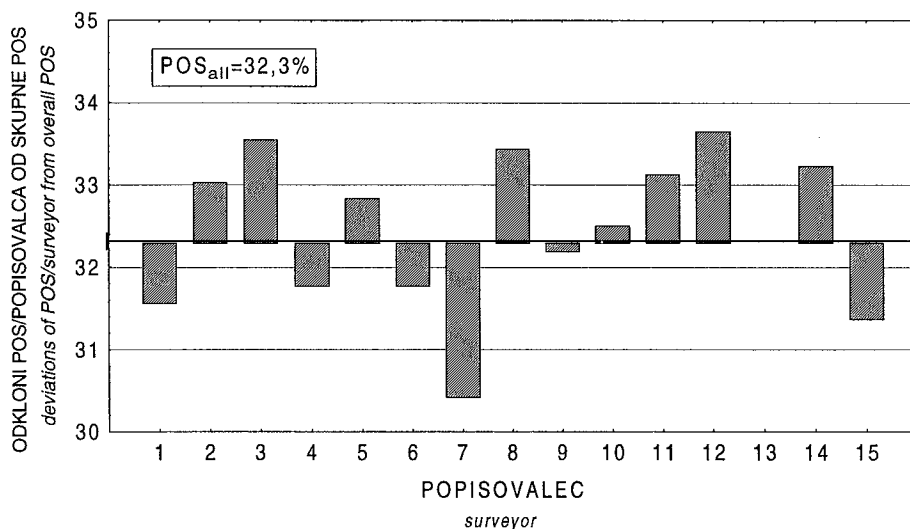
Grafikon 11: Spremembe POS v različno sklenjenih sestojih v Sloveniji med letoma 1987 in 1995.

Figure 11: POS changes in stands of different canopy closure in Slovenia in the period 1987-1995.

### 3.3 ZANESLJIVOST OCENE OSUTOSTI GOZDNEGA DREVJA LETA 1995

#### 3.3.1 Seminar

V okolici Ljubljane je leta 1995 osemindvajset popisovalcev ocenilo 48 dreves šestih drevesnih vrst (17 jelk, 10 hrastov, 9 smrek, 7 rdečih borov in 5 bukev). Odstopanja povprečnih ocen posameznih popisovalcev od skupnega povprečja so bila znotraj 3% intervala (Grafikon 12).



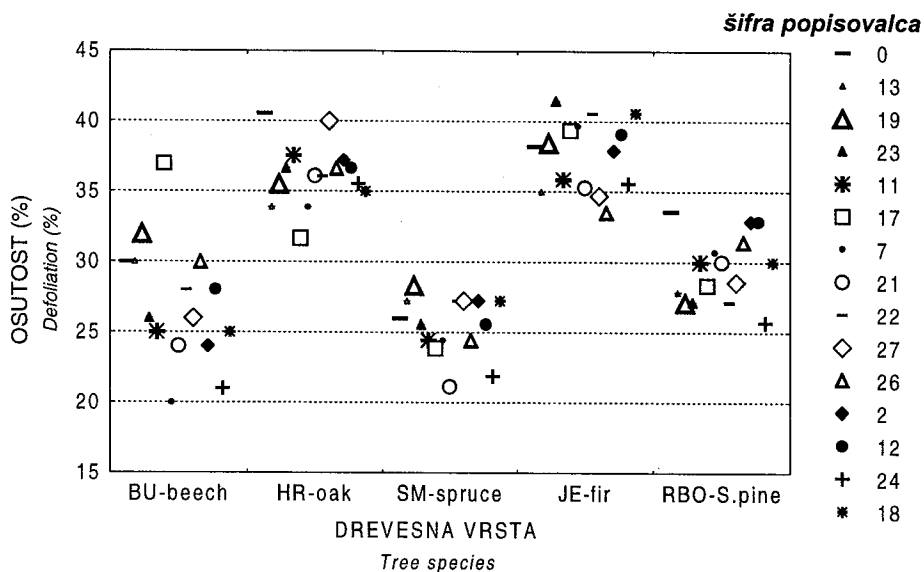
Grafikon 12: Rezultati državnega seminarja leta 1995 v okolici Ljubljane.

Figure 12: Results of the national seminar in 1995 in Ljubljana vicinity.

Ocene za posamezno drevo se za posamezne popisovalce od povprečja za to drevo razlikujejo in sicer do 10% za 44% ocen, do 15% pa za 71% ocen. Povprečno razliko, ki znaša 16%, zvišujejo posamične, očitno napačne ocene, ki se od povprečja za posamezno drevo razlikujejo celo za 50%. Značilna odstopanja od referenčnih ocen osutosti drevja na seminarju smo potrdili le za enega popisovalca ( $p < 0.05$ ).

Razlike med popisovalci so očitnejše pri bolj osutih drevesih. Porazdeljene so

med različne popisovalce. Variabilnost ocen osutosti listavcev je večja kakor variabilnost ocen osutosti iglavcev (Grafikon 13).



Grafikon 13: Rezultati državnega seminarja leta 1995 v okolici Ljubljane po drevesnih vrstah.

Figure 13: Results of the national seminar in 1995 in Ljubljana vicinity by species.

Ugotovili smo tudi razlike v ocenjevanju ostalih znakov npr. socialnega položaja, o čemer poroča že Škuljeva (IGLG 1988). Zato je pomembna naloga za bodoče delo poenotenje ocenjevanja drugih znakov.

### 3.3.2 Terenski nadzor

Leta 1995 sta dve ekipi GIS terensko kontrolirali 53 traktov (7% vzorca oz. 1248 dreves), vsaj po tri v posamezni območni enoti. Znotraj meja dopustne napake ocene (5%) je bilo 87,2% ocen. Izven teh meja pa je bilo ocenjenih 12,3% dreves, večinoma z 10-20% podcenjeno osutostjo (Preglednica 6).

Preglednica 6: Porazdelitev razlik med popisovalčevo in kontrolno oceno osutosti drevesa.

Table 6: *Difference distribution between the original and control assessment.*

Razlika med popisovalčevo in kontrolno oceno osutosti drevesa (%) <i>The difference between the original and control assessment</i>	Število opazovanj <i>Number of assessments</i>
<-20	5
-20	6
-15	19
-10	66
10	27
15	13
20	12
25	5
>25	6

#### 4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Rezultatov popisa propadanja gozdov danes ne predstavljamo več samo z razvrščanjem drevja v stopnje poškodovanosti, temveč s statistično analizo traktnih vrednosti - povprečne osutosti dreves na traktu (POS) in deleža poškodovanih dreves na traktu (IND).

Leta 1995 je bila POS na državni ravni  $21,3 \pm 0,7\%$ , IND pa  $24,6 \pm 1,4\%$ . Vzorčna napaka POS je bila leta 1995 3,3%, nekoliko višja (5,7%) pa je bila vzorčna napaka IND.

Bolj so bile osute drevesne vrste z razmeroma dolgo življenjsko dobo in močnim vplivom na mikroklimo in na tla v sestoji (jelka, hrasti) (GOLOB 1995). Osutost bukve je bila razmeroma nizka, a narašča. Podobno velja za nekatere manj zastopane drevesne vrste, za katere pa je zanesljivost rezultatov manjša.

Neposredno primerljivost s tujimi ugotovitvami omejujejo razlike v metodologiji zajemanja in obračunavanja podatkov (AAMLID *et al.* 1993, INNES 1994, KRISTÖFEL 1995). Delež dreves nad 25-odstotno mejo poškodovanosti je bil v letu 1995 v Avstriji le 7,8%, v Švici 22,6%, v Nemčiji 24,4%, na Hrvaškem 28,8%, v Italiji pa 19,5% (ANONYMUS 1996), na Bavarskem 23,0 (SINNER *et al.* 1996). Tudi dinamika propadanja se ne ujema povsem s slovenskimi ugotovitvami. V Avstriji se osutost zmanjšuje, v Nemčiji in Švici ostaja stabilna (ANONYMUS 1996), na Bavarskem se zmanjšuje (SINNER *et al.* 1996). Zvečuje se na Hrvaškem in v Italiji, predvsem zaradi vse večje osutosti mediteranskih vrst (ANONYMUS 1996).

Kaže, da imajo rastiščni dejavniki za osutost gozdnega drevja manjši pomen kakor sestojni dejavniki. Na posamezne dejavnike se iglavci in listavci različno odzivajo, osutost iglavcev in listavcev pa se tudi v času ne spreminja usklajeno.

Vertikalna porazdelitev povprečne osutost in njenih sprememb sovпада z najgostejšo poselitvijo in onesnaževanjem (ne le zraka!). Celo iglavcem se je sicer stabilna povprečna osutost v višinskem pasu do 600 m v obdobju med letoma 1987 in 1995 zvečala. Ugotovitev o njihovi največji povprečni osutosti med 1200-1400 m ni skladna s preteklimi domačimi in nekaterimi tujimi ugotovitvami o najvišji ogroženosti iglavcev na višinah 900-1200 m (IGLG 1988, HEINSDORF *et al.* 1988, DECKER / GÜRTH 1985 cit. INNES 1992), med 250-500 m v Furlaniji-Julijski krajini (Relazione 1993), ter med 500-750 m na Tirolskem (MONITORING 1993). V evropskem poročilu (ANONYMUS 1996) je največji delež poškodovanih dreves v pasu med 500 m in 750 m nadmorske višine (37,1%), ki mu sledita pasova na višini med 250 m in 500 m (35,6%) in med 750 m in 1000 m (28,1%) nadmorske višine. Nekateri avtorji povezave med osutostjo in nadmorsko višino niso odkrili (INNES 1992).

Pri iglavcih je najbolj osuto drevje v starejših debeljakih, pri listavcih pa drevje v sestojih z neopredeljeno razvojno fazo. Zvečanje povprečne osutosti je pri listavcih največje v razmeroma malo osutih drogovnjakih, pri iglavcih pa med spremembami po razvojnih fazah nismo ugotovili značilnih razlik. Terenska opazovanja kažejo, da je drevje bolj osuto v sestojih, v katerih še *ni* ali *ni več*



vzpostavljena notranja stabilnost (ROBIČ 1985) (npr. trakti Lubnik, Paški Kozjak, Ljubljanski vrh), manj pa v sestojih na izpostavljenih toplih legah (npr. trakt Pokljuka nad prepadno steno južne ekspozicije). Iz tega sklepamo, da kaže vzrok iskati v vplivu zunanjih dejavnikov ali v njihovem sinergističnem delovanju z notranjimi dejavniki ekosistema (npr. genetsko strukturo). Mednarodno poročilo povezuje zvečevanje osutosti gozdnega drevja, najizrazitejšega v mediteranski regiji, z večjo pogostostjo in intenziteto suš. Modelna prostorska porazdelitev pojavnosti suše v Sloveniji (HOČEVAR A. / KAJFEŽ-BOGATAJ 1994) vizualno sovпада z prostorsko porazdelitvijo zvečanja osutosti gozdnega drevja med letoma 1987 in 1995 pri nas. Prav med zadnjima popisoma štirikilomske mreže leta 1991 in 1995 sta bili v Sloveniji izjemni suši - leta 1992 in 1993 (ZUPANČIČ 1993).

Sklepanje na vpliv zunanjih dejavnikov je mogoče tudi iz zvečanja osutosti zlasti mlajšega listnatega drevja, ki je na sušo posebej občutljivo (LARCHER 1993) ter iz zvečanja osutosti predvsem na vrhovih in JZ orientiranih pobočjih.

Do podobnih zaključkov prihajajo nekatere ostale domače raziskave (LEVANIČ 1996). Za nekatere navidezno protislovne ugotovitve, npr. višjo osutost gozdnega drevja na nekarbonatih kamninah in v hladnih legah ali manjšo osutost iglavcev na strmih legah iščemo razlago v šibko razvitem koreninskem sistemu na tleh, kjer vlage sicer ne primanjkuje in zato večji občutljivosti na ekstremna pomanjkanja vode. Vendar v predstavljeni analizi možnosti sočasnega vplivanja različnih dejavnikov in njihovega medsebojnega nadomeščanja nismo upoštevali (npr. razmeroma visoko zasmrečenost na nekarbonatih podlagah (GOLOB 1995), vpliv mehanskih poškodb debla (TORELLI *et all.* 1992)), saj je bil osnovni cilj zanesljiva ocena stanja, prostorske porazdelitve, intenzitete in tendenc na državni ravni (BOGATAJ 1995). Ob interpretaciji rezultatov zato kaže upoštevati, da:

- je desetletje za časovno dimenzijo gozda razmeroma kratka doba,
- gozdni ekosistem predstavljajo le podatki o drevju,
- smo zaenkrat omejeni le na en indikator vitalnosti gozdnega drevja (osutost),
- nas omejuje razmeroma slabo razumevanje fiziologije stresa na ekosistemski ravni in pomanjkljivo temeljno znanje o naravni dinamiki gozdnih ekosistemov

v razmerah klimatske prehodnosti ter izjemne reliefne, pedološke in sestojne pestrosti.

V Sloveniji smo se leta 1995 bolj kakor metodam obračunavanja atributov (BURK 1991, KÖHL 1992, GERTNER / KÖHL 1992, KÖHL / KAUFMANN 1993, ŠMELKO 1995) posvetili kvaliteti podatkov popisa osutosti gozdnega drevja (INNES 1988, MAHRER 1989, NEUMANN 1990, INNES *et all.* 1992, GOSH *et all.* 1995). Slednja je večja kakor pred leti (BOGATAJ 1995a), a še ne zadovoljiva (BOGATAJ 1996). Delež opazovanj znotraj dopustnih meja je bil leta 1995 večji kakor v nekaterih evropskih državah, ki so objavile rezultate terenskega nadzora (v Švici leta 1989 70% (INNES 1995) in 84% leta 1993 (INNES 1994), v Avstriji leta 1990 75,5% in leta 1995 81% (STEMBERGER 1996). Na mednarodnem seminarju v Avstriji je bilo leta 1996 na osmih lokacijah ocenjenih po 20 iglavcev, ocenjevanje srednje in malo osutih dreves pa je bilo manj izenačeno kakor pri nas. Odstopanja od skupnega povprečja so bila do petkrat večja (NEUMANN / KRISTÖFEL 1996, MATEJKA 1993).

Slovenski vzorec je zaradi upoštevanja podstojnih dreves reprezentativnejši kot vzorec, izbran po evropskih kriterijih in kaže za 0,5-1,5% višjo osutost kot slednji. Njegovo spreminjanje zaradi izmenjave dreves v vzorcu znižuje letno vrednost POS za 3-5% in tako prikrije manjša nihanja, do katerih prihaja. Pri jelki, kjer je mortaliteta več kot 10-odstotna in torej bistveno višja kot pri ostalih drevesnih vrstah (1-2%), toda manjša kakor na na testnih ploskvah jelke (TORELLI *et all.* 1996), je lahko vpliv izločanja dreves iz vzorca pomemben. Metoda obračuna sprememb pa ne vpliva le na obseg, temveč lahko tudi na smer sprememb (npr. spremembe POS iglavcev 1987-1995).

Prikazane rezultate bo vsebinsko nadgradila sinteza z rezultati spremljanja rasti gozdnega drevja, rezultati popisa lišajev in rezultati laboratorijskih analiz gozdnih tal in foliarnih vzorcev. Približevanje k ekosistemski analizi si obetamo tudi z nadgradnjo razmeroma ekstenzivnega spremljanja stanja gozdnega drevja z intenzivnimi raziskavami na manjšem številu ploskev in v modelnih območjih.

Prikazani rezultati popisa osutosti gozdnega drevja v Sloveniji v obdobju 1985-

1995 usmerjajo predvsem v omejevanje in preprečevanje vseh vrst motenj na ravneh od drevesa do gozdnega ekosistema in v oblikovanje sestojev z močnim notranjim okoljem.

## 5 VIRI

- AAMLID, D. / VENN, K. / HORNTVEDT, R., 1993. Forest monitoring - trends, results and perspectives.- V: Proceedings from the Meeting in the SNS-ad hoc group on Monitoring of Forest Damage, As, s.5-7.
- ANKO, B., 1993. Vpliv motenj na gozdni ekosistem in gospodarjenje z njim.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42, Ljubljana, s. 85-109.
- ANONYMUS 1991. Forest Damage and Air Pollution. Report of the 1990 forest damage survey in Europe.- UN / ECE Geneve, 98 s.
- ANONYMUS 1992. Forest condition in Europe. Results of the 1992 Survey. Draft Report.- UN / ECE Geneve, 118 s.
- ANONYMUS 1996. Forest condition in Europe Results of the 1995 Survey.- UN / ECE Geneve, 93 s.
- BOGATAJ, N., 1995. Poročilo o propadanju gozdov v letu 1995.- Gozdarski vestnik, 53, 9, Ljubljana, s. 352-359.
- BOGATAJ, N., 1995a. Some aspects of interpretation of forest trees defoliation data.- V: Bioindication of forest site pollution: development of methodology and training. Proceedings of the international colloquium (Tempus M-JEP 04667). Slovenian forestry institute and Agronomy dept., Biotechnical faculty, University of Ljubljana, Ljubljana, s. 287-92.
- BOGATAJ, N., 1996. Kontrola popisa.- V: Monitoring gozdnih ekosistemov-propadanje gozdov 1985-1995/ Delavnica Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, s. 4-5.
- BOGATAJ, N., 1997. Degradacija slovenskih gozdov s posebnim ozirom na metodološko problematiko popisa. Neobjavljeno gradivo, 114 s.
- BOGATAJ, N., 1997a. Popis propadanja gozdov v letu 1996 in spremembe v obdobju 1987-1996 na bioindikacijski mreži. Gozdarski vestnik 3, v tisku.
- BURK, R., 1991. Verbesserte stat. Analyseverfahren zur Auswertung von Waldschadendaten für den europäischen Raum. Bla.- V: Allg.Forst.u.J.Ztg., 163, 7/8, s. 121-128, s. 157-168.

- CROW, R., 1993. Applying principles of landscape ecology for maintaining natural resources - a North Americans view.- V: Role of Forestry in a landscape ecology, Proceedings of IUFRO Working Party Landscape Ecology, Ljubljana, s. 15-22.
- ELLENGBERG, H., 1995. Neuartige Waldschaden. Bla.- V: Allg.Forst.u.J.Ztg., 15, s. 796-797.
- FERLIN, F., 1990. Vpliv onesnaženja ozračja na rastno obnašanje in rastno zmogljivost odraslih smrekovih sestojev.- Magistrska naloga. BF-Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 134 s.
- GERTNER, G. / KÖHL, M., 1992. An Assessment of some nonsampling errors in a national survey using an error budget.- Forest Science, 38, 3, s. 525-538.
- GIS 1995. Monitoring propadanja gozdov in gozdnih ekosistemov. Priročnik za terensko snemanje podatkov.- Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 64 s.
- GOLOB, S., 1995. Poškodovanost gozdov v slovenskih sestojnih tipih.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 47, Ljubljana, s. 145-170.
- GOSH, S. / INNES, J.L. / HOFFMANN, C., 1995. Observer Variation as a Source of Errors in Assessments of Crown Condition Through Time.- Forest Science, 41, 2, s. 235-254.
- HLADNIK, D., 1991. Spremljanje razvoja sestojev in časovna dinamika propadanja dreves v jelovo-bukovem gozdu.- Magistrsko delo. BF-Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 112 s.
- HOČEVAR, A. / KAJFEŽ-BOGATAJ, L., 1994. Partition of Slovenia according to parameters which create drought condidtions.- Res. reports Biotehcnical Faculty of the University of Ljubljana, 63, Ljubljana, s. 9-25.
- HOČEVAR, M., 1985. Prvine smotrnega velikoprostorskega snemanja zdravstvenega stanja gozdnih sestojev.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 26, s.75-91
- HOČEVAR, M., 1989. Razvoj in uporaba inventurne vzorčne metode 2x6 dreves.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 34, Ljubljana, s.21-25.
- HOČEVAR, M., 1990. Poškodovanost in rast smrekovega gorskega gozda na poključsko-jeloviški planoti.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 36, Ljubljana, s. 27-68.
- HOČEVAR, M., 1993. Dendrometrija - gozdna inventura. BF-Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 274 s.

- IGLG 1985. Navodila za izvedbo ankete (s prilogami).- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 21 s.
- IGLG 1987. Črna knjiga o propadanju gozdov v Sloveniji.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 46 s.
- IGLG 1988. Črna knjiga o propadanju gozdov v Sloveniji-nadaljevanje.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 66 s.
- IGLG 1989. Osnovni podatki popisa propadanja gozdov v letu 1989. Gradivo za novinarsko konferenco.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Ljubljana, 19 s.
- IGLG 1991. Novinarska konferenca 1991.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 15 s.
- IGLG 1993. Popis poškodovanosti gozdov 1993.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 5 s.
- IGLG 1994. Popis poškodovanosti gozdov 1994. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 6 s.
- INNES, J. L., 1988. Forest Health Surveys: problem in assessing observer objectivity.- *Canadian Journal of Forest Research*, 18, s. 560-565.
- INNES, J. L., 1992. Forest decline.- *Progress in Physical Geography*, 16, 1, s. 1-64.
- INNES, J. L., 1993. Methods to estimate forest health.- *Silva Fennica*, 27, 2, s. 145-157
- INNES, J. L., 1994. Sanasilva - Bericht.- *Der Zustand des Schweizer Waldes*, s. 7-41
- INNES, J. L., 1995. Forest decline Its Assessment and Status.- CAB International, 677 s.
- INNES, J.L. / LANDMANN, G. / METTENDORF, B., 1992. Consistency of observations of forest tree defoliation in three european countries.- *Environmental Monitoring and Assessment*, 25, s. 29-40.
- KOLAR, I., 1989. Umiranje smreke v gozdovih Šaleške doline.- Magistrsko delo. BF-Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 93 s.
- KOLB, T.E. / WAGNER, M.R. / COVINGTON, W.W., 1994. Utilitarian and Ecosystem Perspectives.- *Journal of Forestry*, Jul., s. 10-15.
- KOTAR, M. / KOLAR, I., 1996. Vplivi emisij termoelektrarne Šoštanj na smrekove gozdove v Šaleški dolini.- *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 48, Ljubljana, s.

77-134.

- KOŠMELJ, K., 1983. Uvod v multivariatno analizo. Univerza E. Kardelja, EF B. Kidriča, Ljubljana, 272 s.
- KOVAČ, M., 1997. Dosedanji koncept popisa propadanja gozdov in razvoj celostnega ekološkega monitoringa.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 23-52.
- KRISTÖFEL, F., 1995. Terrestrische Kronenzustandserhebung und jährliche Änderungen.- V: Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem. FBVA, Wien, s. 137-142.
- KÖHL, M., 1992. Quantifizierung der Beobachtfehler bei der Nadel- - Blattverlustschätzung.- V: Allg.Forst-u.J.-Ztg., 164, 5, s. 83-92.
- KÖHL, M. / KAUFMANN, E., 1993. Zur Berechnung der Stichprobenfehler bei Waldschaden-inventuren.- Schweiz. Z.Forstwes., 144, 4, s. 297-311.
- LAMPE, I., 1989. Metode ugotavljanja in spremljanja fenomena propadanja gozdov na blejskem GGO.- Diplomaska naloga. BF-Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 69 s.
- LANDMANN, G. / BONNEAU, M., 1995. Forest Decline and Atmospheric Deposition Effects in the French Mountains.- Springer, 461 s.
- LARCHER, W., 1993. Physiological Plant ecology. Springer-Verlag, 271 s.
- LEVANIČ, T., 1990. Ocena zgradbe in stanja slovenskih gozdov na podlagi popisa propadanja gozdov v letu 1987.- Diplomsko delo, BF-Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana.
- LEVANIČ, T., 1996. Dendrokronološka in dendroekološka analiza propadajočih vladajočih in sovladajočih jelk (*Abies alba* Mill.) v dinarski fitogeografski regiji.- Doktorska distertacija, Ljubljana, BF-Oddelek za lesarstvo, 160 s.
- MAHRER, F., 1989. Problems in the determination and interpretation of needle and leaf loss.- V: Bucher, J., Bucher-Wallin, I (eds): Air pollution and Forest Decline / Birmensdorf, s. 229-231.
- Manual on methodologies and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1994.- UN ECE. 177 s.
- MATEJKA, M., 1993. 9. International ECE/EU Training Course for Central Europe. Schmidfeld, Germany, interno gradivo.
- Monitoring of Forest Condition in South Tyrol 1993 - Annual Report. 40 s.

- NATEK, K. *et al.*, 1994. Študija ranljivosti okolja in osnove za pripravo podzakonskega akta. Interno gradivo.- Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana, s. 10-18.
- NEUMANN, M., 1990. Zu Fragen der Waldzustandserfassung durch Grossräumige Inventuren.- FBVA Berichte 45, s. 3-30.
- NEUMANN, M. / KRISTOFEL, F. *et al.*, 1996. 11. International ECE / EU Training Course for Central Europe, Austria, 23.-27. June 1996. Relazione annuale sullo stato del deperimento del bosco 1993. Anno 1992.- Direzione regionale delle foreste e dei parchi, 48 s.
- ROBIČ, D., 1985. Ranljivost in stabilnost gozdnih ekosistemov.-V: Stabilnost gozda v Sloveniji, Gozdarski študijski dnevi v Sloveniji, Portorož, s. 202-207.
- SINNER, H. U. / MAYER, F. R. / FRANZ, C., 1996. Kronenzustanderhebungen '96 in Bayern: Weiterer Rückgang der deutlichen Schäden.- Forst und Holz, Vol.51, No 22, s. 724-726.
- SKELLY, J. M. / INNES, J. L., 1994. Waldsterben in the Forests of Central Europe and Eastern North America: Fantasy or Reality?- Plant Disease, 78, 11, s. 1021-1032.
- SMOLE, I. / ADAMIČ, M. / MEDVED, M., 1990. Poškodbe gozdnega drevja zaradi nekaterih znanih vzrokov - analiza stanja in preučevanje procesov propadanja.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana.
- SOLBERG, S., 1993. Fylkesvise lokale overvakingsflater. Vitalitetsregistereringer og kontroll 1993.- Rapport fra skogforsk 24/93, 27s.
- SSKJ 1994. Slovar slovenskega knjižnega jezika.- Slovenska Akademija znanosti in umetnosti. Ljubljana, 1714 s.
- STEMBERGER, A., 1996. Aufnahmentraining und Ansprachequalität.- V: Österreichisches Waldschaden-Beobachtungssystem, s. 143-147.
- ŠMELKO, Š., 1995. Die methodischen probleme des vergleichs der ergebnisse von zwei monitoring-systemen am beispiel der angaben aus der Slowakei.- IUFRO, Grosuplje 1994, s. 6-13.
- ŠOLAR, M., 1986. Onesnaževanje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji.- V: Gozd in okolje FOREN 86.- ZKK Beograd, RKKGP Ljubljana, Ljubljana.
- ŠOLAR, M., 1986 a. Onesnaženje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji.- Zbornik posvetovanja, ZDIT Slovenije, Maribor, s. 21-44.
- ŠOLAR, M., 1989. Poškodbe gozdov - slovenske posebnosti.- Zbornik gozdarstva

in lesarstva, 34, Ljubljana, s. 71-97.

- ŠOLAR, M., 1990. Stanje slovenskih gozdov v letu 1990 in gibanje njihove poškodovanosti v obdobju 1985-1989.- Gozdarski vestnik, 48, 2, Ljubljana, s. 85-90.
- ŠOLAR, M., 1991. Popis poškodovanosti gozdov v Sloveniji leta 1990.- Gozdarski vestnik 49, 5, Ljubljana, s. 234-239.
- TORELLI, N. / ČUFAR, K. / ROBIČ, D., 1986. Some wood anatomical, physiological, and silvicultural aspects of silver fir dieback in Slovenia (NW Yugoslavia).- IAWA Bulletin n.s., Vol 7(4), s. 343-350.
- TORELLI, N. / ČUFAR, K. / ZUPANČIČ, M., 1989. Ocena zdravstvenega stanja in prirastnega potenciala z meritvijo električne upornosti aktivnih tkiv pri jelki (*Abies alba* Mill.).- Les, 11-12, s. 321-323.
- TORELLI, N. / OVEN, P. / ZUPANČIČ, M. / KRIŽAJ, B. / ČUFAR, K., 1992. Schleimzellen in der Rinde und traumatische Harzkanäle sterbender Tannen.- Holz als Roh-und Werkstoff 50.
- TORELLI, N. / ČUFAR, K. / OVEN, P., 1996. Bioelectrical Characterization of Tree Condition and Slime Cells in the Bark as Possible Symptoms of Silver Fir Decline.- Special issue: Bioindication of stress in Forest Trees and Forest Ecosystems,- Phytion (Horn, Austria), Vol 36, (Fasc.3), s. 39-42.
- ZÖHRER, F., 1980. Mehrstufige Stichprobe.- V: Forstinventur. Verlag P. Parey. Hamburg, s. 81-87.
- ZUPANČIČ, B., 1995 Suša v letu 1994.- Ujma 8, s. 9-11.