

GDK 4+539"2000":(497.12)

Prispelo / Received: 15.04.2002

Sprejeto / Accepted: 31.05.2002

Izvirni znanstveni članek
Original scientific paper

ZDRAVSTVENO STANJE GOZDOV V SLOVENIJI V LETU 2000

Milan HOČEVAR*, Robert MAVSAR**, Marko KOVAČ***

Izvleček

Predstavljamo rezultate popisa poškodovanosti gozdov, ki smo ga leta 2000 opravili na 4 x 4 km mreži. Za popis zdravstvenega stanja gozdov smo v letu 2000 nekoliko izpopolnili metodologijo, ki se je uporabljala v prejšnjih popisih. Popis je zajel 712 traktov, na katerih smo popisali 18.808 dreves. Povprečna osutost je bila 20,5 %, poškodovanih je bilo 22,2 % dreves. V primerjavi s prejšnjim popisom na 4 x 4 km mreži, ki je bil opravljen leta 1995, sta oba kazalnika nekoliko manjša. Opravljena je bila tudi primerjava zdravstvenega stanja gozdov v Sloveniji s stanjem v Evropi, ki kaže, da sta tako povprečna osutost kot tudi delež poškodovanih dreves podobna kot je evropsko povprečje.

Čljučne besede: propadanje gozda, osutost drevja, popis, spremljanje sprememb, gozdna inventura, zdravstveno stanje, metoda dela, Slovenija

FOREST CONDITION IN SLOVENIA IN THE YEAR 2000

Abstract

The results of the 2000 forest condition survey, which was carried out on a 4 x 4 km grid, are presented. Compared to previous surveys the methodology has been improved. The survey comprised 18.808 trees on 712 plots. The average defoliation of all tree species has been estimated to 20.5% while the proportion of trees with more than 25% unexplained defoliation has attained 22.2%. Compared to the previous survey carried out on the 4x4 km grid (in 1995), both parameters have decreased slightly. The situation in other European countries is similar to the situation in Slovenia. Among the main tree species (according to the appearance in the sample) Scots pine and Oaks (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) had the highest average defoliation. Data from other countries are presented for comparison.

Key words: forest decline, tree defoliation, survey, monitoring of changes, forest inventory, health status, working method, Slovenia

prof. dr. M.H., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN
* R.M., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN
** mag. M.K., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN

VSEBINA
CONTENTS

1 UVOD	
INTRODUCTION.....	121
2 METODE	
METHODS	123
3 REZULTATI IN RAZPRAVA	
RESULTS AND DISCUSSION	127
4 ZAKLJUČNA RAZPRAVA	
FINAL DISCUSSION	151
5 ZAKLJUČKI	
CONCLUSIONS.....	152
6 SUMMARY	154
7 VIRI	
REFERENCES.....	155
ZAHVALA	
ACKNOWLEDGEMENTS	157

1 UVOD INTRODUCTION

Proces propadanja gozdov pomeni pojevanje vitalnosti oziroma rastne moči gozdnega ekosistema zaradi neznanih vzrokov, domnevno zaradi onesnaženja okolja. Osnovne značilnosti so:

- proces propadanja nima značilnih, izrazitih znakov, ki bi ga ločevali od propadanja drevja zaradi ostalih biotskih in abiotskih povzročiteljev, zato ga je zelo težko ločevati od naravnega odmiranja, drugih poškodb in bolezni;
- drevje propada posamično, poleg zdravega najdemo tudi močno propadajoče drevje, le izjemoma propadajo celi sestoji;
- učinke onesnaženega okolja je mogoče prepoznati samo z dolgotrajnim opazovanjem (bolj ali manj verjetnostna razmejitev kumulativnih učinkov onesnaženega zraka od naravnih ali antropogenih motenj);
- pojav ima kontinentalne razsežnosti in ni omejen na bližino industrijskih središč.

Propadanje se navadno začne izražati z bolj ali manj izrazitim odmiranjem vitalnih delov dreves in preostale vegetacije (defoliacija, rumenenje, sušenje in odmrtnje delov krošenj), ki se v najslabšem primeru konča z odmrtnjem rastlin, sicer pa rastline vztrajajo v nespremenjenem stanju ali si čez čas celo opomorejo (INNES 1993, MAVSAR 1999). Zaradi razločevanja procesa od drugih vzrokov (npr. naravna izmenjava vrst, ujme in druge kalamitete, bolezni zaradi npr. gliv, sušni stres) se pojem propadanja gozdov danes povezuje predvsem z motnjami zaradi onesnaženega zraka. Med temi ločimo motnje, povzročene s strani lokalnih onesnaževalcev (večinoma znani povzročitelji), katerim so ekosistemi bolj ali manj stalno podvrženi, in motnje, povzročene z daljinskim transportom škodljivih snovi (neznan povzročitelj).

Raznovrstnost znakov propadanja gozdov odseva tudi vrsto hipotez, s katerimi znanost poskuša pojasniti najpomembnejše vzroke propadanja. Med največkrat omenjanimi so naslednje hipoteze (UN/ECE 1997):

- neposreden vpliv onesnažil na asimilacijske organe;
- posreden vpliv prek talnih procesov (zakisanje in eutrofikacija tal);
- posredni in neposredni vplivi naravnega stresa zaradi neugodnih vremenskih razmer s pogostimi sušami, ki jim sledijo okužbe z boleznimi;

- neustrezno gospodarjenje z gozdovi (rastiščno neprimerne drevesne vrste, monokulture).

Zaradi narave problema ni presenetljivo, da je prav pojav propadanja gozdov prvič združil evropske raziskovalce in politike k enotnim ukrepom. Pod okriljem Evropske ekonomske komisije Organizacije združenih narodov je bila leta 1985 sprejeta konvencija o daljinskem transportu onesnaženega zraka (*Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, CLRTAP*). Države podpisnice so se zavezale, da bodo emisije SO₂ zmanjšale za 30 % glede na stanje v letu 1980. Z nadaljnjimi protokoli je bilo predvideno tudi znižanje emisij NO_x in drugih onesnažil, določene so bile dovoljene obremenitve z NO_x, konvencija pa je bila tudi osnova drugemu SO₂ protokolu, ki so ga evropske države sprejele leta 1994.

S ciljem, da se strategije, ki bi prispevale k zmanjšanju onesnaženja ozračja, osnujejo na znanstveno-strokovnih osnovah, so v okviru konvencije ustanovili delovno skupino za vplive (*WG Effects*) in 6 programov (*International Cooperative Programs*), med katerimi so za gozdarstvo pomembni GOZD (*ICP Forests*), INTEGRALNI MONITORING (*ICP Integral Monitoring*) in KARTIRANJE IN MODELIRANJE (*ICP Mapping and Modelling*). Da bi svoje članice zavezal k izpolnjevanju, je vse elemente konvencije in metode dela sprejel tudi Svet Evrope.

Čeprav se program ICP-GOZD pri nas izvaja od leta 1985, je bil zakonsko urejen šele s sprejetjem Pravilnika o varstvu gozdov (2000); le-ta je v delu, ki obravnava ugotavljanje poškodovanosti gozdov, usklajen s sprejetimi uredbami Sveta Evrope (*Council Regulation*) in Evropske komisije (*Commission Regulation*). Slednje uravnava izvajanje monitoringa na 16 x 16 km mreži (intenzivnostna raven I), zato pravilnik določa operativno izvedbo programa ICP-GOZD na ravni I. Aktivnosti, ki se izvajajo na nivoju II (intenzivni monitoring), poskušajo osvetliti procesne vidike, vendar jih naša zakonodaja še ne obravnava; tovrstni podzakonski akti morajo biti sprejeti še pred vstopom Slovenije v Evropsko zvezo.

2 METODE METHODS

2.1 PRIPRAVA POPISA PREPARATION OF THE SURVEY

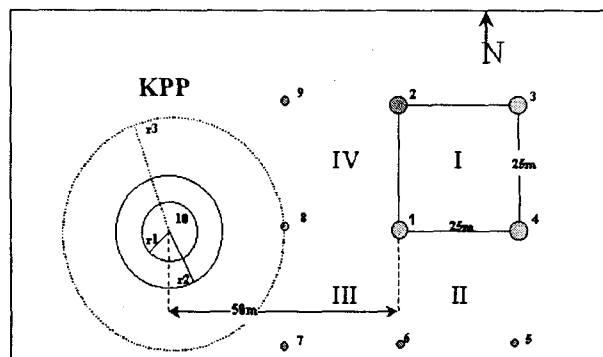
Za popis zdravstvenega stanja gozdov smo v letu 2000 nekoliko izpopolnili metodologijo, ki se je uporabljala v prejšnjih popisih (KOVAČ *et al.* 1995). Bistvena novost inventurnega modela, ki smo ga uvedli, je uvedba stalne vzorčne ploskve (v nadaljevanju koncentrična permanentna ploskev; KPP) z odmerjeno površino po vzoru kontrolne vzorčne metode (HOČEVAR 1993). KPP je od osnovnega oglišča trakta oddaljena 50 m proti zahodu.

Skupno število sekundarnih vzorčnih ploskev je odvisno od mreže, na kateri se periodična inventura izvaja. Pri meritvah na 16 x 16 km mreži smo ohranili trakt s štirimi že obstoječimi sekundarnimi ploskvami (metoda M6: šest dreves na ploskev) in dodali še novo KPP (skupaj pet sekundarnih ploskev); na ostalih traktih 4 x 4 km mreže smo obdržali dve že obstoječi M6 ploskvi (praviloma ploskvi 1 in 4), dodali pa eno koncentrično permanentno ploskev (slika 1).

Podlaga za spremembo metode je bila simulacijska študija o variabilnosti podatkov, s katero je bilo ugotovljeno, da lahko s snemanji po novi metodologiji pridobimo enako zanesljive rezultate kot s prejšnjo metodologijo.

Statistični koncept popisa je naslednji:

- dvostopenjsko vzorčenje;
- vzorčna enota, izbrana v prvi stopnji, je trakt, katerega osnovno oglišče leži na presečiščih 4 x 4 oziroma 16 x 16 km Gauss-Kruegerjeve koordinatne mreže;
- vzorčne enote, izbrane v drugi stopnji, so sekundarne popisne ploskve (5 oziroma 3), ki so razmeščene na ogliščih trakta (slika 1).



Slika 1: Shematska razporeditev sekundarnih ploskev na traktu (mreža 16 x 16 km: merimo na sekundarnih ploskvah 1, 2, 3, 4 in na KPP; mreža 4 x 4 km: merimo na sekundarnih ploskvah 1 in 4 ter na KPP)

Figure 1: Scheme of a sampling plot and the location of subplots (16x16 km grid: trees are assessed on subplots No. 1,2,3,4 and on the permanent sample plot; 4x4 km grid: trees are assessed on subplots No. 1, 4 and on the permanent sample plot)

Razen spremembe koncepta je prišlo tudi do nekaterih manjših sprememb vsebine popisa. Tako smo opustili kazalnike, ki se v preteklosti iz različnih vzrokov niso uveljavili, dodali pa smo nekatere nove (npr.: ocena raznovrstnosti sestojne zgradbe, količina mrtve biomase).

2.2 PRIPRAVLJALNI TEČAJ TRAINING COURSE

Pred izvedbo popisa smo organizirali in izvedli tridnevni pripravljalni tečaj. Tečaja se je udeležilo 36 vodij popisovalnih ekip Zavoda za gozdove Slovenije. Tečaj je potekal v Ljubljani in okolici. Udeležencem je bil predstavljen namen in teoretične osnove popisa. Poleg tega so se urili v ocenjevanju osutosti in ostalih poškodb dreves ter v postavljanju vzorčnih ploskev in izvedbi popisa.

2.3 TERENSKO SNEMANJE FIELDWORK

Terenska snemanja so potekala med 26. junijem in 30. avgustom 2000. Popis je izvajalo 32 ekip Zavoda za gozdove Slovenije in 3 ekipe Gozdarskega inštituta. Ker je le 13 popisovalcev sodelovalo že pri prejšnjih snemanjih, smo v vseh območnih enotah opravili še individualna usposabljanja. Na izbrani ploskvi smo z vsemi vodji ekip v območju ponovno izvedli popis. Prav tako smo ves čas popisa odgovarjali na vprašanja in reševali težave tudi po telefonu.

2.4 TERENSKA PREVERJANJA SURVEY CHECK

Terensko preverjanje je potekalo v avgustu, opravljale so ga tri ekipe Gozdarskega inštituta Slovenije. Obsegalo je občasne obiske snemalnih skupin na terenu in ponovna snemanja na izbranih traktih. Za ponovna snemanja smo naključno izbrali po en trakt vsakega popisovalca. Skupaj smo pregledali 35 traktov.

2.5 VNOS IN OBDELAVA PODATKOV INPUT AND PROCESSING OF DATA

Že v pripravah na popis so bili izdelani računalniški programi za vnos podatkov popisa. Popisovalci so popisne obrazce pošiljali tedensko, zato se je z vnosom podatkov pričelo že v juliju. To nam je omogočilo, da smo popisovalce sproti opozarjali na napake, ki so se pojavljale na popisnih listih (npr. izpuščanje ali vpisovanje napačnih šifer). Vsi podatki so bili vnešeni do konca septembra. Oblikovali smo dve osnovni datoteki: datoteko dreves in datoteko traktov.

V nadaljevanju smo opravili izračune osnovnih kazalnikov zdravstvenega stanja in analizo rezultatov po traktih, izjemoma pa tudi za posamezna drevesa. Kot osnovna kazalnika smo uporabili :

- povprečno osutost drevja na traktu (POS):

$$POS = \frac{\sum_{i=1}^N OS_i}{N}$$

POS – povprečna osutost trakta / *average defoliation per plot*
 OS_i – osutost drevesa (v %) / *defoliation of a tree (in %)*
 N – število dreves na traktu / *number of trees per plot*

- delež očitno poškodovanih dreves na traktu (IND) – t.j. delež drevja, katerega ocenjena osutost je bila višja od 25 %.

$$IND = \frac{n}{N} * 100$$

IND – indeks osutosti trakta / *defoliation index per plot*
 n – število poškodovanih dreves na traktu / *number of damaged trees per plot*
 N – število dreves na traktu / *number of trees per plot*

Navedena kazalnika smo izračunali kot povprečje vsega drevja na traktu in ločeno po skupinah drevesnih vrst. Na podlagi izračunanih vrednosti obeh kazalnikov smo s pomočjo statističnih izračunov (multipla regresija, analiza variance, parne primerjave in razni testi – npr. Bonferroni, Kruskal-Wallis, Kolmogorov-Smirnof, »sign rank« test) opravili primerjalne analize glede na nekatere kriterije (npr. drevesna vrsta, socialni položaj, razlike med območji).

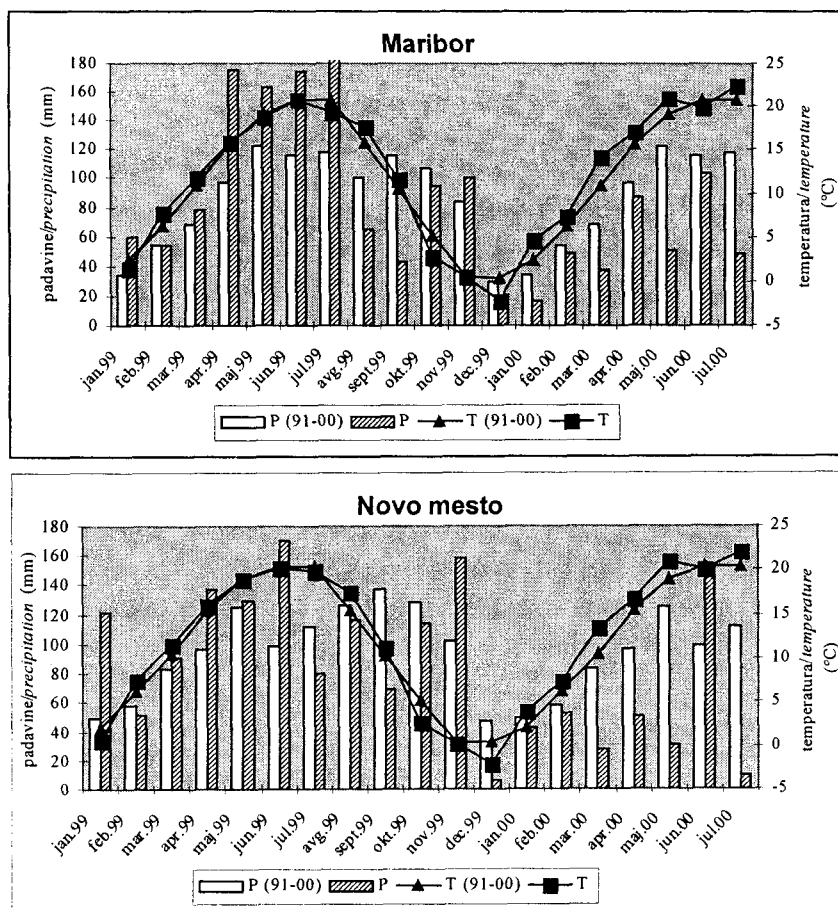
Statistične analize smo opravili s pomočjo programskega paketa Statistica for Windows (STATSOFT 1998). Rezultati analiz so predstavljeni kot srednje vrednosti z mejami zaupanja s tveganjem $p = 0,05$.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA RESULTS AND DISCUSSION

3.1 VREMENSKE RAZMERE V LETU 2000 WEATHER CONDITIONS IN 2000

V Sloveniji so za leto 2000 značilne nekoliko višje temperature od desetletnega povprečja; značilna je tudi nizka količina padavin, predvsem v vzhodnem delu države (slika 1). V obdobju od septembra 1999 do avgusta 2000 je le decembra količina padavin dosegla desetletne povprečne vrednosti; v vseh ostalih mesecih je bila manjša od desetletnega povprečja.

Neugodne vremenske razmere lahko vplivajo na rast (LARCHER 1995) in osutost gozdnega drevja ter na pojav žuželk in bolezni (SEIDLING 1999, DE VRISE / KLAP / ERISMAN 2000). Predvsem nizke in/ali visoke temperature v določenem obdobju ter suša pogosto negativno vplivajo na gozdno drevje (VAN LEEUWEN *et al.* 2000). Hkrati pa je potrebno poudariti, da je vpliv klimatskih dejavnikov na vitalnost drevja odvisen tudi od drugih rastiščnih (npr. relief, tip tal) in sestojnih dejavnikov (SEIDLING 1999). Tako samo na osnovi podatkov o povprečni temperaturi in količini padavin ne moremo sklepati kakšen je bil dejanski vpliv vremenskih razmer v nekem obdobju, na vitalnost gozdnega drevja.



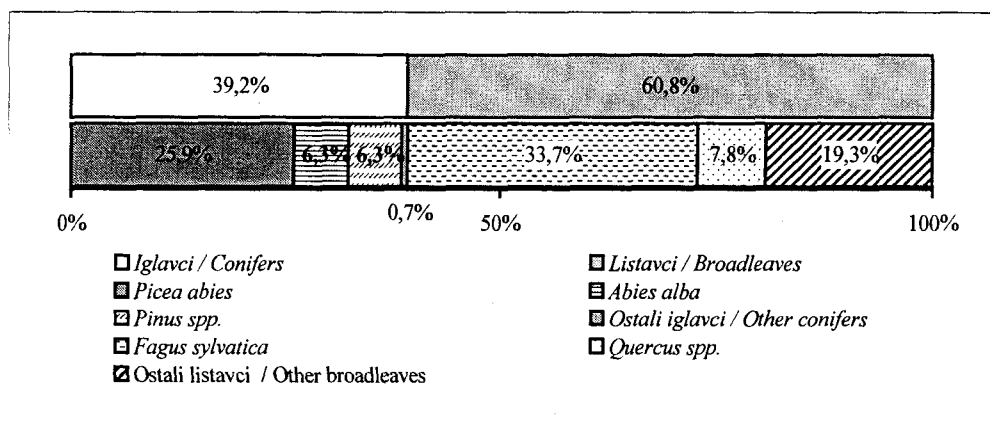
Legenda/Legend: P(91-00) – povprečna mesečna količina padavin v obdobju 1991-2000 / mean monthly precipitation in the period 1991-2000; P – povprečna mesečna količina padavin / mean monthly precipitation; T(91-00) – povprečna mesečna temperatura v obdobju 1991-2000 / mean monthly temperature in the period 1991-2000; T – povprečna mesečna temperatura / mean monthly temperature

Slika 2: Mesečna povprečja padavin in temperatur za leto 2000 ter za obdobje 1991-2000 za meteorološki postaji Maribor in Novo mesto (vir: Statistični letopis RS za leto 2001)

Figure 2: Monthly average precipitation and temperature for the year 2000 and for the period 1991-2000, for the weather stations Maribor and Novo Mesto (source: Statistical Yearbook of the Republic of Slovenia for the year 2001)

3.2 STRUKTURA VZORCA SAMPLE STRUCTURE

V letu 2000 smo na 4 x 4 km mreži popisali stanje na 712 traktih, kar ustreza gozdni površini 1.139.200 ha (712 x 1600 ha). S tem se naša ocena dobro prekriva s podatkom Zavoda za gozdove, ki v svojem poročilu za leto 2000 navaja 1.134.227 ha gozdov (ZGS 2001). Na 30 traktih ni bilo merskih dreves, na ostalih 682 traktih pa smo skupno popisali 18.808 dreves. Na 616 trajnih ploskvah z drevjem smo prvič popisali skupno 10.319 dreves. Od popisaneega drevja je 73,7 % dreves pripadalo vladajočemu in sovladajočemu, 4.953 dreves (26,3 %) pa podstojnemu sloju. Po številu dreves so prevladovali listavci (60,8 %), med drevesnimi vrstami pa bukev (33,7 %) in smreka (25,9 %) (glej tudi sliko 3).



Slika 3: Deleži drevesnih vrst v vzorcu

Figure 3: Share of tree species within the sample

Popis na 4 x 4 km mreži traktov smo nazadnje opravili leta 1995. Ker smo za popis v letu 2000 izdelali in uporabili novo metodo, se je nekoliko spremenila tudi struktura vzorca. Leta 1995 smo na enakem številu traktov (712) popisali 16.172 dreves, kar pomeni, da smo v letu 2000 popisali 2.636 dreves več kot leta 1995. Kljub temu se deleži zastopanosti posameznih drevesnih vrst v vzorcu večinoma niso spremenili oziroma so bile spremembe neznatne.

Pretežni del traktov je zajemal mlajše debeljake ($d_{\text{dom}} = 30\text{-}49,9$ cm) z malopovršinsko raznodobno zgradbo na nadmorski višini med 400 in 700 m ter na pobočjih z naklonom od 10 do 30°.

3.3 ZDRAVSTVENO STANJE GOZDOV V LETU 2000 FOREST HEALTH STATUS IN 2000

3.3.1 Mortalitet Mortality

V petih letih je iz vzorca izpadlo 615 dreves (upoštevaje samo M6 ploskve). Od tega je bilo 488 dreves posekanih, 127 pa smo jih v letu 2000 uvrstili med sušice.

Povprečna osutost posekanega drevja je bila pri popisu v letu 1995 ocenjena na 34 %, kar kaže, da je bilo posekano drevje vseh stopenj osutosti. V resnici več kot polovica posekanega drevja (56 %) v letu 1995 ni kazala znakov poškodovanosti (osutost manjša kot 26 %); močno osutega drevja (več kot 60 % osutost) je bilo celo samo 27 %. Od 127 ugotovljenih sušic v letu 2000 jih je bilo 80 močno osutih že v letu 1995; 73 % od teh je še komaj kazalo znake življenja (osutost 95 % in več). Skoraj 10 % sušic v letu 1995 ni kazalo očitnih poškodb krošnje (osutost manj kot 26 %). S posekom je bilo odstranjenih le 47 sušic.

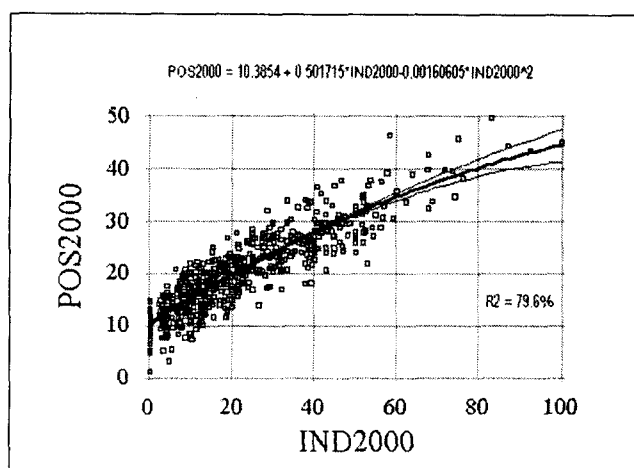
Na osnovi teh podatkov lahko sklepamo, da je v preteklih petih letih izpadlo skupaj 7,3 % drevja, popisane v letu 1995, oziroma 1,45 % letno (sušice: 0,4 % na leto).

3.3.2 Povprečna osutost in indeks poškodovanosti v Sloveniji Average defoliation and defoliation index for Slovenia

Rezultati popisa so pokazali, da je bila v letu 2000 povprečna osutost dreves 20,5 % (koeficient variacije CV = 40 %). Delež dreves, ki so kazali očitne znake poškodovanosti (osutost 26 % in več), je bil 22,2 % (CV = 79 %). To pomeni, da je poškodovano skoraj vsako četrto drevo. Ocena zajema skupno osutost brez upoštevanja vzroka in je izračunana iz povprečnih traktnih vrednosti.

Z analizo traktnega indeksa osutosti (IND) dobimo zanimive ocene površine poškodovanih gozdov v Sloveniji:

- na površini 78.600 ha gozdov (6,9 %) ni očitno poškodovanega drevja (IND = 0);
- na površini 318.976 ha gozdov (28 %) je IND manjši ali enak 10 %;
- na površini 763.264 ha gozdov (67 %) je IND manjši ali enak 25 %;
- na površini 79.744 ha gozdov (7 %) je IND večji kot 50 %.



Slika 4: Korelacijska povezava med povprečno osutostjo (POS2000) in indeksom poškodovanosti (IND2000) v letu 2000

Figure 4: Correlation between the average defoliation (POS2000) and the defoliation index (IND2000) in the year 2000

Med obema kazalcema zdravstvenega stanja obstoja tesna povezava, vendar je njuna interpretacijska vrednost različna (slika 4). Ker je frekvenčna krivulja osutosti po osutostnih stopnjah močno desno položna, same povprečne vrednosti slabo odražajo strukturno sestavo in spremembe pri srednje ter močno osutem drevju, ki ga je razmeroma malo. Nasprotno je indeks osutosti kazalec deleža poškodovanega drevja in ima zato neposreden gojitven pomen. Če je delež poškodovanega drevja previsok, je ogrožen sestojni razvojni potencial, pri čemer je posebno pomembno stanje drevja v sovladajočem in vladajočem sloju. Oba kazalca se ločita tudi glede potrebnega časa za snemanje. Ocena povprečne osutosti zahteva skrbno oceno osutosti vsakega posameznega drevesa, medtem ko oceno indeksa osutosti dobimo z enostavnim štetjem drevja z

osutostjo nad 26 % pragom. Za operativna snemanja v sklopu običajnih gozdnih inventur zaradi nezahtevnosti in manjše porabe časa priporočamo snemanje indeksa osutosti.

Preglednica 1: Povprečna osutost in indeks poškodovanosti za leto 2000 (v %)

Table 1: Average defoliation and defoliation index for 2000 (%)

Drevesna vrsta <i>Tree species</i>	Število traktov ¹ <i>Number of plots¹</i>	Število dreves <i>Number of trees</i>	Povprečna osutost ² <i>Average defoliation²</i>	Indeks osutosti ² <i>Defoliation index²</i>
Vse / All	682	18.808	20,5 ± 0,6	22,2 ± 1,3
Iglavci / Conifers	530	7.366	25,0 ± 1,2	32,3 ± 2,5
Listavci / Broadleaves	645	11.442	18,0 ± 0,7	16,7 ± 1,5
Smreka / Norway spruce	430	4.878	21,3 ± 1,2	25,4 ± 2,8
Jelka / Silver fir	167	1.182	31,7 ± 2,6	48,7 ± 5,4
Bori / Pines	154	1.123	32,6 ± 3,1	43,7 ± 5,8
Ostali iglavci / Other conifers	44	130	17,5 ± 4,1	19,6 ± 8,7
Bukev / Beech	532	6.332	15,2 ± 0,7	10,8 ± 1,5
Hrasti / Oaks	262	1.451	26,9 ± 1,7	37,7 ± 4,5
Ostali listavci / Other broadleaves	510	3.638	18,7 ± 1,1	17,0 ± 2,2

¹ število traktov z merskim drevjem ($d_{1,3} > 10$ cm) / number of plots with trees with a DBH > 10 cm

² aritmetična sredina ± meje zaupanja ($p = 0,05$) / mean ± confidence limits ($p = 0,05$)

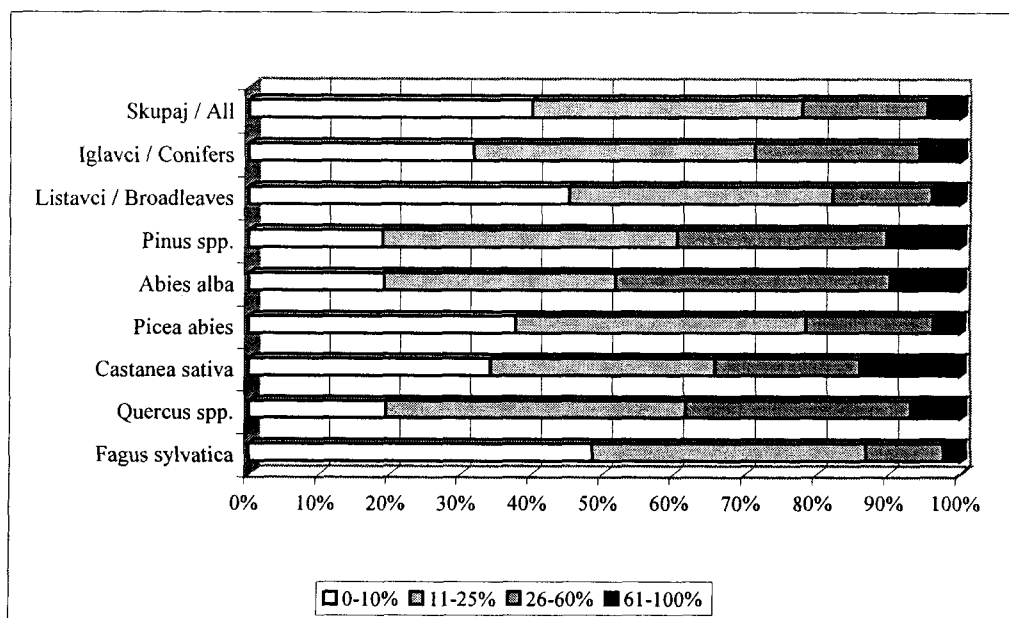
Primerjava zdravstvenega stanja posameznih drevesnih vrst pokaže, da je povprečna osutost iglavcev za 8 % višja od povprečne osutosti listavcev. Še večje razlike so v deležu očitno osutih dreves, kjer je poškodovanih kar 32,6 % iglavcev, listavcev pa »le« 16,7 % dreves, torej skoraj polovica manj. Med iglavci so najbolj poškodovane vrste jelka (poškodovanih je 48,7 % dreves) in bori (rdeči in črni bor skupaj), med katerimi je poškodovanih 44 % dreves. Med listavci tako visokih vrednosti sicer ne zasledimo, vendar so se najbolj poškodovane vrste (hrasti z 38 % in kostanj s 35 % poškodovanih dreves) tem vrednostim že precej približale. Nekoliko boljše je stanje smreke in bukke – drevesnih vrst, ki jih v slovenskih gozdovih in v vzorcu zasledimo najpogosteje. Bukkev z 10,8 % in smreka s 25 % poškodovanih dreves sta pod povprečjem, ki velja za listavce oziroma iglavce. Podrobneje so vrednosti prikazane v preglednici 1.

Za podrobnejšo analizo poškodovanosti povprečne vrednosti ne zadostujejo. Potrebno je poznavanje porazdelitve drevja glede na stopnje osutosti (slika 5). Za prikaz uporabljamo stopnje osutosti, kot jih priporoča zakonodaja EU (1987/1696/EEC) in priročnik *ICP-Forests (Manual on methods and criteria... 1998)*:

- 0 – 10 % osutost ni osuto (normalno stanje)
- 11 – 25 % osutost rahlo osuto (opozorilna stopnja)

- 26 – 60 % osutost zmerno osuto (srednje poškodbe)
- 61 – 100 % osutost močno osuto in sušice (močne poškodbe in sušice)

Porazdelitev dreves po stopnjah osutosti potrjuje rezultate, dobljene z analizo povprečne osutosti in deleža poškodovanih dreves. Stanje listavcev je boljše kot stanje iglavcev. Največje razlike so v deležu neosutih in zmerno osutih dreves. Tako je pri iglavcih 14 % manj neosutih dreves, hkrati pa kar 10 % več zmerno osutih dreves. Med posameznimi drevesnimi vrstami gre omeniti predvsem velik delež zmerno in močno osutih jelk (48,2 %), borov (39,5 %) in hrastov (38,3 %). Hkrati imajo te drevesne vrste najnižje deleže neosutih dreves. Največji delež neosutih dreves ima bukev (48,5 %), ki je tudi sicer drevesna vrsta z najmanj znaki poškodovanosti.



Slika 5: Porazdelitev dreves po stopnjah osutosti v letu 2000

Figure 5: Distribution of trees by defoliation classes in 2000

3.3.3 Povprečna osutost in indeks poškodovanosti po območnih enotah

Average defoliation and defoliation index for regional units

Za prostorsko predstavitev stanja gozdov v Sloveniji (slika 7) smo uporabili razdelitev na območne enote Zavoda za gozdove Slovenije. Povprečna osutost je bila med 15,9 % (OE Nazarje) in 24,9 % (OE Ljubljana). Nekoliko višje vrednosti povprečne osutosti smo zabeležili še v območnih enotah Kočevje (24,6 %) in Sežana (23,5 %). Za nazarskim območjem smo najnižje povprečne osutosti zabeležili v tolminskem (17,0 %), novomeškem (17,4 %), blejskem in postojnskem (v obeh 17,6 %) območju. Zelo podobno je stanje, če primerjamo deleže poškodovanih dreves. Tako je v Območni enoti Kočevje v povprečju poškodovanih več kot tretjina dreves na traktu (35,7 %), v nazarskem območju pa le slaba desetina (8,6 %). Velik delež poškodovanih dreves najdemo še na kranjskem območju (30,4 %).

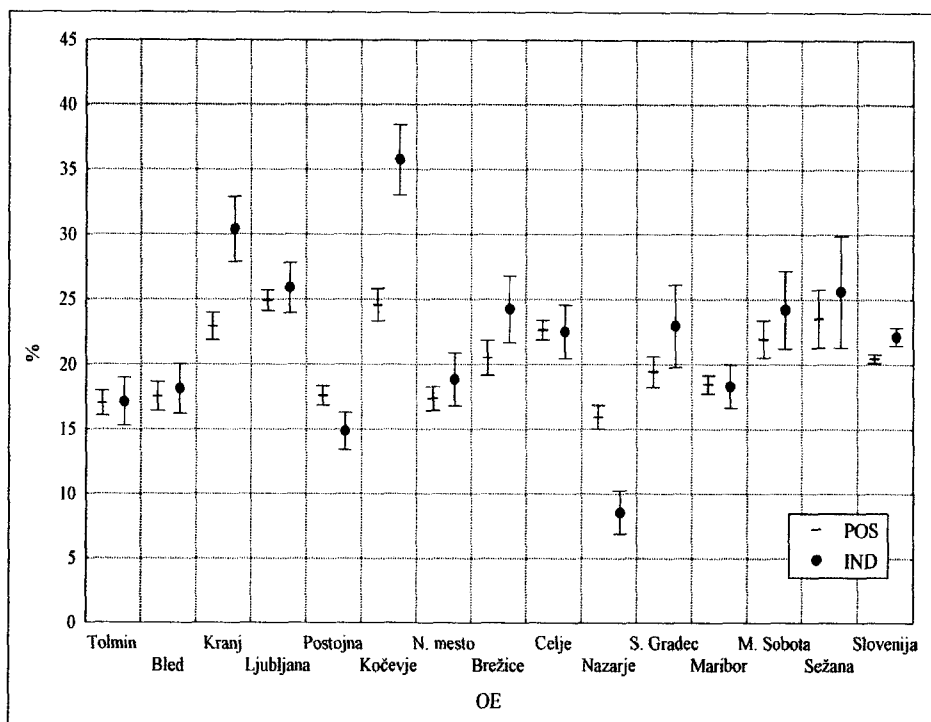
Razlike med območji so visoko značilne (POS: $F = 8,76$; IND: $F = 8,00$). Na osnovi podatkov smo s statistično analizo (Bonferroni test srednjih vrednosti in Kruskal-Wallis test) oblikovali pet homogenih skupin (območne enote), znotraj katerih ni značilnih razlik v povprečni osutosti (preglednica 2). Zelo podobne rezultate smo dobili z analizo indeksa poškodovanosti.

Preglednica 2: Homogene skupine po območnih enotah glede na povprečno osutost v letu 2000 (Bonferroni test)

Table 2: Homogeneous groups of regional units according to the average defoliation in 2000 (Bonferroni test)

Območna enota Regional unit	POS00	Skupina / Group				
		1	2	3	4	5
Nazarje	15,96	X				
Tolmin	17,04	X				
Novo mesto	17,39	X	X			
Bled	17,57	X	X	X	X	
Postojna	17,63	X	X	X		
Maribor	18,49	X	X	X	X	
Slovenj Gradec	19,47	X	X	X	X	X
Brežice	20,53	X	X	X	X	X
Murska Sobota	21,98	X	X	X	X	X
Celje	22,64		X	X	X	X
Kranj	22,94			X	X	X
Sežana	23,52				X	X
Kočevje	24,56					X
Ljubljana	24,90					X

V vseh območjih imajo iglavci večjo povprečno osutost in večji delež poškodovanih dreves kot listavci. Največja povprečna osutost iglavcev je bila ocenjena v OE Murska Sobota (34,9 %), najmanjša pa na nazarskem območju (18,3 %), kjer je tudi delež poškodovanih iglavcev najmanjši (11,4 %). Pri listavcih je bilo najslabše stanje ugotovljeno na Kočevskem, kjer je povprečna osutost listavcev 23,0 %, poškodovanih pa je slaba tretjina (32,0 %) dreves. Tako kot pri iglavcih sta tudi pri listavcih povprečna osutost (10,8 %) in delež poškodovanih dreves (1,9 %) najmanjši na nazarskem območju.

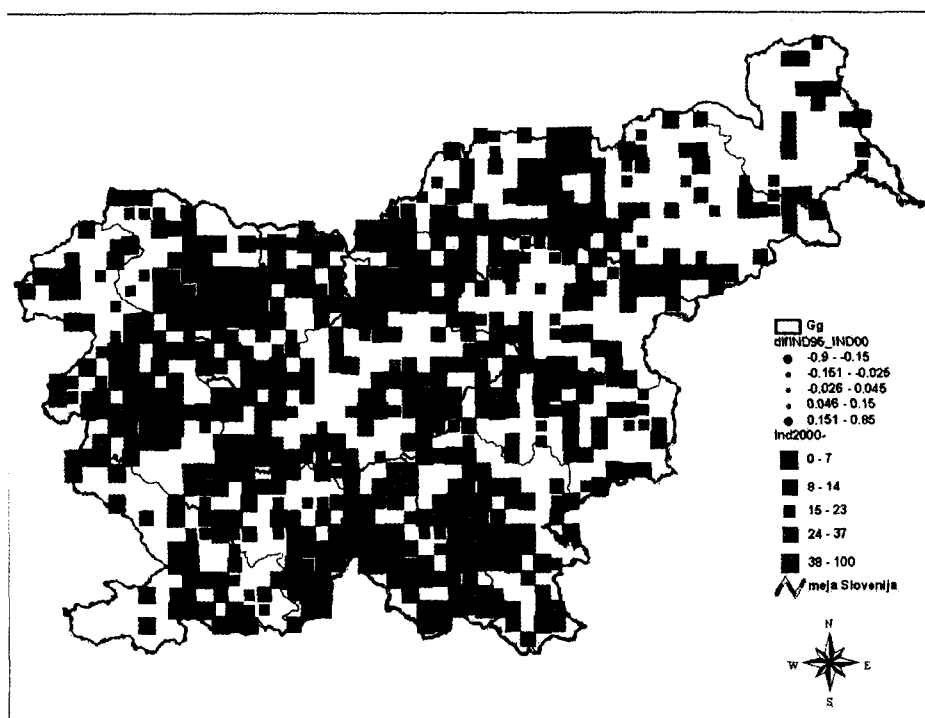


Slika 6: Povprečna osutost (POS) in delež poškodovanih dreves (IND) v letu 2000 po območnih enotah (prikazani sta povprečna vrednost in standardna napaka)

Figure 6: Average defoliation (POS) and share of damaged trees (IND) in 2000 with regard to the Slovenian forest regions (mean value and standard error)

Slika 7 prikazuje stanje leta 2000 (veliki kvadrati) in trende razvoja za zadnjih pet let (krogi znotraj kvadratov). Prostorska analiza sprememb zdravstvenega stanja dreves kaže na razmeroma slabo zdravstveno stanje gozdnih sestojev vzdolž križa z osnovnico Primorska – Prekmurje in izhodiščem v širši ljubljanski kotlini, ki razmeroma dobro

ovpada s cestnim križem in smermi največjih prometnih obremenitev. Izstopa tudi slabo stanje kočevskih gozdov, kjer so najverjetneje prisotni vplivi daljinskega transporta onesnaženega zraka. Slika zdravstvenega stanja je tu zelo nejasna, saj se stanje ponekod slabša, drugod pa izboljšuje. Gozdovi v loku od Tolminske do Pohorja so nadpovprečno zdravi, rdeče pike (trend) na modrem polju (stanje 2000) pa kažejo na zaskrbljujoče negativne težnje v zadnjem obdobju.



Slika 7: Prostorski prikaz deleža očitno poškodovanega drevja v letu 2000 (IND2000 v %; modro: podpovprečna poškodovanost, rdeče: nadpovprečna poškodovanost) in trend (modro: izboljšanje, rdeče: poslabšanje) za obdobje 1995-2000 (difIND95_IND00); prikazane so meje območnih entot (Gg); podatki so razvrščeni po kvantilnih razredih

Figure 7: Spatial distribution of damaged trees in 2000 (IND2000 in %; blue square: beneath average, red square: above average) and changes in the period 1995-2000 (difIND95_IND00 – blue dot: improvement; red dot: deterioration). The lines present the borders between the regional units (Gg); the data is classified by quantile ranges.

3.3.4 Poškodovanost drevja po rastiščnih in sestojnih dejavnikih

Health status of trees according to site and stand specific condition

S statističnimi analizami smo skušali ugotoviti možne povezave med rastiščnimi in sestojnimi dejavniki ter stopnjo osutosti. Med rastiščnimi dejavniki smo upoštevali nadmorsko višino, tipično kamnino na rastišču, ekspozicijo, nagib in relief; med sestojnimi dejavniki pa razvojno fazo, zgradbo, starost in sklep sestoja.

Za analizo smo uporabili multiplo regresijo in variančno analizo, kjer je osutost nastopala kot odvisna spremenljivka, rastiščni in sestojni dejavniki pa kot neodvisne variable. Izmed vseh analiziranih dejavnikov sta imela sklep sestoja in nadmorska višina trakta najmočnejši vpliv na osutost. S pomočjo analize variance smo ugotovili, da obstajajo značilne razlike ($F = 3,57$) med sestoji z vrzelastim in pretrganim sklepom, kjer je povprečna osutost značilno višja kot v sestojih s tesnim sklepom. Prav tako smo z analizo variance ugotovili, da tudi nadmorska višina trakta vpliva na osutost ($F = 3,12$), saj je povprečna osutost traktov z nadmorsko višino nad 800 m nižja kot traktov, ki ležijo na nadmorski višini do 400 m.

S starostjo sestojev narašča tudi povprečna osutost. Razlika je zaradi visoke variance sicer na meji statistične značilnosti ($p = 0,06$), vendar se ugotovitev dobro ujema z našimi starejšimi raziskavami na sestojni ravni (HOČEVAR 1990).

Analiza osutosti posameznih dreves je pokazala, da izmed rastiščnih in sestojnih dejavnikov nanjo najmočnejše vpliva socialni položaj drevesa. Pri iglavcih, listavcih in v skupnem vzorcu je osutost podstojnega drevja (POS = 26,2 %) značilno višja kot sovladajočega (POS = 18,3 %) in vladajočega drevja (POS = 18,0 %). Velike in značilne razlike obstajajo tudi v deležu očitno poškodovanega drevja (IND). Očitno poškodovanega je namreč kar 30 % podstojnega drevja in le 19,8 % oziroma 19,2 % vladajočega ter sovladajočega drevja. Vendar je ta razlika v veliki meri posledica notranje sestojne konkurence. Ugotovitev je pomembna za primerjavo slovenskih ocen s tujimi, ki pogosto ne zajemajo podstojnega drevja.

3.3.5 Ostale poškodbe drevja

Other tree damages

Z izjemo neugodnih vremenskih razmer (glej poglavje 3.1) popisovalci v letu 2000 niso zabeležili drugih posebnosti (npr. povečano semenenje določene drevesne vrste, gradacija določene vrste žuželk), ki bi lahko bistveno vplivale na oceno zdravstvenega stanja drevja.

Porumenelost

Discolouration

V okviru popisa poškodovanosti gozdov poleg osutosti kot kazalnik vitalnosti drevja ocenjujemo tudi stopnjo porumenelosti (*ang. discolouration*). Za razliko od nekaterih evropskih držav, kjer na osnovi osutosti in porumenelosti tvorijo kombinirane razrede poškodovanosti (*Manual on methods...* 1998), pri nas porumenelost obravnavamo ločeno.

Porumenelost izraža spremembo količine barvil v asimilacijskih organih in je kazalec fizioloških motenj gozdnega drevja (KOVAČ *et al.* 2000). Na osnovi ocene deleža porumenelih listov (iglic) uvrstimo drevo v enega izmed štirih razredov:

1. manj kot 10 %: ni porumenelosti,
2. 10 – 25 %: šibka porumenelost,
3. 26 – 60 %: srednja porumenelost,
4. več kot 60 %: močna porumenelost.

V letu 2000 smo porumenelost opazili le na 5,5 % popisanih dreves. V večini primerov je bilo drevje šibko porumenelo (preglednica 3). Med posameznimi drevesnimi vrstami ni bilo večjih razlik. Nekoliko je izstopala le jelka, kjer smo porumenelost opazili na petini popisanih dreves (20,7 %). Delež porumenelih jelk je bil velik predvsem na območju Slovenj Gradca in Postojne (44,1 % oziroma 47,4 %).

Preglednica 3: Frekvenčne porazdelitve dreves po stopnjah porumenelosti v letu 2000
 Table 3: Frequency distribution of trees into discolouration classes in 2000

Drevesna vrsta <i>Tree species</i>	Stopnja porumenelosti / <i>Discolouration class</i>			
	1	2	3	4
Vse / <i>All</i>	94,5 %	4,8 %	0,6 %	0,1 %
Iglavci / <i>Conifers</i>	94,2 %	4,8 %	0,8 %	0,2 %
Listavci / <i>Broadleaves</i>	94,7 %	4,7 %	0,5 %	0,1 %
Smreka / <i>Norway spruce</i>	98,4 %	1,3 %	0,2 %	0,1 %
Jelka / <i>Silver fir</i>	79,4 %	17,3 %	3,0 %	0,4 %
Bori / <i>Pines</i>	90,6 %	8,1 %	1,2 %	0,2 %
Bukev / <i>Beech</i>	97,0 %	2,8 %	0,2 %	0,0 %
Hrasti / <i>Oaks</i>	91,8 %	6,3 %	1,9 %	0,1 %

Analiza osutosti krošenj po stopnjah porumenelosti kaže močno povezavo med obema spremenljivkama ($F = 125$). S stopnjevanjem porumenelosti močno narašča tudi osutost. Tako se osutost drevja z 10 – 25 % porumenelostjo rahlo poviša z 20,5 % na 24,4 %; za drevje s porumenelostjo 26 – 60 % pa naraste na 29,4 %, oziroma na 31,8 % za močno porumenele krošnje (med slednjima ni značilnih razlik).

Poškodbe drevja zaradi znanih vzrokov

Damages due to known causes

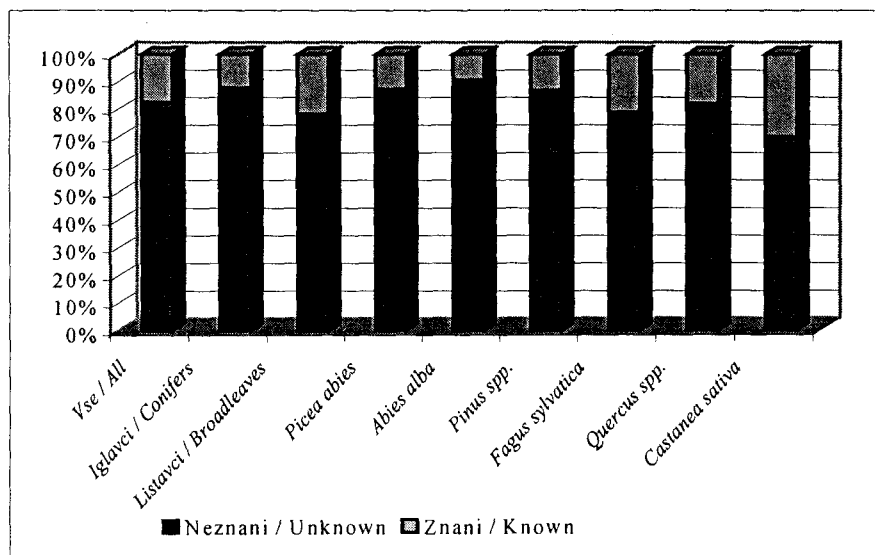
Za vsako drevo smo ocenili tudi delež osutosti, ki smo jo lahko nedvoumno pripisali znanim povzročiteljem. V popisu smo ločili tri vrste poškodb:

- poškodbe iglic/listov,
- poškodbe vej,
- ostale poškodbe krošnje.

Poškodbe drevja zaradi znanih vzrokov smo popisali na 23,9 % dreves. Prevladovale so poškodbe iglic/listja. Poglavitni vzrok so bili primarni škodljivci (npr. žuželke). Poškodbe vej in ostale poškodbe krošnje smo popisali na 7,3 % dreves. Med poškodbami vej so prevladovale bolezni (kostanjev rak), med ostalimi poškodbami krošnje pa poškodbe zaradi abiotičnih dejavnikov (veter, žled, sneg in strele).

Na osnovi rezultatov popisa smo ugotovili, da od 20,5 % povprečne osutosti okoli 3,3 % povzročijo znani povzročitelji, za ostale pa je vzrok neznan. Delež poškodb znanih povzročiteljev je nekoliko večji pri listavcih. Med drevesnimi vrstami izstopa kostanj, za katerega lahko 30 % osutosti pripišemo znanim povzročiteljem (kostanjev rak). Pri ostalih drevesnih vrstah ni večjih posebnosti.

Med območnimi enotami je bil delež poškodb zaradi znanih povzročiteljev največji v OE Novo mesto (32 %). Predvsem so bile poškodbe listja zaradi primarnih škodljivcev.



Slika 8: Delež poškodb znanih in neznanih povzročiteljev
Figure 8: Share of damage due to known and unknown causes

3.4 SPREMEMBE V OBDOBJU 1995 – 2000 CHANGES IN THE PERIOD 1995 - 2000

Pri analizi sprememb med letoma 1995 in 2000 smo kot izboljšanje oziroma poslabšanje označili le tiste spremembe, ki so bile statistično značilne ($p < 0,05$).

3.4.1 Spremembe povprečne osutosti in indeksa poškodovanosti za Slovenijo Changes of the average defoliation and defoliation index for Slovenia

Primerjava povprečnih traktnih vrednosti za osutost in delež poškodovanih dreves iz popisov leta 1995 ter 2000 kaže, da se vrednosti srednje osutosti niso bistveno spremenile, delež poškodovanega drevja pa se je značilno zmanjšal (preglednica 4). Statistična analiza je pokazala, da so spremembe indeksa osutosti značilne ($p < 0,05$). To

je predvsem posledica izboljšanja stanja iglavcev, medtem ko spremembe pri listavcih niso statistično značilne.

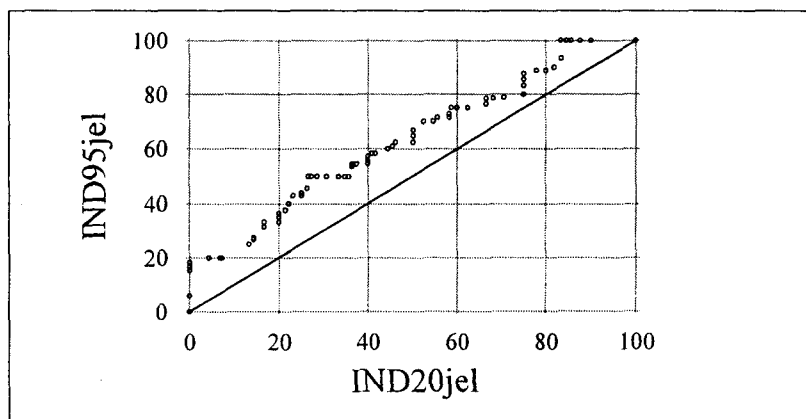
Preglednica 4: Primerjava povprečne osutosti in indeksa poškodovanosti za leti 1995 ter 2000 (v %)

Table 4: Comparison of the average defoliation and defoliation index in 1995 and 2000 (in %)

Drevesna vrsta <i>Tree species</i>	Povprečna osutost* / Average defoliation*		Indeks poškodovanosti* / Defoliation index*	
	1995	2000	1995	2000
Vse / All	21,3 ± 0,7	20,5 ± 0,7	24,6 ± 1,4	22,2 ± 1,4
Iglavci / Conifers	26,8 ± 1,2	25,0 ± 1,2	37,6 ± 2,6	32,3 ± 2,5
Listavci / Broadleaves	18,3 ± 0,8	18,0 ± 0,7	17,6 ± 1,5	16,7 ± 1,5
Smreka / Norway spruce	22,5 ± 1,0	21,3 ± 1,2	30,4 ± 2,9	25,4 ± 2,8
Jelka / Silver fir	36,9 ± 2,5	31,7 ± 2,6	63,0 ± 5,5	48,7 ± 5,4
Bori / Pines	26,5 ± 2,7	32,6 ± 3,1	42,7 ± 6,8	43,7 ± 5,8
Bukev / Beech	15,8 ± 0,9	15,2 ± 0,7	11,5 ± 1,5	10,8 ± 1,5
Hrasti / Oaks	28,1 ± 1,9	26,9 ± 1,7	40,3 ± 4,8	37,7 ± 4,5

* aritmetična sredina ± meje zaupanja (p = 0,05) / mean ± confidence limits (p = 0,05)

Med drevesnimi vrstami smo lahko dokazali spremembe le pri smreki in jelki. Za smreko smo ugotovili izboljšanje stanja, saj sta tako povprečna osutost kot tudi delež poškodovanih dreves manjša kot leta 1995. Enako smo ugotovili tudi za jelko, za katero je še posebej značilno (p=0,001) zmanjšanje deleža poškodovanih dreves (glej preglednico 4 in sliko 9). Tako se nadaljuje trend izboljšanja stanja te drevesne vrste, ki je opazen že od leta 1989. Spremembe kazalnikov poškodovanosti pri ostalih drevesnih vrstah niso statistično značilne.



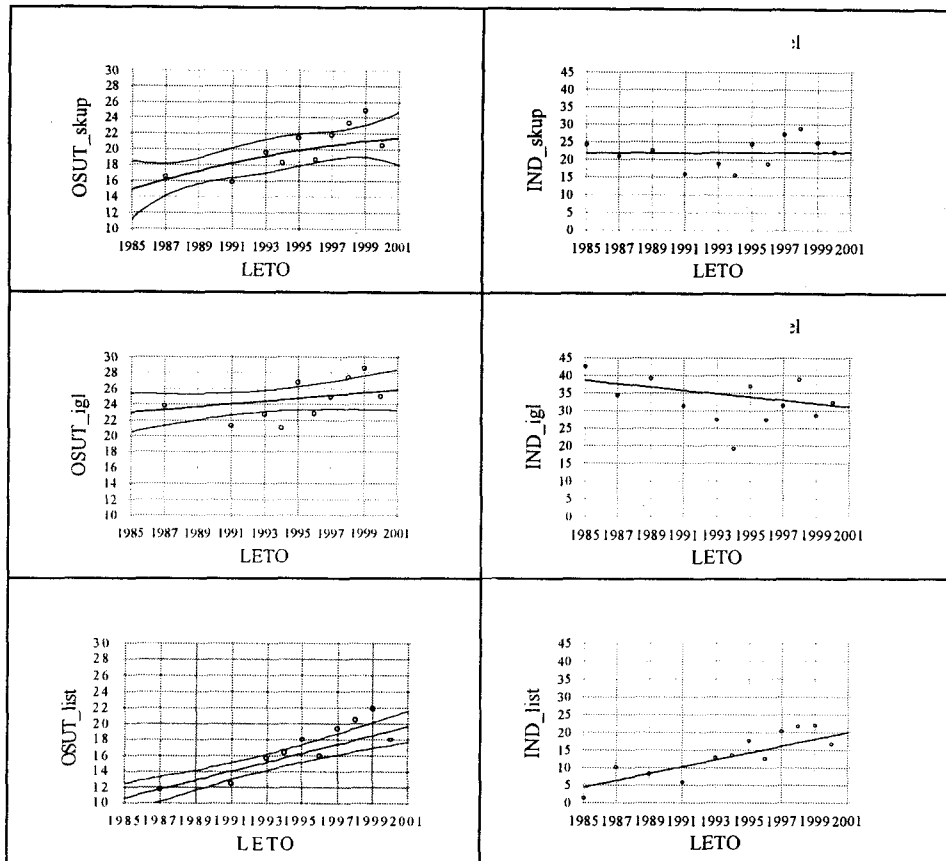
Slika 9: Primerjava parnih traktnih vrednosti indeksa poškodovanosti jelke za leti 1995 in 2000

Figure 9: Paired comparison of tract values of the defoliation index for Silver fir for the years 1995 and 2000

Da bi dobili zanesljivejšo oceno trendov razvoja zdravstvenega stanja, smo opravili tudi statistično analizo za celotno obdobje dosedajšnjih snemanj (od leta 1985 do 2000). Uporabili smo polinomsko regresijo, velikost vzorcev (število traktov) pa je služila kot utež. Ponderiranje je bilo potrebno, ker je število upoštevanih traktnih vrednosti v posameznih obdobjih zelo različno; nihalo je od 35 do 1.035 traktov.

Na osnovi analize smo ugotovili:

- povprečna osutost dreves se je v 15-letnem obdobju značilno povečala ($p = 0,017$). Enak trend smo ugotovili tudi pri listavcih ($p = 0,000$), medtem ko spremembe osutosti iglavcev niso značilne ($p = 0,154$), čeprav se kaže določen trend naraščanja;
- delež poškodovanih dreves se ni spremenil ($p = 0,350$) oziroma je skoraj konstanten. Tako kot pri povprečni osutosti se je značilno ($p = 0,006$) povečal delež poškodovanih listavcev (leta 1985 je bil delež poškodovanih 1,3 %, leta 2000 pa 16,7 %). Delež poškodovanih iglavcev sicer kaže na izboljšanje stanja (leta 1985: 42,6 %; leta 2000: 32,3 %), vendar spremembe še niso statistično značilne ($p = 0,054$).



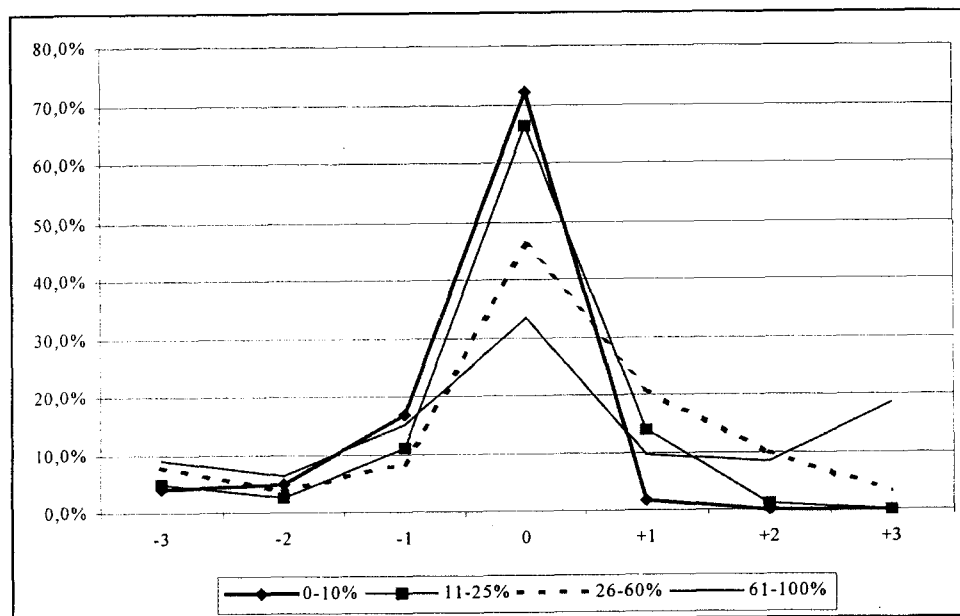
Legenda / Legend: OSUT_skup – osutost za vse drevesne vrste / defoliation for all tree species; OSUT_igl – osutost iglavcev / defoliation for conifers; OSUT_list – osutost listavcev / defoliation for broadleaves; IND_skup – indeks osutosti za vse drevesne vrste / defoliation index for all tree species; IND_igl – indeks osutosti za iglavce / defoliation index for conifers; IND_list – indeks osutosti za listavce / defoliation index for broadleaves

Slika 10: Povprečna osutos in indeks poškodovanosti za obdobje 1985 – 2000 (skupni, iglavci, listavci)

Figure 10: Average defoliation and share of damaged trees in the period 1985 – 2000 (total, conifers, broadleaves)

3.4.2 Spremembe osutosti posameznega drevja Changes in the defoliation of single trees

Glede na spremembo metodologije je poleg povprečnih vrednosti, ki veljajo za trakt, smiselno primerjati tudi spremembe osutosti posameznih dreves, ki so bila popisana v obeh popisih. V analizo smo zajeli 6.644 dreves in ugotovili, da se je njihova srednja osutost od leta 1995 do 2002 značilno povečala za 2,12 % (*sign test*, $\alpha = 0,05$), kar je v nasprotju z ugotovitvijo po traktih. To povečanje je izključno posledica sprememb osutosti podstojnega drevja (socialni položaj 3); če tega v analizi ne upoštevamo, se je osutost celo značilno zmanjšala za 1,03 % ($\alpha = 0,05$).



Legenda / Legend: -3 - močno poslabšanje / significant worsening, -2 - poslabšanje / worsening; -1 - rahlo poslabšanje / slight worsening; 0 - brez sprememb / no changes; +1 rahlo izboljšanje / slight improvement; +2 - izboljšanje / improvement; +3 - močno izboljšanje / significant improvement

Slika 11: Sprememba osutosti posameznih dreves po razredih osutosti v obdobju 1995 - 2000

Figure 11: Change in defoliation for single trees in the period 1995 - 2000

Večini dreves se je osutost le malenkostno spremenila; za 63,5 % drevja sprememba ni bila večja od ± 5 % (slika 11). Večje spremembe osutosti so opazne le v posameznih

primerih, saj je le 4,3 % dreves, katerim se je osutost povečala za več kot 30 %. Delež takšnih dreves je precej večji v skupini podstojnih dreves (9,7 %), kar je najverjetneje predvsem posledica sestojnih razmer.

Iz slike 11 je mogoče razbrati, kolikšnemu deležu drevja v posameznem razredu poškodovanosti (R1 = 0-10 %, R2 = 11-25 %, R3 = 26-60 %, R4 = 61-100 %) se je stanje izboljšalo ali poslabšalo; razviden je tudi odstotek sprememb.

Če primerjamo osutost posameznih dreves med letoma 1995 in 2000, ugotovimo, da se je le-ta povečala pri drevesih, ki so bila v letu 1995 ocenjena kot nepoškodovana (osutost je bila nižja od 26 %); nasprotno se je pri drevesih, ki so bila v letu 1995 uvrščena med poškodovana, osutost zmanjšala.

Zanimiva je ugotovitev, da je v istem razredu (± 5 % razlika) ostalo okoli 30 % dreves, ki so bila v prejšnjem popisu ocenjena kot močno osuta (več kot 60 % osutost). Stanje se je izboljšalo pri 35 % dreves (pri hrastu celo 43 %), pri polovici celo za več kot 25 %. Stanje se je poslabšalo pri 35 % dreves; 4,6 % se jih je v petih letih posušilo.

Različni rezultati analize po traktih in analize posameznih dreves so nas spodbudili k podrobnejši obdelavi problema. Kot že prikazano kažejo traktne vrednosti bistveno izboljšanje slike jelovih ploskev (upoštevali smo le trakte s prisotnostjo jelke). Analiza posameznega drevja pa daje zelo različne rezultate, odvisno od tega, katero drevje upoštevamo (preglednica 5).

Rezultati analiz v stolpcih 3 in 4 veljajo za drevesa, ki so bila prisotna v obeh popisih (manjkajo posekana in posušena drevesa). Če pri jelki upoštevamo samo stanje teh dreves (N = 448), ugotovimo, da se je le-to značilno poslabšalo (*sign test*). V stolpcu 5 je predstavljena srednja osutost vseh dreves, prisotnih v letu 1995 – tudi tistih, ki so kasneje zpadla. Višja srednja vrednost osutosti kaže na to, da je izpadlo predvsem močnejše osuto drevje. V stolpcu 6 je predstavljena povprečna osutost vseh popisanih dreves v letu 2000. Vrednost je bistveno manjša kot v stolpcu 4. Razlika med obema obdobjema (stolpca 5 in 6) je značilna. Analogna razlaga velja tudi za smreko in bukev. Ugotovimo lahko, da se je stanje smrekovih in jelovih sestojev izboljšalo; vendar vzrok ni v revitalizaciji drevja,

temveč v odstranjevanju sušic in močno poškodovanih dreves med rednimi in sanitarnimi sečnjami. Osutost bukovih sestojev je nekoliko višja, vendar razlika ni značilna.

Preglednica 5: Primerjava srednje osutosti posameznih dreves v letih 1995 in 2000
Table 5: Comparison of average defoliation in the years 1995 and 2000

Drevesna vrsta <i>Tree species</i>	Znak <i>Parameter</i>	Samo drevesa v obeh popisih <i>Trees present in both surveys</i>		Vsa drevesa / <i>All trees</i>	
		1995	2000	1995	2000
Jelka <i>Silver fir</i>	N	448	448	499	1.186
	POS	33,3 %	34,2 %	35,74 %	31,02 %
	SE	0,99	1,07	1,05	0,65
Smreka <i>Norway spruce</i>	N	1.968	1.968	2.138	4.882
	POS	21,27 %	23,20 %	22,24 %	19,87 %
	SE	0,337	0,441	0,370	0,253
Bukev <i>Beech</i>	N	2.686	2.686	2.856	6.346
	POS	15,38 %	17,42 %	16,44 %	16,67 %
	SE	0,267	0,316	0,304	0,197

Legenda / Legend: N – število dreves / number of trees; POS – povprečna osutost / average defoliation; SE – standardna napaka / standard error

Preglednica 6: Primerjava rezultatov ocen osutosti na ploskvah M6 in stalnih vzorčnih ploskvah (KPP) v letu 2000

Table 6: Comparison of the results calculated from the M6 plots and permanent sample plots (KPP) in the year 2000

	KPP	M6
POS	19,24	21,84
IND	19,81	22,34

Razlike, na katere opozarjamo, se značilno pokažejo, če za leto 2000 ločeno izračunamo kazalce osutosti za stalne vzorčne ploskve (KPP) in M6 ploskve (preglednica 6). V analizo smo vključili le trakte z merskim drevjem in tiste, na katerih smo popisovali obe vrsti ploskev. Ocena srednje osutosti, izračunana na podlagi podatkov za posamezna drevesa, je na novih stalnih ploskvah značilno nižja kot na M6 ploskvah. Enaka tendenca je opazna tudi pri indeksu osutosti, vendar razlika ni značilna.

3.4.3 Spremembe povprečne osutosti in indeksa poškodovanosti po območnih enotah

Changes in the average defoliation and defoliation index for regional units

Če primerjamo traktne vrednosti povprečne osutosti in delež poškodovanih dreves za leti 1995 in 2000, ugotovimo, da so spremembe po območjih značilno različne ($F = 4,68$ oziroma $F = 4,66$). Glede na oba kazalnika je stanje boljše v območnih enotah Nazarje, Slovenj Gradec in Sežana, glede na delež poškodovanih dreves pa tudi v OE Kranj in Maribor. V nobenem območju ni prišlo do značilnega poslabšanja stanja. Tako kot za stanje v letu 2000 lahko tudi glede na spremembe stanja v primerjavi z letom 1995 območne enote razvrstimo v homogene skupine, znotraj katerih ni značilnih razlik (Bonferroni test, preglednica 7).

Preglednica 7: Homogene skupine območnih enot glede na spremembe povprečne osutosti (dPOS) v obdobju 1995 – 2000 (Bonferroni test)

Table 7: Homogeneous groups of regional units according to the differences in average defoliation (dPOS) for the period 1995 – 2000 (Bonferroni test)

Območna enota <i>Regional units</i>	DPOS (%)	Skupina / Group		
		1	2	3
Nazarje	-7,81	X		
Slovenj Gradec	-3,96	X	X	
Sežana	-1,41	X	X	X
Postojna	-2,85	X	X	X
Kranj	-2,72	X	X	X
Kočevje	-2,11	X	X	X
Maribor	-1,92	X	X	X
Novo mesto	-0,34		X	X
Celje	0,35		X	X
Tolmin	0,62		X	X
Ljubljana	1,27		X	X
Murska Sobota	1,84		X	X
Bled	2,52		X	X
Brežice	3,14			X

Če analiziramo ločeno samo iglavce, ugotovimo, da se je stanje izboljšalo v območnih enotah Nazarje, Kranj in Slovenj Gradec. Pri listavcih poslabšanja nismo zabeležili, do izboljšanja stanja pa je prišlo v OE Sežana (oba kazalnika) in Maribor (manjši delež poškodovanih dreves).

Če v analizo vključimo le drevesa, ki so bila v vzorcu leta 1995 in 2000 ($N = 7.822$), ugotovimo, da se je stanje poslabšalo (višja povprečna osutost in delež poškodovanih

dreves) v območnih enotah Tolmin, Bled, Ljubljana, Novo mesto, Celje, Slovenj Gradec in Murska Sobota. V območnih enotah Kranj in Brežice je višja samo povprečna osutost. Do izboljšanja stanja je prišlo le v območni enoti Nazarje.

Primerjava vrednosti obeh kazalnikov pokaže, da se je povprečna osutost najbolj povečala (za 26 %) v OE Brežice, Novo mesto in Bled. Delež poškodovanih dreves se je najbolj povečal (za 45 %) v murskosoboškem in blejskem območju. Na nazarskem območju se je povprečna osutost zmanjšala za 26 %, delež poškodovanih dreves pa za 56 %.

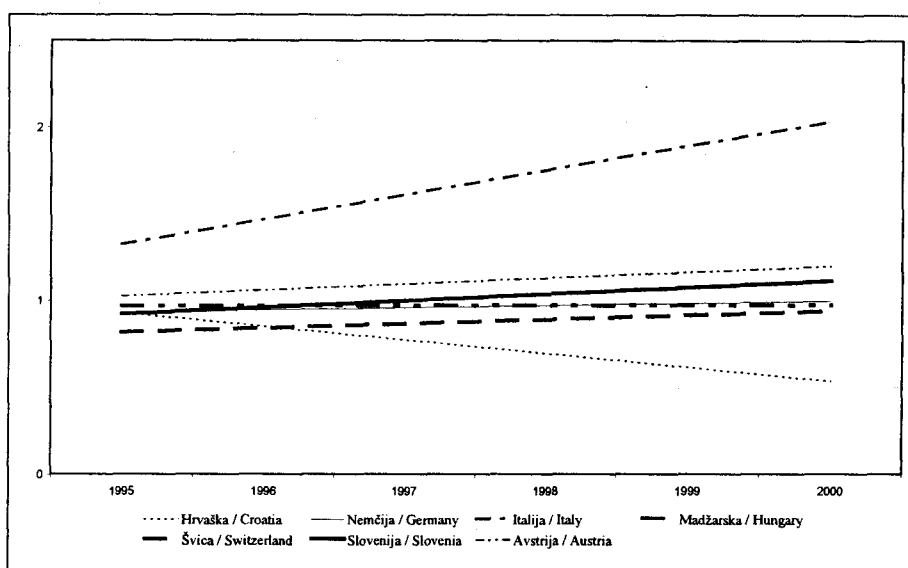
3.5 PRIMERJAVA Z DRUGIMI EVROPSKIMI DRŽAVAMI COMPARISON WITH OTHER EUROPEAN COUNTRIES

Popis zdravstvenega stanja slovenskih gozdov je bil v letu 2000 izveden na 4 x 4 km sistematični vzorčni mreži s skupno 712 trakti in 18.808 drevesi. Ker vsak trakt predstavlja 1.600 ha gozdne površine, znaša ocena skupne površine slovenskih gozdov 1.139.200 ha, kar se dobro sklada z oceno Zavoda za gozdove; le-ta v svojem poročilu za leto 2000 navaja 1.134.227 ha gozdov (ZGS 2001). Iz tega lahko sklepamo, da vzorčna mreža popisa dobro reprezentira gozdno površino Slovenije. Analiza vzorčnih napak kaže, da gostota vzorčne mreže zadostuje za izdelavo zanesljive ocene povprečne osutosti na državni ravni s točnostjo $\pm 2,9\%$, oziroma $\pm 5,8\%$ za oceno indeksa poškodovanosti.

Slovenski popis zdravstvenega stanja gozdov se s podatki na 16 x 16 km mreži vključuje v vseevropsko mrežo, ki je v letu 2000 s 6.400 popisnimi ploskvami in 135.000 drevesi zajela vso zahodno, centralno in vzhodno Evropo (preko 30 držav); izjema so bile nekatere države bivše Jugoslavije (ZRJ, Bosna in Hercegovina, Makedonija). Snemanja potekajo v okviru programa *ICP-Forests* (mednarodni program sodelovanja za oceno in sledenje učinkov onesnaženega zraka na gozdove), ki se izvaja že od leta 1986. Ker so vsi popisi opravljeni po enotni metodologiji, je mogoče stanje slovenskih gozdov primerjati s tujimi ocenami.

Rezultati popisov, opravljenih v letu 2000, kažejo, da je v Evropi povprečna osutost dreves 20,0 %, poškodovanih pa je 22,8 % dreves. Med glavnimi drevesnimi vrstami (glede na zastopanost v vzorcu) imajo največjo osutost rdeči bor in hrasti (24,5 %). S 33,7 % imajo hrasti (dob in graden) tudi največji delež poškodovanih dreves. Občutne

razlike obstajajo med posameznimi evropskimi regijami (razdelitev na šest regij: borealna, atlantska, subatlantska, celinska, montanska in mediteranska; glej *Forest condition in Europe 2001*). V povprečju je najslabše stanje gozdov v celinski regiji (sem prištevajo Moldavijo, večji del Romunije, vzhodni in severni del Bolgarije ter Madžarsko), kjer je poškodovanih 36,9 % dreves. Najmanjši delež poškodovanih dreves (10,8 %) je bil v letu 2000 v borealni regiji (Finska, severna in osrednja Švedska, Estonija, severni in osrednji del Norveške).



Slika 12: Trendi razvoja poškodovanosti za obdobje 1995 – 2000 v nekaterih evropskih državah (vir: UN/ECE 2001b.)

Figure 12: Development of the defoliation index in the period 1995 – 2000 in some European countries (source: UN/ECE 2001b.)

Na osnovi rezultatov popisov lahko ugotovimo, da se je v Evropi delež poškodovanih dreves od leta 1988 do leta 2000 značilno povečal. Od 24.345 dreves, ki so v vzorcu že vse od leta 1988, se je ta delež s 13,8 % povečal na 22,7 %. Trendi so precej različni tako glede na drevesno vrsto kot glede na regijo. V splošnem lahko ugotovimo, da se – podobno kot v Sloveniji – tudi na evropski ravni stanje gozdov ne slabša tako hitro, kot se je v prvi polovici devetdesetih let. V nekaterih primerih prihaja celo do izboljšanja stanja.

Z 20,5 % osutostjo in 22,2 % deležem poškodovanih dreves je zdravstveno stanje slovenskih gozdov skoraj enako, kot je evropsko povprečje. Tudi v Sloveniji je najbolj ogrožen bor, ki mu pri iglavcih tesno sledi jelka. Pri listavcih je najslabše stanje hrasta. Zaskrbljuje ugotovitev, da so povprečne vrednosti osutosti pri borih in hrastih precej višje kot v Evropi.

Podobno kot v Sloveniji je stanje gozdov v bližnjih srednjeevropskih državah (preglednica 6). Neposredna primerjava števil sicer ni smiselna, saj kljub 15 let trajajočemu mednarodnemu programu še vedno niso bile odpravljene metodološke razlike med posameznimi državami. Tako so KLAP *et al.* (2000) v raziskavi o vplivih okoljskih dejavnikov na stanje gozdnega drevja v Evropi ugotovili, da lahko več kot 30 % variabilnosti v osutosti pripišemo razlikam v metodologiji med posameznimi državami. Zato je bolj smiselno primerjati razvojne trende.

Preglednica 6: Povprečna osutost dreves za leto 2000 v nekaterih evropskih državah (v %) (vir: UN/ECE 2001b.)

Table 6: Average defoliation in the year 2000 in some European countries (in %)(source: UN/ECE 2001b.)

Država <i>Country</i>	Slovenija <i>Slovenia</i>	Švica <i>Switzerland</i>	Nemčija <i>Germany</i>	Avstrija <i>Austria</i>	Italija <i>Italy</i>	Hrvaška <i>Croatia</i>	Madžarska <i>Hungary</i>
Skupaj <i>Total</i>	20,5	29,4	23,0	8,9	34,4	23,4	20,8
Iglavci <i>Conifers</i>	25,0	33,0	19,6	9,1	19,2	53,3	21,5
Listavci <i>Broadleaves</i>	18,0	22,2	29,9	7,6	40,5	18,3	20,8

Analiza razvojnih trendov zdravstvenega stanja je pokazala, da lahko srednjeevropske države uvrstimo v dve skupini. V prvi so Nemčija, Avstrija in Madžarska, v drugi pa Hrvaška, Italija, Švica ter Slovenija. Medtem ko je stanje gozdov v prvi skupini dokaj stabilno že od leta 1992, je v drugi skupini prišlo okoli leta 1995 do skokovitega poslabšanja stanja. Po letu 1996 se je tudi v tej skupini stanje stabiliziralo. Izjema je Švica, kjer v letu 2000 ponovno beležijo močnejše poslabšanje zdravstvenega stanja, kar je posledica vetrolovov (orkan Lothar) v zimi 1999/2000. Vendar so ocene za leto 2001 tudi v Švici bistveno nižje, kar kaže, da je šlo le za prehodno poslabšanje (UN/ECE 2001a).

Ob tem je potrebno omeniti, da so – za razliko od ostalih držav – v popis zdravstvenega stanja gozdov v Sloveniji vključena tudi podstojna drevesa. Takšnih dreves je bilo v vzorcu 26,5 %. Ker je osutost teh dreves značilno višja (glej poglavje 3.2.4), kot je osutost vladajočih in sovladajočih dreves, so tudi ocene osutosti za Slovenijo nekoliko višje. Če bi upoštevali le vladajoča in sovladajoča drevesa, bi bila povprečna osutost 18,9 %.

Če vzamemo osutost kot kriterij za oceno vitalnosti drevja, je osnovna ugotovitev evropskih in naših raziskav, da so prizadeti vsi gozdni tipi, vendar z razlikami med drevesnimi vrstami. Starejši sestoji so bolj osuti kot mlajši, vendar so razlike zaradi visoke variabilnosti često prikrite.

4 ZAKLJUČNA RAZPRAVA **FINAL DISCUSSION**

Zdravstvene slike gozdnih sestojev ne oblikuje le okolje, temveč s sečnjo in redčenji tudi gozdar. S tem ko z redčenji odstranjuje nevitarno drevje in sušice, ne oblikuje zgolj prostora in pogojev rasti, temveč istočasno tudi izboljšuje sliko gozdnih sestojev. Tako mnoge poškodbe ostanejo neopažene ali pa hitro izginejo. Da učinkov gozdarskih ukrepov ne moremo zanemariti, vidimo iz analize posekov in naravne mortalitete. V naši raziskavi smo za Slovenijo ugotovili, da je od leta 1995 (to je v petih letih) izpadlo 7,3 % drevja, kar ustreza letnemu izpadu 1,46 % dreves; to je precej manj, kot je običajno povprečje za gospodarski gozd. Na vidnih popisnih ploskvah je ohranjen sorazmerno večji delež osutega drevja, kar se kaže v večjih vrednostih ocen na vidnih M6 popisnih ploskvah, ki se sčasoma vedno bolj razlikujejo od realnega stanja v gozdu. To domnevo nam potrjujejo različne ocene osutosti, ki jih dobimo na starih M6 in novih permanentnih ploskvah. Naša opažanja opozarjajo na dejstvo, da M6 popisne ploskve niso več reprezentativne, saj kazalci osutosti ne ustrezajo več povprečju celotne gozdne populacije. Ugotovitev je pomembna za razumevanje predstavljenih rezultatov, opozarja pa tudi na to, da je potrebno s primerno popisno metodologijo zagotoviti nepopačen popis ležanske gozdne vegetacije. Na terenu nevidne nove permanentne vzorčne ploskve so bile postavljene prav s tem namenom. Ob upoštevanju predstavljenih pomislekov lahko torej ugotovimo, da se je osutost najpomembnejših drevesnih vrst (smreke, bukve in

jelke) v zadnjih petih letih povečala, zdravstvena slika gozdov pa je kljub temu ostala nespremenjena, ker so gozdarji ob rednih in sanitarnih sečnjah uspeli odstraniti najbolj poškodovano drevje.

Kljub desetletnim raziskavam po vsem svetu danes še ne znamo odgovoriti na mnoga zastavljena vprašanja. Poznamo sicer intenziteto in prostorsko razporeditev osutosti drevja, vemo katere drevesne vrste so bolj ali manj občutljive; vendar vzrokov in samega vzročno-posledičnega procesa še ne poznamo. Eno osrednjih nepojasnjenih vprašanj je, kolikšen delež osipa (poškodb) povzroči onesnaženje okolja, oziroma, koliko k osutosti prispevajo poznani dejavniki (vreme, ujme, insekti, bolezni). Odgovor na to vprašanje bodo dale posebne ekosistemske raziskave (ICP level II), ki se pospešeno opravljajo po vsej Evropi; Slovenija se jim (z izjemo nekaterih časovno omejenih raziskav) še ni priključila. Opazovanja so tudi prekratka, da bi lahko zanesljivo ocenili, za koliko današnje stanje gozdov odstopa od normalnega nihanja vitalnosti gozdnih ekosistemov (le-tega lahko gozd prenese brez trajnih negativnih posledic) zaradi neugodnega spleta stresnih dejavnikov, kot so vreme, bolezni in naravne ujme, v novejšem času pa tudi učinki tople grede. Vseeno pa z gotovostjo vemo, da proces »umiranja gozdov« poteka precej počasneje, kot so nekateri napovedovali na začetku 80-tih let prejšnjega stoletja, in da proces osipanja krošenj ni ireverzibilen. Naše in tuje raziskave kažejo, da se celo močno osuto drevje lahko še opomore in sčasoma razvije bolj ali manj vitalno krošnjo. Za gojitelja to pomeni, da lahko s sanitarnimi poseki odstranjuje samo sušice in drevje z močno osutimi krošnjami.

5 ZAKLJUČKI CONCLUSIONS

Na osnovi rezultatov popisa v letu 2000 in primerjave le-teh z rezultati preteklih popisov lahko trdimo naslednje:

- V slovenskih gozdovih je očitno poškodovanega dobra petina (22,2 %) vsega drevja. Osutost najpomembnejših drevesnih vrst (smreke, bukve in jelke) se je v zadnjih petih letih povečala, zdravstvena slika gozdov pa je kljub temu ostala nespremenjena, ker so gozdarji ob rednih in sanitarnih sečnjah uspeli odstraniti najbolj poškodovano drevje.

- Vse bolj očitno se kaže vzorec prostorske razporeditve poškodovanih gozdov v obliki križa v smeri Kočevska-Gorenjska in Primorska-Prekmurje.
- V primerjavi s sosednjimi in alpskimi državami je stanje slovenskih gozdov slabše kot v Avstriji (ne povsem primerljiva metodologija snemanj), vendar ugodnejše kot v Švici, Nemčiji, Italiji in na Hrvaškem.
- Proces degradacije gozdov je bistveno počasnejši kot so se glasile napovedi v začetku 80-tih let.
- Stanje iglavcev je sicer še vedno slabše kot stanje listavcev, vendar so dolgoročni trendi obeh skupin gozdnega drevja popolnoma različni: stanje iglavcev se izboljšuje, stanje listavcev se slabša.
- Najbolj poškodovana drevesna vrsta ostaja jelka. Zaradi izsekavanja najbolj poškodovanega drevja pa delež poškodovanih jelk upada.
- Stanje smreke se dolgoročno gledano izboljšuje, vendar je kljub temu poškodovano še vsako četrto drevo.
- Dolgoročni trend poškodovanosti bukve kaže na rahlo slabšanje: poškodovana je desetina dreves (10,8 %).
- Alarmantno se slabša stanje hrastov: v zadnjih desetih letih se je delež očitno poškodovanega drevja z 11,7 % povzpел na 37,7 %.
- Novo je spoznanje, da slike zdravstvenega stanja gozdnih sestojev ne oblikuje le okolje, temveč v precejšni meri tudi gozdar z redno in sanitarno sečnjo. Brez urejene gozdarske službe bi bila verjetno zdravstvena slika še vedno zelenega slovenskega gozda precej slabša. Izboljšave so seveda mogoče le, če je na voljo zadostno število vitalnih kandidatov, s katerimi gozdar nadomešča poškodovane osebkke. Ko je rezerva izčrpana, sledi zdravstvena slika gozda naravnemu procesu propadanja, ki zaenkrat še ni ustavljen.
- Določen delež poškodovanega drevja je v gozdu stalno prisoten. Kakšna količina je še normalna, bodo pokazala nadaljnja snemanja.

Kljub dolgoletnemu spremljanju zdravstvenega stanja gozdov še vedno ne poznamo vzročno-posledičnih mehanizmov procesa. Ker brez jasno postavljene diagnoze tudi ciljno ukrepanje ni mogoče, se raziskave usmerjajo na intenzivnostno raven II. Nove raziskave naj bi ob vzporedno potekajočih velikoprostorskih popisih na izbranih objektih razkrile povezave med vitalnostjo drevja, lastnostmi rastišča in zgradbo sestojev. Omenjene raziskave so že del sprejetega ICP raziskovalnega programa.

6 SUMMARY

The beginning of the systematic monitoring of forest health in Slovenia dates back to 1985. The main features are annual inventorying of plots on a 16x16 km grid and occasional inventorying of plots on a grid of 4x4 km. The denser grid and more intensive inventorying have been shown to be useful since the country needs credible data in order to be able to monitor the process within the national boundaries and to provide necessary action.

Since its early implementation, the inventory method has been continuously improved from the methodological and from the inventory content point of view. The latest inventorying on the 4x4 km grid was performed in the year 2000. Unlike the previous inventory system (based on the European proposal - four 6-tree plots), the new concept required monitoring forest conditions on the newly established permanent sample plot and on two (of four) already existent 6-tree sample plots. The aim of the changed monitoring design was to assure representative data concerning the entire forest population, to monitor single trees and to provide links to the results obtained in the past.

The survey was composed of 18.808 trees on 713 plots. The average defoliation of all trees was 20.5%, while the portion of damaged trees (defoliated more than 25%) was 22.2%. Compared to the 1995 survey, both parameters have slightly decreased. In addition, for the main tree species the average defoliation and the portion of damaged trees have decreased, although in all cases the differences could not be proved statistically significant.

The analysis of the latest results, along with the change analysis, reveals that the conditions of Slovenia's forest are considerably stable and that the process of decline has not progressed with the intensity that had been predicted in the early eighties.

However, analysis of just the trees included in the sample from the beginning of inventorying indicates that the health of these trees is worsening (the differences between the results obtained on the 6-tree and the permanent sample plots are significant). Such a result leads to a conclusion that forest conditions are in fact influenced by two kind of impacts: by those resulting from the external environment and by forestry actions.

7 VIRI**REFERENCES**

- 1987/1696/EEC, 1987. Commission Regulation (EEC) No. 1696 / 87 of 10 June 1987 laying down certain detailed rules for the implementation of Council Regulation (EEC) No. 3528 / 86 on the protection of the Community's forests against atmospheric pollution (inventories, network, reports).- 1987, Official Journal of the European Communities No. L 161, s. 1 – 22.
- BATIČ, F., 1997. Propadanje gozdov v Sloveniji, pogled na proces in stanje po desetih letih aktivnosti na tem področju.- ZbGL, 52:5-22.
- BOGATAJ, N., 1997. Propadanje gozdov v Sloveniji – stanje v letu 1995 in spremembe v obdobju 1985 – 1995.- ZbGL, 52: 53-92.
- DE VRISE, W. / KLAP, J. M. / ERISMAN, J. W., 2000. Effects of Environmental Stress on Forest Crown Condition in Europe. Part I: Hypotheses and Approach to the Study.- Water, Air and Soil Pollution 119: 317-333.
- HMZ, 2000. Agromet – Mesečni agrometeorološki bilten 44.- Ljubljana, Hidrometeorološki zavod RS.
- HOČEVAR, M., 1990. Poškodovanost in rast smrekovega gorskega gozda na poključko-jeloviški planoti.- ZbGL, 36:27-68.
- HOČEVAR, M., 1993. Dendrometrija – gozdna inventura.- Ljubljana, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo, 274 s.
- INNES, J. L., 1993. Forest Health – its Assessment and Status.- Cambridge, CAB International, 514 s.
- JURC, D. / BOGATAJ, N., 1994. Preučevanje propadanja gozdov v Sloveniji.- V: Varstvo zraka – stanje in ukrepi za izboljšanje stanja v Sloveniji. Bled, Zavod za tehnično izobraževanje, s. 10/1-10/8.
- KLAP, J. M. / VOSHAAR J. H. O. / DE VRIES, W. / ERISMAN, J. W., 2000, Effects of Environmental Stress on Forest Crown Condition in Europe – Part IV: Statistical Analysis of Relationships.- Water, Air and Soil Pollution 119: 387-420.
- KOVAČ, M., 1991. Zasnova prostorskega informacijskega sistema za spremljanje stanja in gospodarjeja z gozdnato krajino – primer na velikoprostorski ravni.- Ljubljana, Univerza v Ljubljani, VDO BF, VTOZD za gozdarstvo, 152 s.

- KOVAČ, M. / SIMONČIČ, P. / BOGATAJ, N. / BATIČ, F. / JURC, D. / HOČEVAR, M., 1995. Monitoring propadanja gozdov in gozdnih ekosistemov – Priročnik za terensko snemanje podatkov.- Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 64 s.
- KOVAČ, M., 1997. Dosedanji koncept popisa propadanja gozdov in razvoj celostnega ekološkega monitoringa.- ZbGL, 52: 23-52.
- KOVAČ, M. / MAVSAR, R. / HOČEVAR, M. / SIMONČIČ, P. / BATIČ, F., 2000. Popis poškodovanosti gozdov in gozdnih ekosistemov: priročnik za terensko snemanje podatkov.- Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, 74 s.
- KRMELJ, J., 1987. Širše prostorski pregled poškodovanosti gozdov s pomočjo aeroposnetkov na področju Zgornje Mežiške doline.- Ljubljana, Univerza v Ljubljani, VDO BF, VTOZD za gozdarstvo, 46 s.
- LARCHER, W., 1995. Physiological Plant Ecology – 3rd Edition.- Berlin, Springer Verlag, s. 379-395.
- Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.- 1998, Hamburg, UN / ECE, s. 188.
- MAVSAR, R., 1999. Popis stanja gozdov v Sloveniji leta 1998 na 16 x 16 km mreži, spremembe stanja v obdobju 1987 – 1998 in stanje gozdov v Evropi.- ZbGL, 58: 139-163.
- MAVSAR, R., 2000. Rezultati popisa poškodovanosti gozdov leta 1999.- GozdV 58, 1: 16-26.
- Pravilnik o varstvu gozdov (PVG), 2000.- Uradni list RS, 92/2000, s. 10.233-10.302.
- SEIDELING, W., 1999. Multivariate Statistics within Integrated Studies on Tree Crown Condition in Europe – an Overview.- Hamburg, BFH – Institute for World Forestry, 42 s.
- Statistični letopis Republike Slovenije, 2001.- Ljubljana, Statistični urad RS, s. 53-54.
- ŠOLAR, M., 1986. Onesnaževanje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji.- V: Gozd in okolje – FOREN 86.- Ljubljana, ZKK, RKKGP, 272 s.
- ŠOLAR, M., 1997. Raziskovanje poškodb gozdov zaradi onesnaženja zraka – mejniki.- V: Znanje za gozd, Zbornik ob 50. letnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta, Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, s. 61-79.
- UN/ECE, 1997. Ten years of monitoring forest condition in Europe.- 1997, Brussels, UN / ECE, 386 s.

- UN/ECE, 2001a. Forest condition in Europe – Results of the 2000 crown condition survey. Executive Report.-2001, Geneva, UN / ECE, 33 s.
- UN/ECE, 2001b. Forest condition in Europe – Results of the 2000 crown condition survey. Tehnical Report.-2001, Geneva, UN / ECE , 157 s.
- URBANČIČ, M., 1997. Temeljni izsledki pregleda gozdnih tal na slovenski 16 x 16 km bioindikacijski mreži. – ZbGL, 52: 223-250.
- VAN LEEUWEN, E. P. / HENDRIKS, K. C. M. A. / KLAP, J. M. / DE VRIES, W. / DE JONG, E. / ERISMAN, J. W., 2000., Effects of Environmental Stress on Forest Crown Condition in Europe – Part II: Estimation of Stress Induced by Meteorology and Air Pollutants.- Water, Air and Soil Pollution 119: 335-362.
- ZGS, 2001. Poročilo o delu Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2000.- Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, 52 s.

ZAHVALA

ACKNOWLEDGEMENTS

Prispevek je nastal v okviru projekta »Vpliv onesnaženega zraka in drugih okoljskih dejavnikov na gozdno drevje in gozdne ekosisteme« (V4-0173-98), ki sta ga v programu CRP-GOZD sofinancirala Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport.

Za pomoč pri izvedbi popisa se zahvaljujemo Zavodu za gozdove Slovenije.