

GDK 425.1:174.7 Picea abies: 547:524.3:531:562.2:113.4:114.32:188:(497.12x10 Šaleška dolina)

UMIRANJE SMREKE V GOZDOVIH ŠALEŠKE DOLINE

Ivan KOLAR*

Izvleček

Študija obravnava problematiko umiranja gozdov v Šaleški dolini. Analizira proizvodno sposobnost smrekovih rastišč, lesno zalogo, prirastek in posek v zadnjih desetletjih ter osutost krošenj kot edini zunanji izraz propadanja gozdov zaradi onesnaženega zraka in klimatskih ekstremov v zadnjih letih. Podrobneje analizira vpliv reliefa in mezoklimatskih razmer ter matične podlage na poškodovanost sestojev in ostale sestojne kazalce. Predlaga scenarij usmerjanja prihodnjega razvoja propadajočih gozdov.

SPRUCE DIE-BACK IN THE FORESTS OF THE SALESKA VALLEY

Ivan KOLAR*

Abstract

The paper deals with the problems of the forest die-back in the Saleka Valley. It analyses the production capacity of spruce sites, the growing stock, increment and felling in the past decades. It also analyses the shedding of needles from the crowns as the only external sign of forest die-back, a result of air pollution and climatic extremes in recent years. It gives a more detailed analysis of the impact of the relief, the mezzo-climatic conditions and the parent rock on the damage in the stands and of other stand indicators. It also suggests guidelines for the future orientation of the evolution of forest decline.

* mag., dipl. ing. gozd., Gozdno gospodarstvo Nazarje, 63331 Nazarje

VSEBINA

- 1 UVOD
- 1.1 Splošno o umiranju gozdov
- 1.2 Kratek zgodovinski oris gospodarjenja z gozdovi v Šaleški dolini
- 1.2 Namen raziskave in opredelitev problema
- 2 RAZISKOVALNI OBJEKT
- 2.1 Izbira objekta in izbor ploskev
- 2.2 Opis gozdov in sestojev raziskovalnega območja
- 3 METODE DELA
- 3.1 Izbira ploskev, meritve in ocenjevanja
- 3.2 Izbira metod pri analizi podatkov in zaključkov
- 4 REZULTATI ANALIZE
- 4.1 Proizvodna sposobnost rastišč
- 4.2 Lesna zaloga sestojev na analiziranih ploskvah
- 4.3 Temeljnica sestoja in temeljnica posekanih dreves v zadnjih petindvajsetih letih
- 4.4 Temeljnični prirastek dreves v zadnjih treh desetletjih
- 4.5 Temeljnica in temeljnični prirastek po socialnih razredih
- 4.5.1 Temeljnica dreves
- 4.5.2 Temeljnica sestoja
- 4.6 Debelinski prirastek v zadnjih treh desetletjih
- 4.7 Osutost krošenj in priraščanje sestojev
- 4.7.1 Osutost krošnje in vrha glede na socialni položaj osebka in utesnjenost krošnje
- 4.7.2 Osutost vrha krošenj glede na njihovo velikost
- 4.7.3 Poškodovanost sestoja glede na zastrtost
- 4.7.4 Priraščanje dreves zgornjega sloja glede na osutost vrha krošenj
- 4.7.4.1 Trendi debelinskega prirastka v zadnjih 30 letih
- 4.7.4.2 Odvisnost temeljničnega prirastka dreves zgornjega sloja od velikosti krošnje
- 4.7.4.2.2 Vpliv osutosti celotne krošnje ob upoštevanju volumna krošnje
- 4.7.4.3 Temeljnični prirastek sestojev glede na njihovo poškodovanost
- 4.8 Vpliv reliefa in mezoklimatskih razmer ter matične podlage na poškodovanost sestojev in ostale sestojne kazalce
- 4.8.1 Vpliv nadmorske višine
- 4.8.1.1 Nadmorska višina in poškodovanost sestojev
- 4.8.1.2 Nadmorska višina in temeljnica ter temeljnični prirastek sestojev
- 4.8.2 Poškodovanost sestojev in geološka podlaga tonalit — andezitni tuf
- 4.8.3 Stanje sestojev glede na sončno in senčno lego

- 4.9 Uspešnost ocenjevanja poškodovanost sestojev
- 4.10 Zmanjšanje letne proizvodnje lesa zaradi zmanjšanja priraščanja sestojev
- 4.10.1 Gojitvena obravnava odkazila za prihodnje obdobje

5 ZAKLJUČKI IN RAZPRAVA

6 SCENARIJ USMERJANJA PRIHODNJEGA RAZVOJA PROPADAJOČIH GOZDOV

- 6.1 Pomembni vplivi na procese propadanja gozdov
 - 6.1.1 Pozitivni vplivi
 - 6.1.2 Negativni vplivi
 - 6.1.3 Ocena posledic sedanjega stanja
- 6.2 Razumno uresničevanje ukrepov, s katerimi lahko upočasnimo propadanje gozdov, je moralna obveznost stroke in družbe
 - 6.2.1 Gojitvene možnosti uravnavanja razvojnega procesa propadajočih smrekovih gozdov

LITERATURA

SUMMARY

PREDGOVOR

Pridobivanje električne energije v Šaleški premogovni kadunji povzroča vrsto ekoloških problemov, ki se jim je v zadnjih letih pridružilo še vidno propadanje smrekovih gozdov. Spoznanje o umiranju gozdov je močno vznemirilo javnost. Ljudje postavljajo tudi gozdarjem številna vprašanja, ki pogosto ostajajo brez pravih odgovorov.

Namen raziskovalne naloge je odgovoriti vsaj na nekatera od teh vprašanj in tako prispevati delček resnice, ki naj ustvari ugodnejšo družbeno klimo za učinkovito razreševanje ekološke problematike v Šaleški dolini.

Študija je magistrsko delo na podiplomskem študiju gozdarstva na Biotehniški fakulteti v Ljubljani in raziskovalna naloga Raziskovalne skupnosti občine Velenje.

Mentor pri študiju in pri izdelavi naloge je bil prof. dr. Dušan Mlinšek. Zahvaljujem se mu za pomoč pri iskanju načina pristopa k nalogi in pri njenem oblikovanju. Enako se zahvaljujem tudi prof. dr. Marijanu Kotarju za pomoč pri načrtovanju terenskih del in pri dokončnem oblikovanju naloge. Zahvaljujem se asistentu Francu Ferlinu, dipl. ing. gozd., za nasvete pri praktičnem delu na raziskovalnih ploskvah in za opravljeno računalniško obdelavo podatkov. Prof. dr. Milanu Hočevarju se zahvaljujem za koristne pripombe pri oblikovanju naloge. Najlepše se zahvaljujem sodelavcu Vinku Vasletu, revirnemu gozdarju, ki mi je nesebično pomagal pri terenskih meritvah. Zahvala gre tudi Ibrahimu Neuhoumu, dipl. ing. gozd., ki je vseskozi sodeloval pri terenskih delih, in vsem gozdarjem iz Šoštanja, ki so mi kakorkoli pomagali pri izdelavi naloge.

Posebno se zahvaljujem Raziskovalni skupnosti Velenje, ki nam je z izdatno denarno pomočjo omogočila raziskovalno delo in Gozdnemu gospodarstvu Nazarje, ki mi je omogočilo dokončati podiplomski študij in izdelavo magistrskega dela.

1 UVOD

1.1 Splošno o umiranju gozdov

Onesnaženo ozračje s svojimi sinergetskimi vplivi, močno spremenjena podoba naravnih rastišč, ekstremne klimatske razmere in človekov pohlep po čim večjih dobičkih so močno prizadeli zdravstveno stanje evropskih gozdov. V gozdovih propadajo posamezne drevesne vrste in posamezna drevesa, skupine drevja, v najbolj prizadetih območjih pa vse drevesne vrste in celi sestoji.

Pojav propadanja je še posebno očiten ob klimatskih ekstremih (suše in ekstremne zimske temperature z velikimi nihanji), ki pogostokrat razkrijejo lažno predstavo o najdragocenejši lastnosti zdravega gozda, to je njegovi trajni obnovljivosti in s tem trajni koristi okolju in človeštvu.

Tudi v Sloveniji so gozdovi močno zdravstveno prizadeti (ŠOLAR 1986), še posebno očitne pa so poškodbe tam, kjer so locirani večji onesnaževalci zraka in kjer hkrati nastopajo tudi neugodne mezoklimatske razmere.

Med taka območja spada tudi Šaleška dolina z rudnikom lignita in termoelektrarno Šoštanj, ki pokuri zadnja leta do 5 000 000 ton premoga letno in pošilja v zrak vrsto škodljivih snovi, med katerimi je zaradi velikih količin najnevarnejši SO_2 , ki doseže letno količino do 130 000 ton. Še posebno nevarne pa so maksimalne koncentracije, ki ob polnem obratovanju presežejo tudi 400 ton SO_2 dnevno in se ob neugodnih mezoklimatskih razmerah daljši čas zadržujejo pod inverzijsko plastjo, ki v višini 600 do 1100 m prekriva Šaleško dolino (HRČEK in sod., 1988).

1.2 Kratek zgodovinski oris gospodarjenja z gozdovi v Šaleški dolini

V zgodovini Šaleške doline je pomemben mejnik leto 1887. Tega leta so rudarji izkopali prve tone premoga. Nekaj let pozneje je stekla do Velenja železnica in les je postal pomemben vir dohodkov. V obdobju med obema vojnama je bila zgrajena prva elektrarna. Od takrat dalje smo napadali naše gozdove z "ognjem in mečem". Značilnost tega obdobja so tudi t.i. "colske sečnje". V najslabšem primeru so bila posekana vsa drevesa s premerom nad 6 col. Te sečnje so pustile neizbrisno sled v gozdovih, ki bi morali danes optimalno proizvajati. Po tem času nastopi obdobje obvezne oddaje, ki je v nekaj letih zdesetkala najlepše gozdove ob prometnicah.

Pretirano pospeševanje smreke na pretežno bukovih rastiščih je močno spremenilo podobo gozda. Na to opozarjajo že prvi ureditveni načrti v letu 1954. Kljub opominom je takratno razmerje 70% : 30% v korist iglavcev vse do danes ostalo nespremenjeno.

Naslednja značilnost gospodarjenja je "prebiranje" v kmečkih gozdovih, ki se je ohranilo vse do danes. Streljarjenje, kleščenje stoječih dreves in gozdno pašo pa so opustili šele v šestdesetih letih.

V vsem tem času smo uspeli vzgojiti le poprečne gozdove. S poprečnimi gozdovi pa smo ustvarili sliko o nadpoprečni zmogljivosti naših gozdov izraženo v m³ zaloge, prirastka in etata. Resnica pa je, da so to močno preredčeni, pretežno smrekovi sestoji na bukovih rastiščih, stari 80 do 100 let, v katerih še naprej črpamo etat z nekakšnim prebiraanjem, kar velja še posebno za kmečke gozdove.

Na sušenje jelke in rdečega bora v predelih južno od Šoštanja so opozarjali že v času prvih ureditvenih načrtov. Posek sušic teh dveh drevesnih vrst je ponekod presegel etat (Evidenca sečenj).

1.3 Namen raziskave in opredelitev problema

Katastrofalna "ožiga" smreke v gozdovih na ožjem imisijskem območju termoelektrarne Šoštanj v zimah 1984/85 in 1986/87, kjer smo gozdarji že vrsto let ugotavljali povečan obseg naključnih pripadkov, sta močno načela sestojno zgradbo čistih smrekovih gozdov in tistih mešanih gozdov, kjer tvori smreka pomemben delež v strukturi drevesnih vrst.

Tako se je drugim, človeškemu očesu zaznavnim ekološkim problemom, ki jih v Šaleški dolini povzroča pridobivanje električne energije (ugrezanju zemljišč, onesnaženju tekočih voda, mrtvemu jezeru v udornini in demografski ekspanziji), pridružilo še vidno propadanje gozdov. Poškodbe so se pokazale kot rdečerjav stožec ožganih iglic, ki se v večini primerov širi od debla navzven in se stopnjuje od februarja do aprila. Po tem času ožgane iglice odpadejo in v nekaj mesecih se kot zunanja podoba poškodovanosti kažejo, odvisno od stopnje poškodovanosti, v povečanem poseku naključnih pripadkov zaradi sušenja smreke. Sedanje stanje gozdov je posledica vplivov onesnaženega ozračja v imisijskem območju TEŠ (termoelektrarna Šoštanj), načina gospodarjenja in klimatskih ekstremov zadnjih let.

Namen raziskave je

- Ugotoviti dejansko stanje smrekovih gozdov v različnih predelih po stopnjah poškodovanosti.
- Ugotoviti vpliv onesnaženosti na vrednosti kazalnikov rasti in razvoja smrekovih gozdov.
- Na osnovi prirastnih trendov v preteklosti in sedanjega stanja predvideti nadaljnje razvojne težnje.

Domneve:

1. Poškodovanost smrekovih sestojev se razlikuje glede na predhodno oblikovane predele poškodovanosti (I—III).
2. Smreka je zaradi neugodnih mezoklimatskih razmer, ki nastopajo zaradi inverzijskih plasti in pobočnih vetrov (HRČEK 1988), najbolj ogrožena v višinskem pasu nad 600 m.
3. Smreka je na geološki podlagi tonalitu bolj poškodovana kot na andezitnem tufu.
4. Drevesa prevladujočega in vladajočega sloja so manj poškodovana kot drevesa sovladajočega sloja (razvrstitev po Kraftu).
5. Prirastek smrekovih sestojev je odvisen od njihove stopnje poškodovanosti. Močnejše poškodovani (osuti) sestoji imajo manjši prirastek v primerjavi z manj poškodovanimi.
6. Močnejše upadanje prirastka se pojavlja šele po letu 1977, ko je bila zgrajena IV. faza termoelektrarne Šoštanj, zaznavno pa je že po letu 1965, ko se je proizvodnja električne energije povečala za 100 %.
7. Povečan obseg sečenj zaradi umiranja smreke iz neznanih vzrokov se pojavlja v zadnjih 10 letih.

2 RAZISKOVALNI OBJEKT

2.1 Izbira objekta in izbor ploskev

Raziskovalni objekt so smrekovi sestoji, kjer je smreka zastopana z najmanj 80 % (po temeljnici). Izbrali smo sestoje, ki rastejo na rastiščih acidofilnega gozda hrasta, bukve in belkaste bekice (*Quercus-Luzulo-Fagetum typicum*), kjer je smreka graditeljica sestojev.

Izhodišče za izbor makrolokacij je bilo ugotovljeno stanje poškodovanosti gozdov spomladi leta 1987.

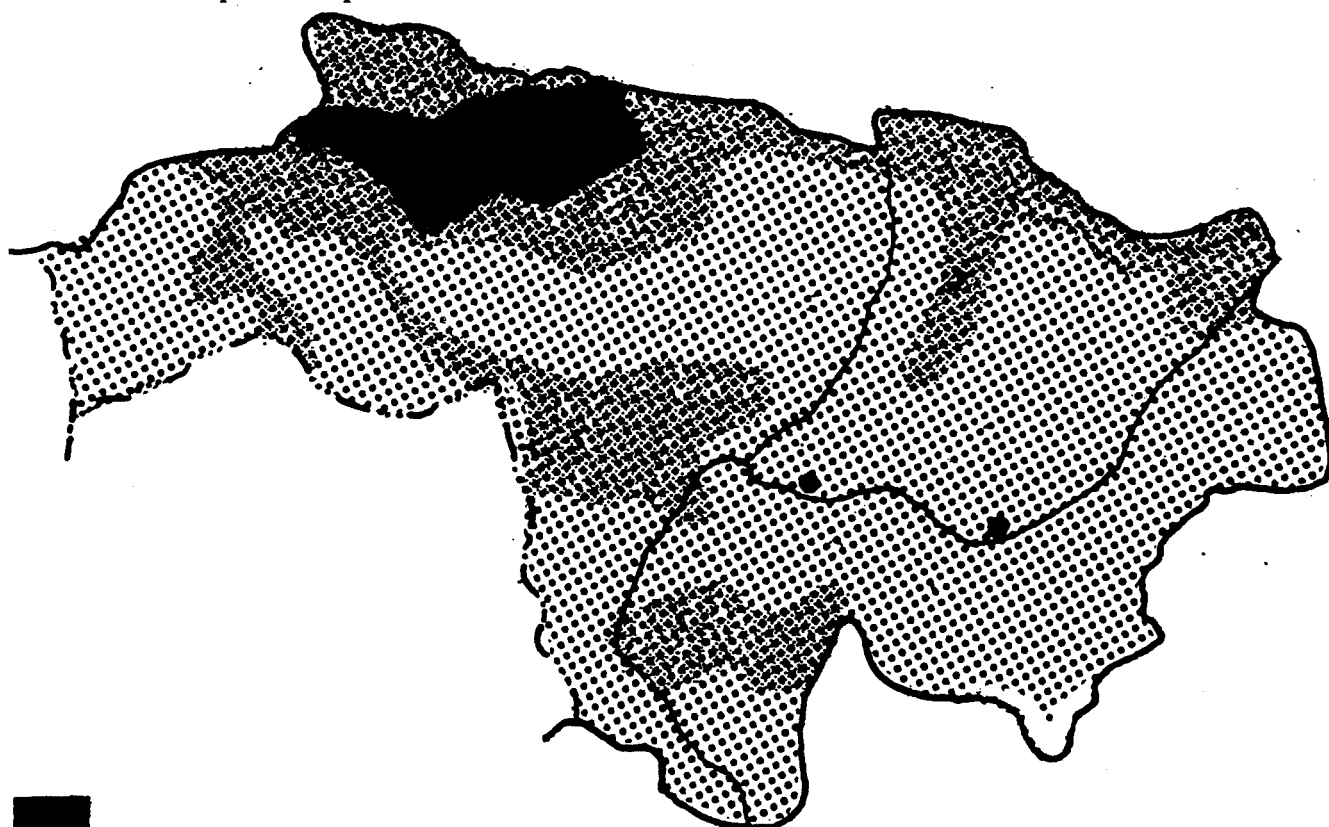
Ocena poškodovanosti zaradi "ožiga" je bila izvedena v družbenih in zasebnih gozdovih Gozdarstva Šoštanj po oddelkih. Zaradi poznih zimskih pozeb so bili to leto listavci močno poškodovani. Še posebno je bila poškodovana bukev, ki jo je kasneje napadel še bukov skakač. Zato smo ocenjevali le poškodovanost smreke v sestojih. Te poškodbe so bile zaradi ožiga dobro vidne, zato je bila tudi ocena poškodovanosti po stopnjah zanesljivejša.

Poškodovane sestoje (odd.) smo razvrstili po naslednjih stopnjah:

0 — sestoji brez vidnih poškodb

- 1 — na sestojih so zaznavne poškodbe — prevladujejo drevesa z ožigom krošnje nad 10 in 25 %;
- 2 na sestojih so znatne poškodbe — prevladujejo drevesa z ožigom krošnje nad 26 in 60 %;
- 3 — na sestojih so močne pškodbe — prevladujejo drevesa z ožigom krošnje več kot 61 %;

Na osnovi te ocene je bila izdelana pregledna karta poškodovanosti gozdov. Na njej smo izločili predele poškodovanosti gozdov po stopnjah. Pri ocenjevanju poškodb po oddelkih smo namreč ugotovili, da obstajajo znotraj enega oddelka razlike v stopnjah poškodovanosti. V najbolj ogroženem predelu se znotraj istega oddelka lahko pojavljajo sestoji vseh stopenj poškodovanosti. Zato smo se odločili za razvrstitev v štiri predele poškodovanosti:



■ III. stopnja poškodovanosti — 770 ha 8 %

▒ II. stopnja poškodovanosti — 2660 ha 26 %

◻ I. stopnja poškodovanosti — 6480 ha 64 %

○ brez vidnih poškodb — 230 ha 2 %

Skica 1: Pregledna karta območja poškodovanosti po različnih predelih poškodovanosti

- O — pomeni, da na gozdovih tega predela ni vidnih poškodb;
- I — znotraj tega predela so gozdovi brez vidnih poškodb in gozdovi s poškodovanostjo 1. stopnje, ki prevladujejo;
- II — v tem predelu so gozdovi do 2. stopnje poškodovanosti (0—2), ki prevladujejo;
- III — v ta predel spadajo gozdovi vseh stopenj poškodovanosti, prevladujejo poškodbe 3. stopnje;

Taka razdelitev nam daje realnejšo podobo dejanskega stanja gozdov (slika 1), saj je iz nje dobro razvidno, kako se razvrščajo gozdovi po stopnjah poškodovanosti in v kolikšnem obsegu nastopajo posamezne stopnje.

Pri pregledu geoloških kart smo nadalje ugotovili, da leži predel poškodovanosti gozdov do III. stopnje pretežno na geološki osnovi, ki jo sestavlja tonalit. Zato smo geološko osnovo postavili kot naslednji kriterij. Gozdove na tonalitu bomo primerjali z gozdovi na tufu, kjer so sestoji poškodovanosti le do II. stopnje.

Izbor makrolokacij je podan:

- z rastiščem acidofilnega gozda hrasta, bukve in belkaste bekice,
- z geološko podlago tonalit in andezitni tuf,
- s predeli poškodovanosti.

2.2 Opis gozdov in sestojev raziskovalnega območja

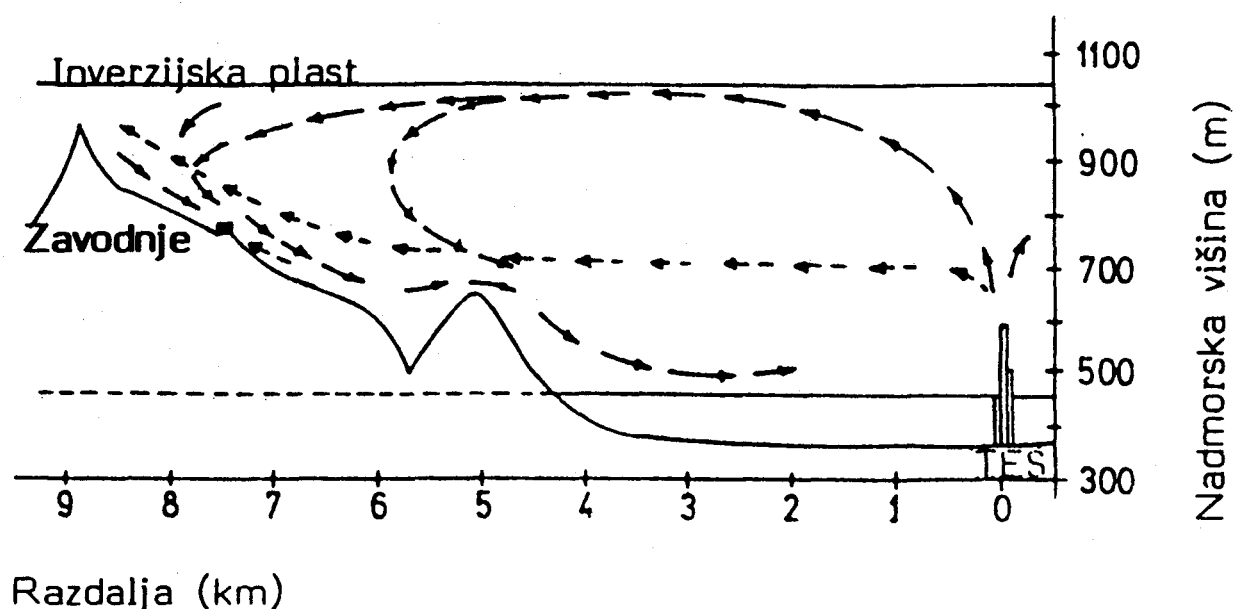
Raziskovalno območje zajema gozdove gozdne združbe *Querco-Luzulo Fagetum*, in sicer sredinsko subasociacijo, ki je tod najbolj razširjena (MARINČEK, 1987). To je acidofilni gozd gradna, bukve in belkaste bekice na silikatu. Mezorelief je razgiban, pobočaj pa so razbrazdana s številnimi jarki. Raziskovalne ploskve so v nadmorskih višinah med 310 in 1130 m. Zaradi svojih pionirskih lastnosti in po zaslugi človeka (roparskega načina gospodarjenja v preteklosti, ekonomskega interesa) je smreka prevladujoča drevesna vrsta teh gozdov (MARINČEK, 1987). Ponekod je popolna prevlada smreke skozi več generacij spremenila rastiščne razmere in se listavci danes le s težavo uveljavljajo, drugje pa raste smreka šele v prvi generaciji. Prevladujejo kmečki gozdovi s specifičnim načinom gospodarjenja — kmečko prebiranje.

Gozdovi na tonalitu

Raziskovalno območje na tonalitu zajema gozdove višinskega pasu med 530 in 1130 m nadmorske višine, kjer prevladujejo strmejša in pretežno južna pobočja. Zaradi tega so tu tla bolj sušna, skeletna, slabše rodovitna in zelo občutljiva na antropoge-

ne vplive (MARINČEK, 1987). Kmečko prebiranje kot način gospodarjenja je v teh gozdovih še posebno izrazito.

Gozdovi so izpostavljeni neposrednemu vplivu imisij termoelektrarne v Šoštanju. Zaradi visokih vrhov in strmih pobočij nastajajo v času inverzij močni pobočni vetrovi, v višini do 1100 m najpogosteje v zimskih obdobjih. Premeščanje oziroma kroženje imisij zaradi pobočnih vetrov povzroča močne poškodbe na gozdovih (HRČEK, 1988. Skica 2). Značilnost tega območja je predel III. stopnje poškodovanosti gozdov. Na tonalitu smo izločili tri predele poškodovanosti — III., II. in I. Torej tri podstratume. V vsakem od njih smo po načelu naključnosti izbrali po pet ploskev.



Skica 2: Cirkulacija zraka (smeri pobočnih vetrov) med dnevom (→) in nočno (⇄) pod inverzijsko plastjo v ožjem imisijskem območju TEŠ (HRČEK, 1989)

Substratum III.

Vse ploskve so v gozdnogospodarski enoti Bele vode, v zasebnem in družbenem sektorju gozdarstva Šoštanj in ležijo v višinskem pasu 720 do 920 m nadmorske višine — poprečno 831 m.

Ploskev I:

Leži v odd. 100, na nadmorski višini 720 m, sredi pobočja z nagibom 20° in JV lego. Starost sestoja je 84 let, zgornja višina 27,4 m, srednji premer* 35,8 cm, število dreves na ha je 560, lesna zaloga znaša 348 m³/ha. Zastrtost** ploskve je 0,65.

* poprečni premeri devetih najdebelejši dreves na ploskvi

** zastrtost ploskve z drevesi zgornjega sloja (1., 2. in 3. socialni razred — po Kraftu)

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,4 | sm 90 (šp, skup); ko 5 (ps, šp); hr, g.ja 5 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,2 | sm 60 (ps, šp); ko 35 (ps, šp); hr 5 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | ko 50 (ps, skup); sm 40 (ps); bu 10 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Vrzeli so močno pomlajene, sestava drevesnih vrst v inicialni fazi je pestra.

Ploskev 2:

Leži v odd. 80, nadmorski višini 770 m, sredi pobočja z nagibom 29° in SV lego. Starost sestoja je 72 let, zgornja višina 24,9 m, srednji premer 31,4 cm, število dreves na ha je 856, lesna zaloga znaša 373 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,80.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--------------------------------------|
| zeliščni sloj | 0,1 | sm 100 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | — | — |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | — | — |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Ploskev 3:

Leži v odd. 56, na nadmorski višini 790 m, na zgornjem pobočju nagiba 32° in JZ lego. Starost sestoja je 83 let, zgornja višina 24,7 m, srednji premer 36,2 cm. Število dreves na ha je 822, lesna zaloga znaša 450 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,55. Inicialne faze drevesne podrasti ni. Močan posek smreke zaradi ožiga v letu 1987 je bil opravljen v letu 1988. Opazna je rdeča trohnoaba.

Ploskev 4:

Leži v odd. 59, na nadmorski višini 955 m, sredi pobočja z nagibom 33° in JZ lego. Starost sestoja je 83 let, zgornja višina 23,8 m, srednji premer 38,9 cm, število dreves na ha je 633, lesna zaloga znaša 314 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,55.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--------------------------------------|
| zeliščni sloj | 0,1 | sm 90 (ps, šp); g.ja 10 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | — | — |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,2 | sm 60 (ps); bu 40 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

To je sestoj, v katerem so bili pred 15—20 leti posekani nosilci sestoja — pretežno rdeči bori. Polnilni sloj je prevzel vlogo glavnega sestoja.

Ploskev 5:

Leži v odd. 57, na nadmorski višini 920 m, sredi pobočja z nagibom 29° in J lego. Starost sestoja je 89 let, zgornja višina 22,4 m, srednji premer 33,7 cm, število dreves na ha je 411, lesna zaloga znaša 259 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,55.

Inicialne faze drevesne podrasti ni. V sestoju je bil v letu 1988 opravljen močan posek zaradi ožiga v letu 1985 in 1987. Poseg v sestoj je bil premočan, ker je ožig kazal močnejšo poškodovanost kot pozneje osutost. Sestojna zgradba je močno zrahljana. Rdeča trohnoba je močno prisotna.

Substratum II.

Vse ploskve so v gozdnogospodarski enoti Bele vode v zasebnem in družbenem sektorju gozdarstva Šoštanj in ležijo v višinskem pasu med 605 in 1130 m nadmorske višine — poprečno 743 m.

Ploskev 6:

Leži v odd. 110, v nadmorski višini 605 m, na spodnjem pobočju z nagibom 19° in JZ lego. Starost sestoja je 105 let, zgornja višina 28,1 m, srednji premer 43,1 cm, število dreves na ha je 611, lesna zaloga znaša 528 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,80.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,2 | sm 95 (skup); bu, b.ga 5 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,3 | sm 30 (šp, ps); bu 40 (ps); b.ga 30 (ps, šp) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | bu 90 (ps, šp); sm 10 (ps); ko (ps); b.ga (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten debeljak s pestro izbiro drevesnih vrst v inicialni fazi. Prisotna je tudi rdeča trohnoba.

Ploskev 7:

Leži v odd. 97, v nadmorski višini 645 m, na planoti z nagibom 12° in JV lego. Starost sestoja je 99 let, zgornja višina 24,4 m, srednji premer 35,6 cm, število posekanih dreves na ha 689, lesna zaloga znaša 421 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,70.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|---|
| zeliščni sloj | 0,6 | sm 90 (gn); hr 5 (ps); ko 5 (ps); |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,3 | sm 80 (sk, šp); ko 15, hr, g.ja 5 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | ko 85 (ps); sm 10 (šp); bu, m.js 5 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Ščetkasto pomlajena smreka s pestro izbiro drugih drevesnih vrst. Pri svetlitvenem poseku so bili posekani nosilci sestoja. Opazna je rdeča trohnoba.

Ploskev 8:

Leži v odd. 45, na nadmorski višini 1130 m, v zgornjem pobočju z nagibom 33° in SV lego. Starost sestoja je 84 let, zgornja višina 27,4 m, srednji premer 43,2 cm, število dreves na ha 378, lesna zaloga znaša 376 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,55.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--------------------------------------|
| zeliščni sloj | 0,3 | sm 90 (šp, ps); je 5 (ps); jr 5 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | — | — |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | jr 100 |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten enomeren sestoj, ki je bil v letu 1977 močno izsekan zaradi ožiga smreke. Opazna rdeča trohnoba.

Ploskev 9:

Leži v odd. 51, na nadmorski višini 725 m, v spodnjem pobočju z nagibom 34° in JZ lego. Starost sestoja je 64 let, zgornja višina 30,0 m, srednji premer 43,5 cm, število dreves na ha 511, lesna zaloga znaša 441 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,75.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--------------------------------------|
| zeliščni sloj | 0,1 | g.ja 70 (šp); sm 10 (ps); hr 20 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | — | — |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | sm 70 (šp); v.js 30 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten enodoben in enomeren sestoj.

Ploskev 10:

Leži v odd. 95, v nadmorski višini 610 m, na srednjem pobočju z nagibom 25° in JZ leto. Starost sestoja je 87 let, zgornja višina 27,2 m, srednji premer 41,0 cm, število dreves na ha 589, lesna zaloga znaša 458 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,75.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--------------------------------------|
| zeliščni sloj | 0,2 | sm 90 (sk), ko 10 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,6 | sm 60 (gn); ko 30 (ps); b.ga 10 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,2 | sm 60 (ps); ko 40 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten debeljak z vrzelastim sklepom zaradi poseka nosilcev sestoja — kmečko prebiranje. Na ploskvi je sestoj v celoti pomlajen. Rdeča trohnoaba je prisotna.

Substratum I.

Vse ploskve so v gozdnogospodarski enoti Bele vode, v zasebnem in družbenem sektorju Gozdarstva Šoštanj in ležijo v višinskem pasu med 530 in 1105 m nadmorske višine — poprečno 802 m.

Ploskev II:

Leži v odd. 80, na nadmorski višini 1010 m, na zgornjem pobočju z nagibom 32° in JZ lego. Starost sestoja je 82 let, zgornja višina 28,1 m, srednji premer 42,3 cm, število dreves na ha 456, lesna zaloga znaša 515 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,75.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,1 | sm 80 (šp, ps); bu 10 (ps); g.ja 10 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | — | — |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | — | — |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten enodoben sestoj.

Ploskev 12:

Leži v odd. 117, na nadmorski višini 540 m, v srednjem pobočju z nagibom 31° in J lego. Starost sestoja je 88 let, zgornja višina 23,9 m, srednji premer 32,3 cm, število dreves na ha 700, lesna zaloga znaša 315 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,55.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,1 | ko 50 (ps); hr 30 (ps); sm 20 (šp) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,5 | bu 70 (ps); ko 20 (ps); sm 10 (šp, ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | sm 100 |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Močno izsekan sestoj, kjer še danes gospodarijo s kmečkim prebiranjem — posekom najdebelejših dreves. Poleg tega je bil v tem sestoj posekan tudi polnilni sloj bukve in kostanja (čiščenje gozda v korist iglavcev). Močno še steljarijo. Rdeča trohnoba je močno prisotna.

Ploskev 13:

Leži v odd. 13, na nadmorski višini 530 m, na spodnjem pobočju z nagibom 26° in J lego. Starost sestoja je 105 let, zgornja višina 24,8 m, srednji premer 36,1 cm, število dreves na ha 767, lesna naloga znaša 379 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,75.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,1 | sm 80 (šp); hr 20 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,1 | bu 50 (ps); ko 30 (ps); m.js 10 (ps); sm 10 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | bu 40 (ps); sm 30 (ps); ko 3 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

V sestoju še danes gospodarijo s kmečkim prebiranjem — posekom najdebelejših dreves.

Ploskev 14:

Leži v odd. 79, na nadmorski višini 1105 m, na zgornjem pobočju z nagibom 29° in JZ lego. Starost sestoja je 77 let, zgornja višina 23,6 m, srednji premer 39,5 cm, število dreves na ha 888, lesna zaloga znaša 461 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,65. Inicialne faze drevesne podrasti ni.

Sestoj je raznodoben. Pred 20—25 leti so bili posekani nosilci sestoja. Polnilni sloj je prevzel vlogo glavnega sestoja.

Ploskev 15:

Leži v odd. 50, na nadmorski višini 825 m, v vznožju (ob jarku) z nagibom 33° in J lego. Starost sestoja je 71 let, zgornja višina 28,3 m, srednji premer 42,8 cm, število dreves na ha 889, lesna zaloga znaša 659 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,90.

Inicialne faze drevesne podrasti ni. Sestoj je kvaliteten enodoben mlajši debeljak.

Gozdovi na andezitnem tufu (stratum B)

Raziskovalno območje na tufu zajema gozdove višinskega pasu od 310 do 945 m nadmorske višine, kjer prevladujejo severna pobočja. Tla so rodovitnejša in manj občutljiva za antropogene vplive. Kmečko prebiranje tod ni tako izrazito kot v gozdovih na tonalitu. Zaradi drugačnega položaja tega kompleksa v krajini Šaleške doline gozdovi niso izpostavljeni neposrednemu vplivu imisij termoelektrarne Šoštanj, tako kot je to primer z gozdovi na tonalitu, čeprav so sicer bliže termoelektrarni. Poprečna oddaljenost ploskev od elektrarne znaša na andezitnem tufu 4.270 m, na tonalitu pa 8.290 m. Tu tudi ne najdemo predelov do III. stopnje poškodovanosti, zato smo izločili samo dva predela poškodovanosti I. in II. torej dva podstratuma, v vsakem smo po načelu naključnosti izbrali po 5 ploskev.

Substratum II.

Ploskve so v družbenem in zasebnem sektorju Gozdarstva Šoštanj. Gozdovi ležijo v višinskem pasu med 310 in 945 m nadmorske višine — poprečno 508 m.

Ploskev 16:

Leži v odd. 209 v gospodarski enoti (GE) Šoštanj, na nadmorski višini 445 m, na srednjem pobočju z nagibom 12° in SV lego. Starost sestoja je 101 leto, zgornja višina 31,2 m, srednji premer 39,0 cm, število dreves na ha 811, lesna zaloga znaša 657 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,80.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,2 | sm 80 (sk); je 5 (ps); ko 10 (ps); ko, bu 5 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,3 | bu 50 (sk); ko 30 (sk); je 20 sk |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,4 | bu 90 (sk); ko 10 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten enodoben sestoj s pestro izbiro drevesnih vrst v inicialni fazi. Opazna rdeča trohnoba.

Ploskev 17:

Leži v odd. 204, GE Šoštanj, na nadmorski višini 310 m, na spodnjem pobočju z nagibom 15° in SV lego. Starost sestoja je 79 let, zgornja višina 25,1 m, srednji premer 31,3 cm, število dreves na ha 856, lesna zaloga znaša 401 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,85.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,2 | sm 95 (gn); bu, ko, hr 5 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,2 | ko 40 (ps); bu 30 (ps); sm 30 (sk) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,4 | sm 60 (sk); bu 20 (ps); ko 10 (ps); hr 10 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten enomeren sestoj, kjer je bilo pred 15—20 leti močno prisotno sušenje rdečega bora. Po poseku borov je prevzela vlogo graditelja sestoja smreka.

Ploskev 18:

Leži v odd. 218, GE Šoštanj, na nadmorski višini 320 m, v vznožju z nagibom 28° in SV lego. Starost sestoja je 66 let, zgornja višina 32,8 m (SI = 26), srednji premer 39,2 cm, število dreves na ha 467, lesna zaloga znaša 493 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,75.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,6 | sm 90 (sk); hr 5 (ps); bu, b.ga 5 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,2 | b.ga 80 (ps); bu 10 (ps); ko 5 (ps); m.js 5 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | b.ga 70 (ps); g.ja 30 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Enodoben umetno osnovan smrekov sestoj z manjšo vrzeljo zaradi snegoloma. Sestoj leži v dolini ob reki Paki na bogatih humoznih tleh. Opazna je rdeča trohnoba.

Ploskev 19:

Leži v odd. 92, GE Bele vode, na nadmorski višini 945 m, na srednjem pobočju z nagibom 27° in S lego. Starost sestoja je 75 let, zgornja višina 30,7 m, srednji premer 47,6 cm, število dreves na ha 522, lesna zaloga znaša 587 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,90.

Inicialne faze drevesne podrasti ni.

Kvaliteten debeljak. Rdeča trohnoba je prisotna.

Ploskev 20:

Leži v odd. 20, GE Bele vode, na nadmorski višini 520 m, na srednjem pobočju z nagibom 39° in Z lego. Sestoj je star 75 let, zgornja višina 28,4 m, srednji premer 42,5 cm, število dreves na ha 667, lesna zaloga znaša 570 m³/ha. Zastrtost ploskve je 0,85.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | — | — |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,1 | b.ga 50 (ps); bu 50 (šp, ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,2 | b.ga 50 (ps); bu 30 (ps); sm 10 (šp); m.js 10 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Enodoben umetno osnovan debeljak, ki je bil zadnjič preredčen pred 25 leti. Rdeča trohnoba opazna.

Substratum I.

Ploskve so v družbenem in zasebnem sektorju Gozdarstva Šoštanj in ležijo v višinskem pasu 340—680 m nadmorske višine — popr. 450 m.

Ploskev 21:

Leži v odd. 179 GE Šoštanj, na nadmorski višini 340 m, na srednjem pobočju z nagibom 14° in V lego. Starost sestoja je 82 let, zgornja višina 33,4 m, srednji premer 46,5 cm, število dreves na ha 411, lesna zaloga znaša 472 m³/ha. Zastrtost je 0,75.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|------------|--------------------------------------|
| zeliščni sloj | ko, bu, če | (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,5 | sm, bu (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,8 | bu 70 (ps); b.ga 30 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten debeljak s kvalitetnim polnilnim slojem listavcev. Rdeča trohnoba je opazna.

Ploskev 22:

Leži v odd. 8, GE Šoštanj, na nadmorski višini 400 m, na spodnjem pobočju z nagibom 26° in SV lego. Starost sestoja je 100 let, zgornja višina 30,3 m, srednji premer 37,8 cm, število dreves na ha 478, lesna zaloga znaša 366 m³/ha. Zastrtost je 0,65.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,2 | g.ja 70 (šp); bu 10, ko 10, sm 10 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,3 | ko 60 (ps, šp); sm 20 (šp); bu 10 (ps); g.ja 10 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,3 | bu 50 (ps, šp); sm 20 (šp); ko 10 (ps); g.ja 10 (ps); b.ga 10 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten debeljak z vrzelastim sklepom. Vrzeli so nastale zaradi poseka kostanjev in najdebelejših smrek. Rdeča trohnoba je prisotna.

Ploskev 23:

Leži v odd. 213, GE Šoštanj, na nadmorski višini 390 m, ob vznožju pobočja z nagibom 19° in JV lego. Starost sestoja je 76 let, zgornja višina 28,7 m, srednji premer 42,7 cm, število dreves na ha 344, lesna zaloga znaša 392 m³/ha. Zastrtost je 0,65.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|---|
| zeliščni sloj | 0,2 | sm 30 (ps); je 10 (ps); hr 20 (ps); ko 20 (ps); bu 5 (ps); b.ga 5 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,5 | sm 60 (gn); hr 10 (ps); ko 10 (ps); bu 10 (ps); b.ga 10 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | sm 30 (sk); bu 30 (ps); hr 10 (ps); b.ga 10 (ps); je 20 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Kvaliteten debeljak, močno presvetljen zaradi sušenja jelke in širjenja pomladitvenega jedra. Pestra izbira drevesnih vrst v inicialni fazi.

Ploskev 24:

Leži v odd. 28, GE Bele vode, na nadmorski višini 680 m, na srednjem pobočju z nagibom 35° in SV lego. Starost sestoja je 108 let, zgornja višina 23,1 m, srednji premer 32,6 cm, število dreves na ha 789, lesna zaloga znaša 332 m³/ha. Zastrtost je 0,80.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--------------------------------------|
| zeliščni sloj | 0,2 | sm 95 (sk); je, hr 5 (ps) |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,1 | sm 95 (šp); bu 5 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | sm 100 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Lastnik gozda sedaj izvaja izredno radikalno obliko kmečkega prebiranja, ki meji že na "colske sečnje", zaradi svetlobe s strani je sestoj dobro pomlajen.

Ploskev 25:

Leži v odd. 34, GE Velenje, na nadmorski višini 440 m, ob vznožju pobočja z nagibom 27° in SZ lego. Starost sestoja je 80 let, zgornja višina 30,2 m, srednji premer 43,4 cm, število dreves na ha 511, lesna zaloga znaša $518 \text{ m}^3/\text{ha}$. Zastrtost je 0,75.

Inicialna faza drevesne podrasti po slojih

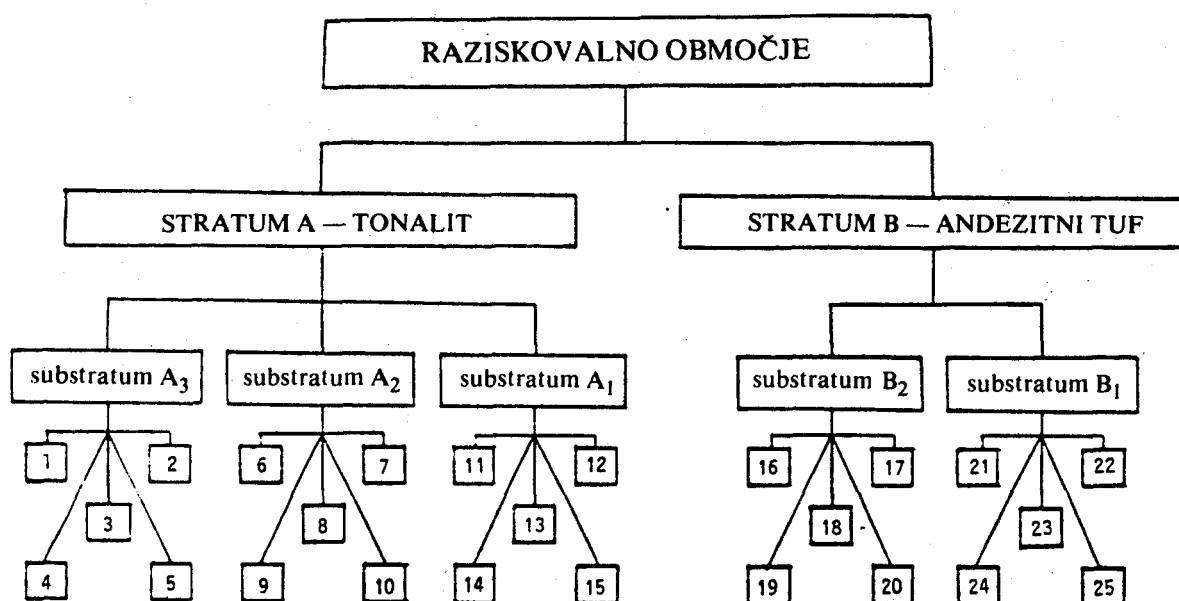
| INICIALNA FAZA | zast. | delež drevesnih vrst in mešanost v % |
|-------------------------------|-------|--|
| zeliščni sloj | 0,4 | sm 80 (sk, šp); b.ga 10 (ps); m.js 5 (ps); je 5 |
| grmovni sloj (—2,5 m) | 0,3 | sm 80 (šp, ps); je 10 (ps); b.ga 5 (ps); m.js 5 (ps) |
| polnilni sloj (2,5 m—10 cm Ø) | 0,1 | sm 90 (ps); je 10 (ps) |

ps šp skupina (1—5a) gnezdo (5-a)

Enakomeren debeljak srednje kvalitete.

V shemi št. 1 je prikazana shema izvedbe raziskave, v tabeli št. 1 so prikazane vrednosti pomembnejših kazalnikov v ploskvah, na skici 3 pa so v pregledni karti območja po različnih predelih poškodovanosti vrisane lokacije ploskev od 1 do 25.

Shema 1: Shema izvedbe raziskave



A₃, A₂, A₁, B₂, B₁. — predeli poškodovanosti
1, 2, 3, 25 — raziskovalne ploskve



Skica 3: Lokacije raziskovalnih ploskev 1—25

3 METODE DE LA

3.1 Izbira ploskev, meritve in ocenjevanja

Ploskve smo izbrali v smrekovih gozdovih v okolici Šoštanja, Zavodenj, Belih vod, Raven in Lokovice.

Kriteriji za izbor sestojev v stratumih in substratumih so bili naslednji:

- sestoji morajo biti v optimalni fazi (starejši drogovnjak, debeljak),
- sestoji morajo biti čisti, smreka mora biti zastopana vsaj z 80 % v temeljnici sestoja,
- sestoji naj bodo čim bolj enomerni in enodobni.

Na osnovi tako postavljenih kriterijev smo pripravili pregledno karto, na kateri so bili označeni oddelki, ki ustrezajo postavljenim kriterijem.

Osnove za pripravo preglednih kart so bile:

- geološka karta (Geološki zavod Ljubljana, 1982),
- fitocenološka karta (SAZU, 1987),
- ureditveni načrt 1980—1989 za GE Bele vode (GG Nazarje, 1980),
- karta poškodovanosti gozdov v občini Velenje (KOLAR, 1987).

Na pregledni karti smo naključno izbrali sestoje in nato na terenu naključno izbrali še posamezne ploskve v sestojih. Velikost ploskve znaša 30 m x 30 m. Po zakoličenju in izmeritvi smo meje ploskev vidno označili in nato oštevilčili vsa drevesa po zaporednih številkah na vseh ploskvah.

Pregled ploskev je podan v shemi št. 1.

Pri vsakem drevesu smo:

- izmerili prsni premer ($d_{1,3}$) in premer panja ($d_{0,3}$) na mm natančno,
- izmerili višino dreves na 0,5 m natančno (h) z višinomerom Blumeleiss,
- izmerili velikost in utesnjenost krošnje,
- razvrstili drevesa po socialnem položaju in gojitveni vlogi (funkciji).

Razvrstitev drevesa po socialnem položaju, velikosti krošnje in utesnjenosti smo opravili po Kraftovi klasifikaciji (ASSMAN, 1961) za trajne raziskovalne ploskve (KOTAR, 1980). Glede na združbene razmere v sestoju (po Kraftu) smo drevesa razvrstili v:

1. sloj — prevladujoča drevesa
2. sloj — vladajoča drevesa
3. sloj — sovladajoča drevesa

4. sloj — obvladana drevesa
5. sloj — prevladana drevesa

Glede na velikost krošnje so kriteriji prilagojeni smreki. Tako smo drevesa razvrstili:

- 1 — zelo velika krošnja
- 2 — normalno velika krošnja
- 3 — srednje velika krošnja
- 4 — majhna krošnja (asimetrična)
- 5 — zelo majhna krošnja

Razvrstitev glede na utesnjenost krošnje:

- 1 — vsestransko prosta krošnja
- 2 — 1/4 krošnje utesnjene (utesnjena z ene strani)
- 3 — 1/2 krošnje utesnjene (utesnjena z dveh strani)
- 4 — 3/4 krošnje utesnjene (utesnjena s treh strani)
- 5 — popolnoma utesnjena ali zastrta od zgoraj

Razvrstitev glede na gojitveno vlogo:

- 1 — kandidat
- 2 — indiferentno drevo
- 3 — konkurent
- 4 — koristno drevo

Po razvrstitvi dreves glede na socialni položaj smo pri drevesih gornjih slojev (prevladujoče, vladajoče in sovladajoča drevesa) izmerili še:

- prirastke zadnjih 30 let in jih odčitali po 5 letnih periodah
- dolžina debla do krošnje (na 0,5 m natančno)
- širino krošnje (na 10 cm natančno)

in ocenili:

- osutost vrha krošnje (na 5 % natančno)
- osutost celotne krošnje (na 5 % natančno)
- osončenost krošnje (na 10 % natančno)

Na vseh ploskvah smo nato vidno označili devet najdebelejših dreves, pri katerih smo ugotovili z vrtanjem do stržena v prsni višini.

Pri teh drevesih smo opravili tudi dve meritvi s kondiciometrom AS-1, s katerim lahko ugotavljamo stopnje vitalnosti dreves (Mac DOUGAL, 1988).

Izmerili smo tudi vse panje na ploskvi, pri katerih je bila izmeritev zaradi starosti panja ali trohnenja še možna. Vsakemu panju smo ocenili starost na 5 let natančno in ih razvrstili v grupe:

- 1— 5 let
- 5—10 let
- 11—15 let
- 16 in več let

Ocenili smo socialni položaj drevesa v času poseka (po Kraftu) glede na premer panja in situacijo v sestoji ter takratno gojitveno vlogo po istem kriteriju, kot pri obstoječih drevesih.

Ugotavljali smo tudi vzrok poseka po naslednjih kriterijih:

- 1 — posek zaradi umiranja (močne osutosti po ožigu)
- 2 — redčenje in naravno izločanje
- 3 — neznano
- 4 — ostale motnje (sneg, vetrolom)

Po tako opravljenih meritvah in ocenah smo opravili opise po ploskvah in sočasno tudi odkazali drevesa za posek. Vsa odkazana drevesa so bila izmerjena ali ocenjena po istih znakih kot ostala drevesa na ploskvi. Po istih kriterijih, kot pri posekanih drevesih, je bil evidentiran vzrok odkazila.

Opisi sestojev zajemajo naslednje številčne in opisne znake:

- položaj v krajini
- nadmorska višina
- lega
- nagib
- zastrtost (na zgornji sloj dreves)
- oddaljenost od termoelektrarne Šoštanj
- druga opažanja in opombe

Opravljen je bil tudi opis drevesne podrasti po slojih:

- zeliščni sloj
- grmovni sloj
- polnilni sloj

Ocenjena je zastrtost posameznih slojev v %, delež drevesnih vrst v posameznem sloju in način mešanosti; posamezna, šopasta, skupinska, gnezdasta.

Vsa terenska dela so bila opravljena v letu 1988 od meseca junija do septembra.

Nekaterih podatkov v naših analizah ne bomo uporabili, to so predvsem ocene, ki se nanašajo na panje, ker so precej negotove. Uporabili pa jih bomo pozneje pri strokovnih analizah dosedanjega gospodarjenja.

3.2 Izbira metod pri analizi podatkov iz zaključkov

Ker smo postavili ploskve znotraj posameznih stratumov oziroma substratkov po načelu naključja, smo se v analizi poslužili metod matematične statistike. Tako smo pri obdelavi odvisnih vzorcev pri preizkusu značilnosti razlik med aritmetičnimi sredinami uporabili test parov, pri preizkusu razlik med aritmetičnimi sredinami neodvisnih vzorcev pa analizo variance.

V več primerih smo pri ugotavljanju odvisnosti med kvalitativnimi znaki uporabili kontigenčne teste ter na osnovi njih izračunali Pearsonov koeficient kontigence.

Kadar smo imeli samo numerične vrednosti znakov, smo pri računanju odvisnosti uporabili metode linearne in krivuljne regresije, kadar smo imeli več spremenljivk, pa metode multiple regresije in multiple korelacije.

V primerih, ko ni bila zagotovljena dvostranska normalna porazdelitev odvisne in neodvisne spremenljivke, smo uporabili pri računanju odvisnosti Spearmanovo korelacijo ranga.

Vse izračune smo izvedli s pomočjo statističnega paketa SPSS na VTOZD za gozdarstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

4 REZULTATI ANALIZE

4.1 Proizvodna sposobnost rastišč

Vse v analizi zajete ploskve so na rastiščih, katerih fitocenoze (naravne) uvrščamo v sintaksonomsko enoto *Querco-Luzulo-Fagetum-typicum* (MARINČEK et al, 1987). Ker so njene naravne fitocenoze nadomeščene s smrekovimi sestoji, nas je v analizi zanimala predvsem proizvodna sposobnost rastišča za smreko. To smo ugotavljali z rastiščnim indeksom (SI_{50}) oziroma višinskimi bonitetnimi razredi na osnovi zgornje višine sestoja v starosti 50 let. Ker so analizirane ploskve velikosti 9 arov, smo ugotavljali zgornjo višino iz poprečja višin devetih najdebelejših dreves. Starost teh dreves smo ugotovili z izvrtki (do stržena) v višini 1,30 m. K tej starosti smo prišteli 10 let. To je čas, ki ga potrebuje drevo, da zraste do višine 1,30 m (na teh rastiščih).

Pregled ugotovljenih rastiščnih indeksov po ploskvah je podan v tabeli št. 1.

Tabela 1: Pregled ugotovljenih rastiščnih indeksov po ploskvah

| Ploskev | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| SI dej. | 18 | 18 | 16 | 15 | 13 | 16 | 13 | 18 | 24 | 17 | 19 | 14 | 13 | 16 | 21 | 19 | 17 | 26 | 23 | 20 | 23 | 18 | 20 | 12 | 21 |
| SI korig. | 18 | 18 | 16 | 20 | 17 | 17 | 20 | 18 | 24 | 18 | 19 | 17 | 16 | 18 | 21 | 19 | 17 | 24 | 23 | 20 | 23 | 18 | 20 | 20 | 21 |

Ugotovljeni rastiščni indeksi obsegajo vrednosti v razponu 12—26, kar je neobičajno. Rastišča glede na proizvodno sposobnost gotovo niso tako heterogena, zato moramo vzroke iskati v snovanju in gospodarjenju s sestoji. Ugotovili smo, da so na velikem delu analiziranih gozdov izvajali nekakšno prebiranje, pri katerem so bila odstranjena vsa najdebelejša in najvišja drevesa (sečnja na prag, kmečko prebiranje). Poleg tega pa so v posameznih predeli steljarili, ponekod pa celo odstranjevali sloj humusa (preperelino). Po določitvi predelov, kjer sta se izvajali prebiranje in steljarjenje, smo ugotovili, da so v teh predelih vse naše ploskve, ki imajo rastiščni indeks 17 in manj. V to skupino ploskev spadajo tudi tiste, na katerih je sestoj nastal pod nadzorstvom breze ali pod glavnim sestojem bora. Za vse te ploskve smo ponovno določili rastiščni indeks na enaki nadmorski višini, enakem nagibu in legi v neposredni bližini (50—100 m), vendar v tistih delih sestoja, ki so se normalno razvijali. Te novo ugotovljene vrednosti — SI — so zmanjšale razpon od 16 do 24. Ploskev št. 18 z vrednostjo SI = 26 leži v neposredni bližini reke Pake v dolini in gre verjetno za bogatejšo varianto iste združbe, ker se tu kopičijo hranilne snovi z višje ležečih predelov. Zato lahko trdimo, da imajo analizirana rastišča vrednosti SI 16—24, kar pa še vedno predstavlja zelo veliko variabilnost v pogledu rodovitnosti. Te novo ugotovljene vrednosti za SI so prikazane v isti tabeli v vrstici "korigirani SI".

4.2 Lesna zaloga sestojev na analiziranih ploskvah

V tabeli 2 so podane vrednosti lesne zaloge na analiziranih ploskvah, preračunane na ha. Poleg lesne zaloge stoječega sestoja je podan tudi volumen posekanih dreves ločeno za smreko ter ostale drevesne vrste. Tako dobimo vpogled v sečnjo v zadnjih desetletjih, temelječo na velikem številu zaradi ožiga poškodovanih dreves. Volumni so podani posebej za smreko ter skupaj za vse drevesne vrste.

Volumne posekanih dreves smo izračunali na osnovi premera panjev, in sicer tako, da smo iz premera panja izračunali premer, ki ga je imelo drevo v višini 1,3 m, ko je stalo. Povezavo med prsnim premerom in premerom na panju smo izvedli preko linearne odvisnosti funkcije tipa $Y = a + bx$, kjer pomeni x = premer panja v višini 0,30 m, Y = premer dreves v višini 1,3 m, in a b sta parametra funkcije, ki smo ju dobili na osnovi regresijske analize. Kot osnovo za to analizo pa smo vzeli podatke iz stoječega sestoja, to je premer dreves na panju in v prsni višini pri sedaj stoječih

drevesih. Ko smo tako izračunali temeljnico panjev, smo to pomnožili z vrednostjo za oblikovno višino sestoja (HF). Za oblikovno višino smo vzeli kar vrednost iz obstoječega sestoja. Dejansko je bila takrat, ko smo drevesa posekali, vrednost oblikovne višine nekoliko manjša, vendar ne bistveno, ker je višinsko priraščanje sestojev že močno upočasnjeno.

Tabela 2: Lesna zaloga stoječega sestoja ter posekanih dreves v zadnjih 25 letih (na osnovi izmerljivih panjev)

| Štev. ploskve | Lesna zaloga stoječega sestoja | | Volumen posekanih dreves v zadnjih 25 letih | | Odstotek posekane lesne mase v zadnjih 25 letih od lesne zal. stoj. sestoja v % |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|--|
| | smreka m ³ /ha | vse drev. vrst. m ³ /ha | smreka m ³ /ha | vse drev. vrst. m ³ /ha | |
| 1 | 315 | 348 | 89 | 118 | 34 |
| 2 | 342 | 373 | 124 | 149 | 40 |
| 3 | 416 | 450 | 68 | 94 | 21 |
| 4 | 286 | 314 | 61 | 126 | 40 |
| 5 | 230 | 259 | 112 | 194 | 75 |
| 6 | 431 | 528 | 16 | 66 | 13 |
| 7 | 357 | 421 | 113 | 113 | 27 |
| 8 | 376 | 376 | 212 | 212 | 56 |
| 9 | 420 | 441 | 111 | 111 | 25 |
| 10 | 444 | 458 | 199 | 199 | 43 |
| 11 | 472 | 515 | 247 | 247 | 48 |
| 12 | 278 | 315 | 147 | 223 | 71 |
| 13 | 343 | 379 | 71 | 71 | 19 |
| 14 | 447 | 461 | 100 | 195 | 42 |
| 15 | 659 | 659 | 161 | 161 | 24 |
| 16 | 511 | 657 | 79 | 91 | 14 |
| 17 | 355 | 410 | 35 | 60 | 15 |
| 18 | 493 | 493 | 132 | 132 | 27 |
| 19 | 533 | 587 | 120 | 120 | 20 |
| 20 | 532 | 570 | 85 | 118 | 21 |
| 21 | 467 | 472 | 168 | 168 | 36 |
| 22 | 357 | 366 | 187 | 203 | 55 |
| 23 | 348 | 392 | 63 | 86 | 22 |
| 24 | 332 | 332 | 92 | 92 | 28 |
| 25 | 518 | 518 | 80 | 80 | 15 |

Kot je razvidno iz tabele, so lesne zaloge obravnavanih sestojev kljub precejšnjemu propadanju smreke — za naše razmere — še vedno zadovoljive. Delež dreves, ki so bila posekana v zadnjih 20—25 letih (iz tega časa izvirajo tudi panji), pa je glede na sedanjo višino lesne zaloge v posameznih ploskvah razmeroma zelo visok. Vendar ta sorazmerno velik posek v tem kratkem času ni samo posledica propadanja sestojev,

ampak tudi prekomernega odstranjevanja nosilcev sestoja in listavcev v nekaterih zasebnih gozdovih.

Velika raznolikost v višini lesne zaloge je posledica različnih sestojev, različnih rastišč, različnega odstotka izkoriščanja letne kvote v zadnjih 25 letih ter tudi različnih načinov gospodarjenja. Podrobnejši vpliv rastišča in starosti bomo obravnavali v naslednjem podpoglavju, kjer obravnavamo velikost temeljnice. Vrednosti temeljnice so vedno natančnejše kot pa volumni in zato primernejši za razne primerjave in sklepanja.

4.3 Temeljnica sestoja in temeljnica posekanih dreves v zadnjih petindvajsetih letih

Kot smo navedli že v poglavju Raziskovalni objekti, smo postavili ploskve v sestojih, kjer je delež smreke po temeljnici 80 ali več odstotkov. Zato bo podobno razmerje tudi pri deležu drevesnih vrst po številu drevja. V tabeli št. 3 je prikazana velikost temeljnice po posameznih ploskvah ločeno za smreko in druge drevesne vrste. Poleg tega so v tabeli podane starosti posameznih sestojev, zgornje višine ter tablične vrednosti temeljnic enako starega sestoja na rastišču pripadajočega rastiščnega indeksa.

Primerjava vrednosti dejanske temeljnice s pripadajočo tablično nam pokaže, da obstajajo med posameznimi ploskvami precejšnje razlike, v poprečju pa je vrednost dejanske temeljnice na vzorčnih ploskvah celo 7,2 % nad temeljnico, kot jo izkazujejo donosne tablice. Če predpostavimo, da smo ploskve izbrali naključno, potem lahko prenesemo zaključke tudi na celotno populacijo analiziranih gozdov, t.j. v našem primeru na vse smrekove gozdove v obravnavanem območju, ki so v razvojni fazi drogovnjaka in debeljaka v starosti 60 do 110 let. Ta zaključek pa moramo statistično preizkusiti. Naša osnovna domneva je, da obstajajo razlike v velikosti temeljnice dejanskih sestojev ter pripadajočim tabličnim sestojem. To domnevo preizkusimo po metodi parov.

$$\frac{d}{S_d} = : t, \text{ pri čemer je } S_d = \frac{S_d}{n} = \frac{\sum (d_j - d)^2}{n - 1}$$

d = poprečna razlika med $G_{dej.} - G_{tabl.}$

n = število parov

d_j = $G_{dej.} - G_{tabl.}$ v paru i

S_d^2 = cenilka variance za d_j

t = vrednost spremenljivke v Student porazdelitvi

Če vstavimo v gornji obrazec številke, dobimo:

$$\frac{2,46}{1,485} = 1,458 (s_d = 7,426)$$

Tabela 3: Velikost temeljnice sestojev na vzorčnih ploskvah ter velikost temeljnice modelnih sestojev (tablica EAFV 1968)

| Ploskev | Starost | H | G/ha smr. | G/ha ost. d.v. | G/ha Skupaj | G/ha iz tablic | Gdej/G tabl. |
|---------|---------|------|--------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------|
| 1 | 84 | 27,4 | 26,89 | 3,44 | 30,23 | 33,9 | 0,89 |
| 2 | 72 | 24,9 | 31,26 | 2,66 | 33,92 | 32,8 | 1,03 |
| 3 | 83 | 24,7 | 39,48 | 2,92 | 42,40 | 31,3 | 1,35 |
| 4 | 83 | 23,8 | 29,36 | 3,13 | 32,49 | 36,3 | 0,90 |
| 5 | 89 | 22,4 | 21,94 | 2,61 | 24,55 | 33,0 | 0,74 |
| 6 | 105 | 28,1 | 35,53 | 9,28 | 44,81 | 34,0 | 1,32 |
| 7 | 99 | 24,4 | 32,24 | 6,14 | 38,38 | 37,6 | 1,02 |
| 8 | 84 | 27,4 | 31,91 | 0,00 | 31,91 | 34,0 | 0,94 |
| 9 | 64 | 30,0 | 33,20 | 2,18 | 35,38 | 38,8 | 0,91 |
| 10 | 87 | 27,2 | 38,60 | 1,56 | 40,16 | 34,2 | 1,17 |
| 11 | 82 | 28,1 | 38,27 | 3,34 | 41,61 | 35,0 | 1,19 |
| 12 | 88 | 23,9 | 26,86 | 3,75 | 30,61 | 32,9 | 0,93 |
| 13 | 105 | 24,8 | 31,33 | 4,24 | 35,57 | 32,7 | 1,09 |
| 14 | 77 | 23,6 | 43,00 | 1,41 | 44,41 | 33,3 | 1,33 |
| 15 | 71 | 28,3 | 55,36 | 0,00 | 55,36 | 36,4 | 1,52 |
| 16 | 101 | 31,2 | 39,93 | 10,28 | 50,21 | 36,4 | 1,38 |
| 17 | 79 | 25,2 | 31,81 | 4,50 | 36,31 | 32,2 | 1,13 |
| 18 | 66 | 32,8 | 34,29 | 0,00 | 34,29 | 39,2 | 0,87 |
| 19 | 75 | 30,7 | 40,65 | 4,33 | 45,03 | 39,2 | 1,15 |
| 20 | 75 | 28,4 | 42,89 | 3,71 | 46,60 | 35,5 | 1,31 |
| 21 | 82 | 33,4 | 33,44 | 1,14 | 34,58 | 39,9 | 0,87 |
| 22 | 100 | 30,3 | 27,88 | 1,30 | 29,18 | 35,1 | 0,83 |
| 23 | 76 | 28,7 | 26,95 | 4,15 | 31,10 | 35,7 | 0,87 |
| 24 | 108 | 23,1 | 33,50 | 0,00 | 33,50 | 38,0 | 0,88 |
| 25 | 80 | 30,2 | 40,54 | 0,00 | 40,54 | 37,3 | 1,19 |

Ker je izračunana vrednost $t = 1,485$ manjša kot t_{tabl} pri $m = 24$, sklepamo, da med dejanskimi lesnimi zalogami obravnavanih sestojev in lesno zalogo pripadajočih tabličnih sestojev ni razlik. To pa ne pomeni, da je zgradba teh gozdov takšna, kot je v gozdovih, ki niso prizadeti zaradi škodljivih emisij. V analiziranih gozdovih razpored dreves ni takšen kot v neprizadetih gozdovih, ker tista drevesa, ki so bila odstranjena, niso predstavljala samo konkurentov, ampak tudi osebkke, ki so se posušili ali pa so imeli zaradi ožiga močno poškodovano krošnjo. Posledice takšne nenaravne zgradbe teh sestojev so zaznavne na njihovem priraščanju.

Ker smo pri terenskem zajemanju podatkov prešteli in izmerili vse ohranjene panje lahko ugotovimo, kolikšen je delež vseh dreves, ki so bila odstranjena v zadnjih 25 letih. Sodimo, da panji na teh rastiščih strohnijo najkasneje v 25 letih, v nižjih legah in pri listavcih pa že prej. Izračun temeljnice na starost panjev je bil podan že v prejšnjem poglavju, ko smo tolmačili izračun volumna posekanih dreves.

Tabela 4: Število panjev ter višina temeljnice posekanih dreves v zadnjih 25. letih v m³/ha

| Ploskev | Skupno število panjev po periodah | | | | | Vrednosti temeljnice za smr. po periodah | | | | | Vrednosti temeljnice za vse drev. vrste po periodah | | | | | delež v I. periodi posekanih dreves v % |
|---------|-----------------------------------|-----|-----|-----|--------|--|------|------|-------|--------|---|------|------|-------|--------|---|
| | I | II | III | IV | Skupaj | I | II | III | IV | Skupaj | I | II | III | IV | Skupaj | |
| 1 | 78 | 56 | 56 | 10 | 200 | 4,59 | 1,88 | 1,74 | 0,73 | 8,94 | 5,77 | 1,88 | 3,51 | 0,73 | 11,90 | 48 |
| 2 | 122 | 100 | 67 | 56 | 345 | 4,72 | 4,46 | 2,45 | 0,97 | 12,61 | 4,73 | 4,46 | 2,73 | 3,18 | 15,9 | 31 |
| 3 | 78 | 111 | 89 | 33 | 311 | 2,53 | 2,89 | 1,57 | 0,38 | 7,37 | 2,53 | 2,89 | 2,95 | 1,90 | 10,27 | 25 |
| 4 | 44 | 56 | 56 | 66 | 222 | 2,50 | 2,07 | 1,79 | 0,98 | 7,34 | 2,50 | 2,07 | 4,97 | 5,53 | 15,06 | 17 |
| 5 | 333 | — | 11 | — | 344 | 18,18 | — | 0,64 | — | 18,82 | 18,65 | — | 0,64 | — | 19,28 | 97 |
| 6 | 56 | 22 | 11 | — | 89 | 0,79 | 0,79 | — | — | 0,79 | 3,17 | 1,79 | 1,47 | — | 6,43 | 49 |
| 7 | 111 | 56 | 66 | — | 233 | 4,73 | 2,39 | 3,85 | — | 10,97 | 4,73 | 2,39 | 3,85 | — | 10,97 | 43 |
| 8 | 189 | 144 | 33 | 123 | 489 | 9,08 | 4,03 | 0,64 | 6,08 | 19,82 | 9,08 | 4,03 | 0,64 | 6,08 | 19,82 | 46 |
| 9 | 211 | — | 33 | — | 244 | 8,25 | — | 1,70 | — | 9,95 | 8,25 | — | 1,70 | — | 9,95 | 83 |
| 10 | 22 | 111 | 100 | 144 | 377 | 3,08 | 4,68 | 5,00 | 7,15 | 19,92 | 3,08 | 4,68 | 5,00 | 7,15 | 19,92 | 15 |
| 11 | — | 156 | 178 | 233 | 567 | — | 9,18 | 4,93 | 6,51 | 20,62 | — | 9,18 | 4,93 | 6,51 | 20,62 | — |
| 12 | 100 | 167 | 100 | 100 | 467 | 3,46 | 6,76 | 4,18 | 1,47 | 15,87 | 3,46 | 6,76 | 5,37 | 8,51 | 24,10 | 14 |
| 13 | 78 | 78 | 22 | 22 | 200 | 2,46 | 3,35 | 1,05 | 0,45 | 7,31 | 2,46 | 3,35 | 1,05 | 0,45 | 7,31 | 34 |
| 14 | — | — | 178 | 378 | 556 | — | — | 4,40 | 12,13 | 16,83 | — | — | 4,40 | 17,58 | 21,98 | 0 |
| 15 | 133 | 278 | 222 | 78 | 711 | 1,74 | 4,36 | 7,02 | 2,10 | 14,96 | 1,47 | 4,36 | 7,02 | 2,10 | 14,96 | 10 |
| 16 | 11 | 122 | 89 | 11 | 233 | 0,42 | 3,48 | 2,63 | 0,55 | 7,07 | 0,42 | 3,48 | 3,46 | 0,55 | 7,91 | 5 |
| 17 | 22 | 78 | 33 | 11 | 144 | 0,97 | 1,20 | 0,46 | 0,73 | 3,37 | 0,97 | 2,19 | 2,03 | 0,73 | 5,92 | 16 |
| 18 | — | 133 | 11 | 67 | 211 | — | 7,51 | 0,38 | 1,69 | 9,58 | — | 7,51 | 0,38 | 1,69 | 9,58 | — |
| 19 | 122 | 111 | 44 | — | 277 | 5,42 | 3,11 | 1,28 | — | 9,80 | 5,42 | 3,11 | 1,28 | — | 9,80 | 55 |
| 20 | — | — | — | 211 | 211 | — | — | — | 7,78 | 7,78 | — | — | — | 10,88 | 10,88 | — |
| 21 | 100 | 111 | 33 | 11 | 255 | 7,50 | 3,47 | 1,63 | 0,22 | 12,82 | 7,50 | 3,47 | 1,63 | 0,22 | 12,82 | 59 |
| 22 | 78 | 78 | 67 | 11 | 234 | 7,72 | 5,27 | 3,33 | 0,68 | 17,01 | 7,72 | 4,97 | 3,33 | 0,68 | 17,01 | 45 |
| 23 | 22 | 100 | 33 | — | 155 | 7,57 | 2,38 | 0,85 | — | 5,10 | 1,57 | 4,75 | 1,23 | — | 7,55 | 21 |
| 24 | 156 | 67 | 22 | 11 | 256 | 8,38 | 1,29 | 0,46 | 0,50 | 10,63 | 8,38 | 1,29 | 0,46 | 0,50 | 10,63 | 79 |
| 25 | 22 | 33 | 67 | 56 | 178 | 0,87 | 2,13 | 2,98 | 1,04 | 7,02 | 0,87 | 2,13 | 2,98 | 1,04 | 7,02 | 12 |

V tabeli št. 4 sta prikaz števila panjev ter vrednost temeljnice za smreko ter za vse drevesne vrste po starosti panjev (od poseka nazaj) (I = 0—5 let, II = 6—10 let, III = 11—15 let, IV = nad 16 let).

Kot je razvidno iz tabele, je bila v zadnjem petletju sekana le smreka, izjema je neznatna količina ostalih drevesnih vrst na dveh ploskvah. Če primerjamo delež posekanega lesa v zadnji petletni periodi s celotno količino posekanega lesa v 25 letih, vidimo, da je le-ta kar v 14 ploskvah od skupno 25 ploskev nad 20 %, kolikor bi moral znašati, če bi enakomerno sekali. V desetih ploskvah je delež zadnje periode nad 40 %, na treh ploskvah je ta delež nad 60 %, na dveh pa nad 80 %.

4.4 Temeljnični prirastek dreves v zadnjih treh desetletjih

Kako so reagirala drevesa na vse večjo onesnaženost zraka nam kaže tudi temeljnični prirastek. Ta je ugotovljen na osnovi izvrtkov in premerov dreves, ki tvorijo 1., 2. in 3. socialni razred. Na nekaterih ploskvah so smreki primešane tudi druge drevesne vrste, zato moramo prirastek smreke, če ga izrazimo na enoto površine, korigirati oz. povečati za tolikšen delež, kot ga imajo ostale drevesne vrste v skupni temeljnici. Npr.: Če je delež smreke (1. 2. 3. soc. raz.) v skupni temeljnici 89 %, moramo povečati temeljnico na 100 % tako, da dejansko absolutno vrednost delimo z 0,89. Tako vse ploskve izenačimo. Zanimarimo pa osebkje 4. in 5. socialnega razreda. Tako korigirani temeljnični prirastki v zadnjih 6. petletnih periodah so podani v tabeli št. 5. Izračunani so na osnovi današnjega števila dreves (dejanske vrednosti bo potrebno dopolniti še s prirastki dreves, ki so bila odstranjena oz. posekana v zadnjih 6 periodah). Kot je razvidno iz tabele, je kar na 16 ploskvah temeljnični prirastek v zadnji periodi (v zadnjih 5 letih) manjši kot v predzadnji periodi. Ker so tu analizirana ista drevesa, je v zdravih sestojih tolikšen padec prirastka v tej starosti sestojev neobičajen. Tudi med drugo in tretjo periodo ostaja še vedno 14 ploskev, ki kažejo smer upadanja prirastka. Zanimiv pa je obrat med 4. in 5. periodo, ko je padec temeljničnega prirastka zopet nasproten pričakovanemu. Ta obrat si lahko razlagamo z redčenji po letu 1973. Verjetno so po redčenju preostala drevesa povečala debelinski prirastek, ali pa je bilo obdobje 1963—67 izredno ugodno za rast drevja. Brez dvoma pa je po letu 1968 tolikšno upadanje temeljničnega prirastka na istih drevesih posledica vse večjega onesnaževanja ozračja.

Iz prirastoslovnih študij (KOTAR, 1979; ASSMANN, 1961) je znano, da kulminacija volumenskega in tudi temeljničnega prirastka posameznega drevesa nastopi v precej višji starosti kot pa kulminacija sestojnega prirastka. (Zaostajanje prirastka posameznega drevesa za prirastkom sestoja). Na tabeli 5 prikazani prirastki pa morajo slediti zakonitostim, ki veljajo za drevesno in ne za sestojno priraščanje (ker tu niso upoštevana redčenja oziroma posekana drevesa).

Tabela 5: Temeljnični prirastki (korigirani — povečani za delež ostalih drev. vrst) smreke v zadnjih 6 petletnih periodah (socialni razred 1, 2 in 3) v m²/ha (ig m²/ha)

| Ploskev | Delež smr. v % | 1. periōda 1983—87 ig m ² /ha | 2. perioda 1978—82 ig m ² /ha | 3. perioda 1973—77 ig m ² /ha | 4. perioda 1968—72 ig m ² /ha | 5. perioda 1963—67 ig m ² /ha | 6. perioda 1958—62 ig m ² /ha |
|---------|-------------------|--|--|--|--|--|--|
| 1 | 88,9 | 0,5212 | 0,4037 | 0,5099 | 0,4512 | 0,4337 | 0,3450 |
| 2 | 92,1 | 0,3414 | 0,3655 | 0,3704 | 0,4307 | 0,4681 | 0,5115 |
| 3 | 93,1 | 0,3903 | 0,4774 | 0,5502 | 0,4941 | 0,5108 | 0,5490 |
| 4 | 90,4 | 0,3945 | 0,3982 | 0,4290 | 0,3958 | 0,4131 | 0,4204 |
| 5 | 89,3 | 0,3658 | 0,3982 | 0,3994 | 0,4392 | 0,5027 | 0,4743 |
| 6 | 79,3 | 0,4848 | 0,5030 | 0,5563 | 0,5577 | 0,5464 | 0,4596 |
| 7 | 84,0 | 0,4471 | 0,4709 | 0,4987 | 0,4008 | 0,4418 | 0,4101 |
| 8 | 100,0 | 0,3833 | 0,3856 | 0,3789 | 0,3867 | 0,4044 | 0,3789 |
| 9 | 93,9 | 0,4911 | 0,4615 | 0,6674 | 0,6106 | 0,7407 | 0,7597 |
| 10 | 96,1 | 0,5504 | 0,5897 | 0,5758 | 0,5388 | 0,6070 | 0,5272 |
| 11 | 92,0 | 0,7150 | 0,6244 | 0,5544 | 0,5942 | 0,6184 | 0,5543 |
| 12 | 87,7 | 0,4954 | 0,4662 | 0,4371 | 0,3205 | 0,3560 | 0,3345 |
| 13 | 88,1 | 0,5436 | 0,5713 | 0,6079 | 0,4060 | 0,4805 | 0,4376 |
| 14 | 96,8 | 0,7920 | 0,8242 | 0,8333 | 0,8425 | 0,8804 | 0,7231 |
| 15 | 100,0 | 0,6733 | 0,7000 | 0,7978 | 0,8044 | 0,9111 | 0,8111 |
| 16 | 79,5 | 0,7282 | 0,5968 | 0,5856 | 0,6191 | 0,5241 | 0,5087 |
| 17 | 87,6 | 0,6659 | 0,6076 | 0,6038 | 0,5543 | 0,4997 | 0,4465 |
| 18 | 100,0 | 0,7067 | 0,6967 | 0,6500 | 0,5567 | 0,5522 | 0,4944 |
| 19 | 90,3 | 0,5636 | 0,6374 | 0,8047 | 0,7666 | 0,7629 | 0,8047 |
| 20 | 92,0 | 0,7029 | 0,8925 | 0,9915 | 0,7428 | 0,8249 | 0,6872 |
| 21 | 96,7 | 0,5561 | 0,6745 | 0,6584 | 0,5699 | 0,5791 | 0,4918 |
| 22 | 95,5 | 0,6259 | 0,5049 | 0,4607 | 0,4363 | 0,4945 | 0,4084 |
| 23 | 86,6 | 0,5774 | 0,6723 | 0,6762 | 0,4824 | 0,5158 | 0,4760 |
| 24 | 100,0 | 0,5167 | 0,4944 | 0,4533 | 0,3633 | 0,4100 | 0,3833 |
| 25 | 100,0 | 0,7267 | 0,7611 | 0,5967 | 0,6122 | 0,6311 | 0,6000 |

4.5 Temeljnica in temeljnični prirastek po socialnih razredih

4.5.1 Temeljnica dreves

V naši analizi smo se osredotočili samo na drevesa, ki se pojavljajo s svojimi krošnjami v strehi sestoja ("stand canopy"), ker ti osebki proizvajajo glavni del lesne mase sestoja. Podstojna in izločena drevesa predstavljajo le nepomemben del sestoja glede na lesno maso. V analizi nas je zanimalo, če v razmerah velikega onesnaževanja zraka še veljajo iste zakonitosti priraščanja po socialnih razredih kot v sestojih, ki rastejo v zdravem okolju. V ta namen smo tvorili kazalnik, ki je količnik dveh relativnih števil oz. indeksov (KOTAR, 1980). Ta kazalnik nam v našem primeru podaja učinkovitost dreves pri priraščanju v posameznem socialnem razredu. Kazalnik ima v števcu relativni delež nanovo ustvarjenega prirastka v danem socialnem razredu, v imenovalcu pa relativni delež lesne mase istega socialnega razreda. Vrednost kazalnika nad 1 pomeni, da drevesa tistega socialnega razreda priraščajo nadpovprečno, vrednost pod 1 pa pomeni podpovprečno priraščanje. Splo-

šna zakonitost v zdravih sestojih je, da imajo drevesa 1. in 2. socialnega razreda v prirastku večji delež kot pa v lesni zalogi. V sestojih, ki rastejo v onesnaženem okolju, pa ni nujno, da ta zakonitost velja, ker lahko škodljive imisije močnejše prizadejajo dominantna drevesa.

Tabela 6: Vrednost kazalnika (1.1.), ki podaja učinkovitost priraščanja dreves vladajočega razreda (1 + 2) in razreda sovladajočih (3)

| Ploskev | 1. perioda 1983—87 | | 2. perioda 1978—82 | | 3. perioda 1973—77 | | 4. perioda 1968—72 | | 5. perioda 1963—67 | | 6. perioda 1958—63 | |
|---------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|
| | (1 + 2) | 3 | (1 + 2) | 3 | (1 + 2) | 3 | (1 + 2) | 3 | (1 + 2) | 3 | (1 + 2) | 3 |
| 1 | 1,027 | 0,934 | 0,961 | 1,098 | 1,032 | 0,920 | 1,045 | 0,890 | 1,011 | 0,973 | 1,047 | 0,889 |
| 2 | 1,079 | 0,954 | 0,967 | 1,019 | 1,001 | 0,999 | 1,008 | 0,995 | 0,954 | 1,027 | 0,920 | 1,048 |
| 3 | 0,997 | 1,005 | 0,992 | 1,012 | 1,049 | 0,930 | 1,007 | 0,990 | 1,031 | 0,957 | 0,983 | 1,024 |
| 4 | 1,010 | 0,984 | 0,958 | 1,069 | 0,949 | 1,085 | 0,899 | 1,174 | 0,933 | 1,119 | 0,977 | 1,042 |
| 5 | 0,982 | 1,018 | 0,982 | 1,018 | 0,971 | 1,031 | 1,012 | 0,988 | 0,957 | 1,045 | 0,917 | 1,089 |
| 6 | 1,092 | 0,870 | 1,070 | 0,902 | 0,976 | 1,034 | 0,979 | 1,029 | 1,036 | 0,950 | 1,012 | 0,983 |
| 7 | 1,089 | 0,880 | 1,051 | 0,932 | 1,111 | 0,854 | 1,021 | 0,972 | 1,111 | 0,859 | 1,013 | 0,984 |
| 8 | 1,056 | 0,884 | 1,021 | 0,957 | 1,084 | 0,831 | 0,942 | 1,119 | 0,996 | 1,009 | 1,009 | 0,982 |
| 9 | 1,026 | 0,970 | 1,030 | 0,965 | 1,028 | 0,968 | 0,950 | 1,058 | 0,963 | 1,004 | 0,858 | 1,051 |
| 10 | 1,001 | 0,995 | 0,991 | 1,038 | 1,011 | 0,951 | 0,998 | 1,011 | 0,966 | 1,156 | 0,979 | 1,096 |
| 11 | 0,984 | 1,016 | 1,041 | 0,957 | 0,968 | 1,033 | 0,959 | 1,043 | 0,942 | 1,062 | 1,031 | 0,967 |
| 12 | 1,094 | 0,897 | 1,146 | 0,845 | 1,126 | 0,870 | 1,032 | 0,968 | 0,112 | 0,888 | 1,133 | 0,873 |
| 13 | 0,955 | 1,081 | 0,944 | 1,101 | 0,946 | 1,100 | 0,924 | 1,145 | 0,930 | 1,135 | 0,931 | 1,138 |
| 14 | 1,070 | 0,938 | 1,011 | 0,991 | 1,017 | 0,985 | 0,998 | 1,002 | 1,028 | 0,976 | 1,061 | 0,948 |
| 15 | 1,093 | 0,871 | 1,038 | 0,948 | 1,098 | 0,968 | 1,039 | 0,949 | 1,002 | 0,998 | 1,035 | 0,954 |
| 16 | 1,104 | 0,685 | 1,088 | 0,740 | 1,050 | 0,856 | 1,022 | 0,938 | 1,069 | 0,807 | 1,064 | 0,826 |
| 17 | 1,152 | 0,867 | 1,052 | 0,955 | 1,145 | 0,879 | 1,123 | 0,900 | 1,090 | 0,928 | 1,066 | 0,771 |
| 18 | 1,068 | 0,896 | 1,050 | 0,924 | 1,045 | 0,933 | 1,050 | 0,926 | 0,997 | 1,005 | 0,983 | 1,025 |
| 19 | 1,102 | 0,834 | 1,050 | 0,925 | 1,067 | 0,901 | 1,020 | 0,971 | 1,000 | 1,000 | 0,972 | 1,042 |
| 20 | 1,011 | 0,987 | 1,054 | 0,942 | 0,948 | 1,057 | 1,023 | 0,975 | 0,915 | 1,096 | 0,989 | 1,013 |
| 21 | 1,123 | 0,756 | 1,089 | 0,828 | 1,055 | 0,897 | 1,029 | 0,946 | 1,073 | 0,868 | 1,085 | 0,852 |
| 22 | 1,151 | 0,816 | 1,156 | 0,817 | 1,092 | 0,895 | 1,091 | 0,898 | 1,110 | 0,881 | 0,971 | 1,031 |
| 23 | 0,977 | 1,036 | 1,031 | 0,951 | 1,138 | 0,798 | 1,061 | 0,912 | 1,036 | 0,949 | 1,160 | 0,790 |
| 24 | 1,109 | 0,951 | 0,886 | 1,053 | 0,975 | 1,012 | 1,048 | 0,978 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 25 | 1,179 | 0,815 | 1,181 | 0,821 | 1,137 | 0,869 | 1,114 | 0,893 | 1,103 | 0,906 | 1,057 | 0,949 |

V literaturi smo zasledili, da je osutost včasih večja pri dominantnih drevesih, to pa lahko vpliva na zmanjšanje priraščanja. Vrednosti indeksov so podane v tabeli št. 6. Obrazec za izračun takega kazalnika je naslednji:

$$I.I. = \frac{ig \%}{g \%}$$

kar pomeni $ig \% =$ delež tekočega prirastka v obravnavanem socialnem razredu
 $g \% =$ delež temeljnice v obravnavanem razredu

V našem primeru smo namesto volumenskega prirastka uporabili temeljnični prirastek in temeljnico. Za potrebe analize smo združili drevesa 1. in 2. soc. razreda in jih obravnavamo skupaj kot razred vladajočih. Drevesa 3. soc. razreda predstavljajo razred sovladajočih osebkov, ki s svojimi krošnjami prodirajo v streho sestoja.

Z gotovostjo lahko trdimo, da so vrednosti tega kazalnika uporabne za zadnji dve periodi (1—10 let), ker v tem času ni prišlo do socialnega vzpona ali pa je bil le-ta izjemen pri posameznem osebku. Zato lahko trdimo, da so drevesa, ki so bila v času analize v razredu vladajočih, bila v istem razredu tudi pred 5 oz. 10 leti. Kot je razvidno iz tabele, je v času analize vrednost indeksa indeksov (I.I.) kar na 5 ploskvah v razredu vladajočih manjša od 1, pred 5 leti pa celo na osmih ploskvah. Sestoji teh ploskev, kjer je vrednost I.I. vladajočega socialnega razreda manjša kot 1, imajo skupno značilnost, da so močno presvetljeni zaradi poseka dreves, ki so bila močno poškodovana zaradi ožiga, na dveh ploskvah pa je bil vzrok posek najvitalnejših dreves.

4.5.2 Temeljnica sestoja

Poleg temeljničnega prirastka po socialnih razredih sedanjega sestoja po periodah je dober kazalnik vpliva onesnaženja na rast tudi gibanje tekočega temeljničnega prirastka sestoja. V tem primeru so k vrednosti tekočega prirastka prispevala svoj delež tudi drevesa, ki so bila posekana. Ker smo ugotavljali prirastek samo na drevesih smreke, ki so bila uvrščena v prve tri socialne razrede (1 + 2 + 3), smo izračunali tudi prirastek po petletnih periodah samo za smrekove panje, katerih drevesa so bila v teh treh zgornjih socialnih razredih. Temeljnični prirastek dreves, ki so bila posekana, smo izračunali na naslednji način:

1. Na osnovi premera panja smo ugotovili premer drevesa v prsni višini in to s pomočjo funkcije $Y = a + bx$. Parametra a in b smo izračunali na osnovi merjenj premera panja in prsnega premera na drevesih, ki danes tvorijo sestoj.
2. Vsem premerom panjev, ki so nastali v zadnji petletni periodi, smo odšteli 2,5 poprečna debelinska prirastka. Tako smo dobili premer panja ob začetku zadnje periode. Kot je razvidno iz navodila smo predpostavili, da smo vsa posekana drevesa v zadnji periodi posekali na sredi periode. Analogno smo naredili za predzadnjo in predpredzadnjo periodo. Če periode označimo z indeksom od I. do III. (I. = zadnja petletna perioda), potem lahko napišemo za temeljnični prirastek posekanih dreves naslednji obrazec:

$$\text{I. perioda } ig_I = \frac{\pi}{4} (d_I^2 - (d_I - 2,5 i_{d_I})^2) n_1$$

$$\begin{aligned} \text{II. perioda } ig_{II} = & \frac{\pi}{4} ((d_I - 2,5 i_{d_I})^2 - (d_I - 2,5 i_{d_I} - 5 i_{d_{II}})^2) + \\ & + \frac{\pi}{4} (d_{II}^2 - (d_{II} - 2,5 I_{d_{II}})^2) n_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{III. perioda } ig_{\text{III.}} = & \frac{\pi}{4} ((d_{\text{I.}} - 2,5 i_{d_{\text{I.}}} - 5 i_{d_{\text{II}}})^2 - (d_{\text{I.}} - 2,5 i_{d_{\text{I.}}} - \\
 & - 5 i_{d_{\text{II.}}} - 5 d_{\text{III.}})^2) n_1 + \frac{\pi}{4} ((d_{\text{II.}} - 2,5 i_{d_{\text{II.}}})^2 - \\
 & - (d_{\text{II.}} - 2,5 i_{d_{\text{II.}}} - 5 i_{d_{\text{III.}}})^2) n_2 + \frac{\pi}{4} ((d_{\text{III.}})^2 - \\
 & - (d_{\text{III.}} - 2,5 i_{d_{\text{III.}}})^2) n_3
 \end{aligned}$$

$d_{\text{I.}}$ = poprečni premer dreves, izračunan iz panjev, posekanih v periodi I.

$d_{\text{II.}}$ = poprečni premer dreves, izračunan iz panjev, posekanih v periodi II.

$d_{\text{III.}}$ = poprečni premer dreves, izračunan iz panjev, posekanih v periodi III.

$i_{d_{\text{I.}}}$ = poprečni letni debelinski prirastek stoječih dreves v periodi I.

$i_{d_{\text{II.}}}$ = poprečni letni debelinski prirastek stoječih dreves v periodi II.

$i_{d_{\text{III.}}}$ = poprečni letni debelinski prirastek stoječih dreves v periodi III.

n_1 = število panjev, ki so nastali v periodi I. (število posekanih dreves v tej periodi)

n_2 = število panjev, ki so nastali v periodi I.

n_3 = število panjev, ki so nastali v periodi II.

Tekoči temeljnični prirastek v zadnjih treh periodah sedanjega stoječega sestoja, posekanih dreves v zadnjih treh periodah ter skupni tekoči prirastek so podani v tabeli 7.

V tej tabeli je podan tudi odnos oziroma razmerje med tekočim prirastkom v zadnji periodi ter prirastkom v predpredzadnji periodi. Razlika med tema dvema periodama je 10 let. Če primerjamo padec temeljničnega prirastka pri tej starosti v ustreznih bonitetnih razredih v donosnih tablicah, ugotovimo, da naj bi prirastek v zadnji periodi znašal 87,5 % od vrednosti temeljničnega prirastka pred 10 leti. V sestojih, ki smo jih analizirali, pa je kar v 17. primerih ta odstotek občutno nižji. Zato upravičeno sklepamo, da je prirastek v zadnjem desetletju premajhen in to glede na sedanjjo temeljnico, kakor tudi na vrednost, ki jo je imel pred 10. leti.

4.6 Debelinski prirastek v zadnjih treh desetletjih

V vseh sestojih vzorčnih ploskev smo z vrtnjem ugotovili debelinski prirastek za 30 let nazaj po 5-letnih periodah in na drevesih, ki so v 1., 2. in 3. socialnem razredu (po KRAFTU). Iz številnih raziskav je znano, da 95 % in celo več od celotnega prirastka tvorijo drevesa teh treh socialnih razredov. (KOTAR, 1978) V nižjih razredih, to je v 4. in 5. razredu, je prirastek neznaten, poleg tega pa so letnice zelo ozke in zato neprimerne za štetje.

Tabela 7: Letni tekoči temeljnični prirastek (m²/ha) dreves sedanjega sestoja in posekanih dreves po periodah

| Ploskev | Sestoj | | | Posekana drevesa | | | Skupaj temelj. prir. | | | Dejanski temelj. prir. Tablični temelj. prir. x 100 % |
|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | I. perioda ig m ² /ha | II. perioda ig m ² /ha | III. perioda ig m ² /ha | I. perioda ig m ² /ha | II. perioda ig m ² /ha | III. perioda ig m ² /ha | I. perioda ig m ² /ha | II. perioda ig m ² /ha | III. perioda ig m ² /ha | |
| 1 | 0,5381 | 0,4280 | 0,5298 | 0,1465 | 0,1657 | 0,3086 | 0,6846 | 0,5937 | 0,8384 | 84,7 |
| 2 | 0,3532 | 0,3901 | 0,3874 | 0,0509 | 0,1205 | 0,1643 | 0,4037 | 0,5106 | 0,5517 | 73,2 |
| 3 | 0,4128 | 0,5010 | 0,5860 | 0,0260 | 0,0560 | 0,1204 | 0,4388 | 0,5570 | 0,7064 | 62,1 |
| 4 | 0,4142 | 0,4319 | 0,4686 | 0,0520 | 0,0822 | 0,1764 | 0,4662 | 0,5141 | 0,6450 | 72,3 |
| 5 | 0,3642 | 0,3963 | 0,3980 | 0,2642 | 0,3144 | 0,3713 | 0,6284 | 0,7107 | 0,7693 | 81,7 |
| 6 | 0,5122 | 0,5366 | 0,5980 | 0,0512 | 0,0820 | 0,1296 | 0,5634 | 0,6186 | 0,7276 | 77,4 |
| 7 | 0,5063 | 0,5299 | 0,5506 | 0,0536 | 0,0986 | 0,1771 | 0,5599 | 0,6285 | 0,7227 | 76,9 |
| 8 | 0,3838 | 0,3856 | 0,3785 | 0,1433 | 0,2061 | 0,2064 | 0,5271 | 0,5917 | 0,5849 | 90,1 |
| 9 | 0,4768 | 0,5641 | 0,6493 | 0,1240 | 0,1513 | 0,2127 | 0,6008 | 0,7154 | 0,8620 | 69,7 |
| 10 | 0,5469 | 0,5855 | 0,5717 | 0,0564 | 0,1198 | 0,2141 | 0,6033 | 0,7053 | 0,7858 | 76,8 |
| 11 | 0,7296 | 0,6469 | 0,5738 | 0,0195 | 0,1624 | 0,2056 | 0,7315 | 0,8093 | 0,7794 | 93,9 |
| 12 | 0,5010 | 0,4674 | 0,4396 | 0,1588 | 0,3253 | 0,4175 | 0,6598 | 0,7927 | 0,8571 | 77,0 |
| 13 | 0,5276 | 0,5906 | 0,5906 | 0,0370 | 0,1237 | 0,1484 | 0,5646 | 0,7143 | 0,7390 | 76,4 |
| 14 | 0,7909 | 0,8233 | 0,8319 | — | — | 0,1155 | 0,7909 | 0,8233 | 0,9479 | 83,5 |
| 15 | 0,6732 | 0,7004 | 0,7979 | 0,0149 | 0,0684 | 0,2610 | 0,6881 | 0,7688 | 1,0589 | 65,0 |
| 16 | 0,7658 | 0,6268 | 0,6158 | 0,0154 | 0,0828 | 0,1912 | 0,7812 | 0,7096 | 0,8070 | 96,8 |
| 17 | 0,6980 | 0,6444 | 0,6461 | 0,0277 | 0,0533 | 0,1244 | 0,7257 | 0,6977 | 0,7705 | 94,2 |
| 18 | 0,7068 | 0,6971 | 0,6499 | — | 0,1893 | 0,1784 | 0,7068 | 0,8864 | 0,6677 | 105,9 |
| 19 | 0,5532 | 0,6254 | 0,8268 | 0,0596 | 0,1040 | 0,1492 | 0,6128 | 0,7308 | 0,9760 | 62,8 |
| 20 | 0,6864 | 0,8716 | 0,9683 | — | — | — | 0,6864 | 0,8716 | 0,9683 | 70,9 |
| 21 | 0,5381 | 0,6519 | 0,6363 | 0,1180 | 0,1639 | 0,2056 | 0,6561 | 0,8158 | 0,8419 | 65,6 |
| 22 | 0,5975 | 0,4821 | 0,4401 | 0,1388 | 0,2411 | 0,3002 | 0,7363 | 0,7232 | 0,7403 | 99,5 |
| 23 | 0,6080 | 0,7059 | 0,8915 | 0,0752 | 0,2341 | 0,2308 | 0,6832 | 0,9400 | 1,1223 | 60,9 |
| 24 | 0,5164 | 0,4940 | 0,4531 | 0,1431 | 0,1524 | 0,1498 | 0,6595 | 0,6464 | 0,6029 | 109,4 |
| 25 | 0,7269 | 0,7611 | 0,5972 | 0,0186 | 0,0447 | 0,0740 | 0,7455 | 0,8058 | 0,6712 | 111,1 |

Pri ostalih drevesnih vrstah, ki so bile primešane, nismo ugotavljali prirastka.

V tabeli št. 8 so prikazane vrednosti letnega debelinskega prirastka po petletnih periodah, in sicer tako, da je perioda št. 1 zadnje petletje, perioda št. 2 predzadnje itd.

Iz tabele je razvidno, da je poprečni debelinski prirastek upadal. Ta padec je izrazitejši pri drevesih 1. in 2. socialnega razreda. Podrobnejše analize zmanjševanja debelinskega prirastka po ploskvah bomo opravili kasneje, ko bomo tolmačili tudi vzroke tega padanja. V poprečju pa je za vse analizirane sestoje zmanjšanje podano z regresijsko premico $Y' = 2,733 - 0,039 X$; $r = 0,968$.

To pomeni:

Y' = debelinski prirastek, X = starost, ki jo pričenjamo šteti z letom 1958 (leto 1958 je $X = 1$, leto 1987 je $X = 30$).

Kot vidimo, se je v poprečju zmanjšal debelinski prirastek vsako leto za 0,039 mm. Tveganje pri tej trditvi, če jo posplošimo na vse smrekove gozdove analiziranega območja, je manjše oz. enako 1%. To velja za drevesa 1., 2. in 3. socialnega razreda. Padanje prirastka ni samo posledica staranja sestojev, ker so izbrani sestoji razmeroma mladi in glede zastrtosti razmeroma presvetljeni, saj znaša srednja zastrtost vseh 26 ploskev 0,708 ($s = 0,125$). V zdravih sestojih je padec debelinskega prirastka v intervalu obravnavanih starosti sestojev in pri obravnavanih gostotah manjši. Zato lahko sklepamo, da je zmanjševanje debelinskega prirastka v zadnjih 25. letih tudi posledica onesnaženosti zraka in da je ta padec bolj izrazit v zadnjem desetletju.

4.7 Osutost krošenj in priraščanje sestojev

Osutost krošenj je najvidnejši zunanji znak poškodovanosti drevja zaradi onesnaženega ozračja. Čeprav smo uvodoma poudarili, da lahko povzročajo "ožig" in osutost iglic tudi drugi ekološki dejavniki, če se pojavijo z ekstremno jakostjo, menimo, da je onesnaženost ozračja, ki jo povzroča znani onesnaževalec (TEŠ), odločujoč dejavnik propadanja gozdov. Osutost krošenj smo ocenjevali s stopnjami po 5%. Kriterije ocenjevanja smo povzeli iz priročnika "Kronenbilder" (MÜLLER, 1986). Poleg skupne osutosti krošenj smo ocenjevali tudi osutost gornjega dela krošnje — vrha krošnje. Sodimo namreč, da je vrh krošnje boljši nakazovalec poškodb zaradi onesnaženega ozračja na rast novo nastajajočega lesa. Ker je pri večini dreves sproščen, je tudi ocena osutosti veliko lažja in natančnejša. Osutost krošnje je lahko tudi posledica pomanjkanja svetlobe oz. konkurence med drevesi, kar je v vrhovih dreves, ki so v prvem in drugem socialnem razredu, skoraj nemogoče. Baumgartner (ASSMANN, 1961) navaja, da je vrh tudi fotosintetsko najbolj aktivna površina krošnje. Podobno je ugotovil tudi Ladefoged pri smreki. Njegova ugotovitev, da

Tabela 8: Letni debelinski prirastek pri smreki po petletnih periodah za drevesa a (1. + 2. soc. razred) in b (3. soc. razred) v mm

| Številka ploskve | 1. perioda | | | 2. perioda | | | 3. perioda | | | 4. perioda | | | 5. perioda | | | 6. perioda | | |
|------------------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|
| | a | b | a + b | a | b | a + b | a | b | a + b | a | b | a + b | a | b | a + b | a | b | a + b |
| 1 | 3,9 | 2,8 | 3,5 | 3,0 | 2,6 | 2,9 | 4,3 | 3,0 | 3,8 | 4,2 | 2,8 | 3,6 | 4,2 | 3,2 | 3,8 | 3,7 | 2,6 | 3,3 |
| 2 | 2,2 | 1,6 | 1,7 | 2,2 | 1,9 | 2,0 | 2,4 | 2,0 | 2,1 | 3,0 | 2,4 | 2,6 | 3,3 | 2,9 | 4,0 | 3,8 | 3,5 | 3,5 |
| 3 | 2,0 | 1,5 | 1,7 | 2,5 | 1,9 | 2,2 | 3,2 | 2,1 | 2,6 | 2,8 | 2,1 | 2,4 | 3,2 | 2,2 | 2,6 | 3,5 | 2,6 | 3,0 |
| 4 | 3,1 | 2,1 | 2,5 | 3,1 | 2,4 | 2,7 | 3,5 | 2,8 | 3,1 | 3,3 | 2,9 | 3,1 | 3,7 | 3,1 | 3,3 | 4,4 | 3,2 | 3,7 |
| 5 | 2,6 | 2,0 | 2,2 | 3,0 | 2,3 | 2,6 | 3,1 | 2,5 | 2,7 | 3,8 | 2,8 | 3,2 | 4,5 | 3,7 | 4,0 | 4,5 | 3,9 | 4,1 |
| 6 | 2,7 | 1,6 | 2,1 | 2,8 | 1,8 | 2,2 | 3,0 | 2,4 | 2,6 | 3,1 | 2,4 | 2,7 | 3,4 | 2,3 | 2,8 | 3,0 | 2,1 | 2,5 |
| 7 | 2,3 | 1,4 | 1,8 | 2,4 | 1,7 | 2,0 | 2,8 | 1,7 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 1,9 | 2,7 | 1,7 | 2,1 | 2,4 | 1,9 | 2,1 |
| 8 | 2,7 | 1,9 | 2,4 | 2,8 | 2,2 | 2,5 | 3,0 | 2,0 | 2,5 | 2,8 | 2,7 | 2,8 | 3,3 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 2,6 | 3,0 |
| 9 | 3,2 | 2,2 | 2,6 | 4,0 | 2,9 | 3,3 | 4,9 | 3,5 | 4,1 | 4,5 | 3,9 | 4,1 | 6,2 | 4,9 | 5,4 | 7,0 | 5,7 | 6,2 |
| 10 | 3,1 | 2,4 | 2,9 | 3,4 | 2,9 | 3,3 | 3,6 | 2,8 | 3,4 | 3,5 | 3,0 | 3,4 | 4,2 | 4,0 | 4,1 | 4,0 | 3,6 | 3,9 |
| 11 | 3,5 | 2,9 | 3,1 | 3,4 | 2,5 | 2,8 | 2,9 | 2,6 | 2,7 | 3,3 | 2,8 | 3,0 | 3,6 | 3,2 | 3,3 | 3,7 | 2,8 | 3,1 |
| 12 | 3,7 | 2,7 | 3,2 | 3,8 | 2,5 | 3,2 | 3,8 | 2,6 | 3,2 | 2,7 | 2,3 | 2,5 | 3,4 | 2,5 | 2,9 | 3,6 | 2,6 | 3,0 |
| 13 | 2,9 | 2,4 | 2,6 | 3,2 | 2,7 | 2,9 | 3,6 | 3,0 | 3,3 | 3,1 | 2,7 | 2,9 | 3,3 | 2,8 | 3,0 | 3,2 | 2,7 | 2,9 |
| 14 | 4,1 | 2,8 | 3,3 | 4,4 | 3,3 | 3,8 | 4,8 | 3,7 | 4,1 | 5,1 | 4,1 | 4,5 | 6,1 | 4,7 | 5,2 | 5,8 | 4,3 | 4,8 |
| 15 | 3,4 | 2,1 | 2,7 | 3,5 | 2,5 | 3,0 | 4,4 | 2,8 | 3,5 | 4,4 | 3,2 | 3,8 | 5,3 | 4,1 | 4,7 | 5,4 | 3,9 | 4,6 |
| 16 | 3,7 | 1,9 | 3,1 | 3,2 | 1,8 | 2,7 | 3,2 | 2,2 | 2,8 | 3,4 | 2,7 | 3,2 | 3,2 | 2,1 | 2,9 | 3,3 | 2,3 | 3,0 |
| 17 | 4,0 | 2,5 | 3,1 | 3,6 | 2,7 | 3,0 | 4,1 | 2,7 | 3,2 | 4,0 | 2,8 | 3,2 | 3,8 | 2,9 | 3,2 | 3,6 | 2,9 | 3,1 |
| 18 | 4,7 | 3,4 | 4,0 | 4,9 | 3,6 | 4,3 | 4,9 | 3,8 | 4,3 | 4,5 | 3,5 | 4,0 | 4,7 | 4,1 | 4,4 | 4,7 | 4,2 | 4,3 |
| 19 | 3,2 | 1,9 | 2,5 | 3,6 | 2,4 | 3,0 | 4,8 | 3,1 | 3,9 | 4,7 | 3,4 | 4,0 | 5,0 | 3,7 | 4,3 | 5,7 | 4,4 | 5,0 |
| 20 | 3,8 | 3,1 | 3,4 | 5,3 | 4,0 | 4,5 | 5,9 | 5,3 | 5,6 | 5,2 | 4,1 | 4,6 | 5,8 | 5,3 | 5,3 | 5,8 | 4,6 | 5,1 |
| 21 | 4,4 | 2,4 | 3,6 | 5,5 | 3,5 | 4,6 | 5,4 | 3,9 | 4,8 | 5,0 | 3,9 | 4,5 | 5,6 | 4,0 | 4,9 | 5,1 | 3,7 | 4,5 |
| 22 | 5,4 | 3,2 | 4,2 | 4,7 | 2,8 | 3,7 | 4,4 | 3,0 | 3,7 | 4,3 | 3,1 | 3,7 | 5,4 | 3,8 | 4,6 | 4,2 | 4,1 | 4,1 |
| 23 | 4,7 | 3,8 | 4,2 | 6,0 | 1,5 | 5,3 | 7,2 | 4,3 | 5,7 | 5,3 | 3,9 | 4,6 | 6,2 | 4,8 | 5,5 | 7,0 | 4,4 | 5,7 |
| 24 | 3,4 | 2,5 | 2,7 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 3,0 | 2,6 | 2,7 | 2,7 | 2,2 | 2,3 | 3,1 | 2,6 | 2,7 | 3,1 | 2,6 | 2,7 |
| 25 | 4,8 | 2,7 | 3,6 | 5,2 | 3,1 | 3,9 | 4,2 | 2,8 | 3,4 | 4,4 | 3,1 | 3,6 | 4,9 | 3,5 | 4,1 | 4,9 | 3,9 | 4,3 |
| 26 | 3,0 | 1,9 | 2,3 | 3,0 | 1,9 | 2,3 | 3,3 | 2,4 | 2,7 | 3,2 | 2,3 | 2,6 | 3,7 | 3,1 | 3,3 | 3,5 | 2,5 | 2,9 |

vrhnjih štiri do pet vreten pri smreki daje celo 50% celotnega prirastka ter da odstranitev spodnjih devet do enajst vretenc ne predstavlja nobene izgube prirastka lesne mase (ASSMANN, 1961), potrjuje našo predpostavko o vrhu kot nakazovalcu poškodovanosti drevja. Našo predpostavko, da je povezava med osutostjo vrha krošnje in prirastkom tesnejša kot pa med skupno osutostjo krošnje in prirastkom, smo utemeljili v analizi.

Ugotovili smo, da je povezanost debelinskega prirastka v nekoliko tesnejši povezavi z osutostjo vrha kot pa z osutostjo krošnje. Razlike niso velike, ker je povezanost osutosti vrha z osutostjo celotne krošnje zelo tesna. Korelacijski koeficient med tema dvema znakoma znaša $r = 0,92$.

4.7.1 Osutost krošnje in vrha glede na socialni položaj osebka in utesnjenost krošnje

Kot smo navedli že pri opisu raziskovalnega objekta, smo območje razdelili na dva stratuma glede na geološko podlago. Prvi ima za geološko podlago tonalit, drugi apandezitni tuf. Znotraj vsakega stratuma pa smo na osnovi razvrstitve posameznih predelov po stopnji poškodovanosti z okularno ocenitvijo ožiga v letu 1987 tvorili substratum. Takrat smo posamezne predele glede na jakost ožiga razvrstili v štiri skupine, ki nam v analizi predstavljajo substratume. V analiziranem območju ni bilo gozdov 1. substratuma — to je predelov, kjer na sestojih ni vidnih poškodb po ožigu. Zaradi tega v analizi raziskujemo samo gozdove, kjer so prevladovale poškodbe 1., 2. in 3. stopnje.

Tako smo 25 vzorčnih ploskev razdelili po predelih poškodovanosti na način, ki je prikazan v grafikonu št. 1.

Ponovno poudarjamo, da sloni razvrstitev v substratume na okularni oceni stopnje ožiga celih sestojev v letu 1987. Zato nam bo ta analiza tudi pokazala, koliko je takšna ocena umestna za ugotavljanje in spremljanje pojavov propadanja gozdov zaradi onesnaženosti zraka. V tabeli št. 9 so podane vrednosti osutosti krošenj in vrhov po ploskvah, socialnih razredih in utesnjenosti krošenj.

Prva ugotovitev, ki je razvidna iz tabele, je, da je osutost krošnje večja kot osutost vrha, saj znaša povprečje na vseh ploskvah za osutost vrha 26,6%, za osutost krošnje pa 33,1% (povprečne vrednosti niso tehtane). Razlike smo ugotavljali po metodi parov, ker so to odvisni vzorci. Razlika je statistično značilna s tveganjem, ki je manjše od 1%. V splošnem lahko trdimo, da je osutost vrha za 6,5% manjša kot osutost krošnje, če vzamemo za izhodišče vrednost 0. Če pa vzamemo za izhodišče 26,6% (to je 100%), potem je osutost krošnje za 24,4% večja kot osutost vrha.

Analiza osutosti vrhov po socialnih razredih daje drugačne rezultate kot jih zasledimo drugod po Sloveniji (FERLIN, 1989), kjer navajajo, da so v strehi sestojev naj-

bolj osuta nadvladujoča in vladujoča drevesa. Naša analiza kaže manjšo osutost pri osebkih 1. in 2. razreda. Razlika med srednjima vrednostima znaša 3,5 %. Osebki tretjega socialnega razreda imajo večjo osutost vrha. Razlike so statistično značilne s tveganjem, ki je manjše kot 1 %. Preizkus smo izvedli po metodi parov. (Izračunani $t = 3,25$, štev. stopinj prostosti je $m = 24$).

Podoben preizkus smo izvedli tudi glede utesnjenosti krošnje oz. vrha. Ni nujno, da je osutost samo posledica onesnaženosti, lahko je tudi posledica prevelike utesnjenosti krošenj oz. odmiranja iglic zaradi pomanjkanja svetlobe. Izvedli smo preizkus med osebki, ki so v razredu utesnjenosti 1 in 2 proti razredu 3 ter preizkus med razredom 3 proti razredu 4 in 5. Višja je vrednost, večja je osutost (podoben opis razredov glej v poglavju o metodi dela).

Tako imajo drevesa 3. razreda utesnjenosti večjo osutost vrha kot drevesa 1. in 2. razreda. Razlika med srednjima vrednostima (%) znaša $d = -2,55$ in je značilna s tveganjem, ki je manjše od 5 % ($t = 2,308$, $m = 24$). Še večjo osutost vrha pa imajo drevesa, ki so v 4. in 5. razredu utesnjenosti. Tu je razlika v srednji vrednosti glede na 3. razred $d = -7,44$. Te razlike so značilne s tveganje, ki je manjše kot 1 % ($t = 4,24$, $m = 17$). Pri drugem preizkusu se je število stopinj prostosti zmanjšalo od 24 na 17, ker smo lahko v preizkus vključili samo 18 ploskev. Na 7 ploskvah ni bilo nobenega drevesa v 4. in 5. razredu utesnjenosti (to so dreves, ki imajo več kot 50 % oz. 75 % krošnje obdane s sosednjimi drevesi).

Odvisnost stopnje osutosti od socialnega razreda (po Kraftu) in stopnje utesnjenosti smo preizkusili tudi s χ^2 testom prek kontingenčnih tabel. V ta namen smo tvorili razrede osutosti od 0 — 20 %, 21 — 40 %, 41 — 60 %, 61 — 80 % in 81 — 100 %.

Vrednost χ^2 za odvisnost stopnje osutosti in socialnega razreda dreves znaša 21,7966** ($m = 8$), vrednost Pearsonovega koeficienta pa $C = 0,163$. Ta koeficient smo izračunali po obrazcu

$$C = \frac{\chi^2}{N + \chi^2}$$

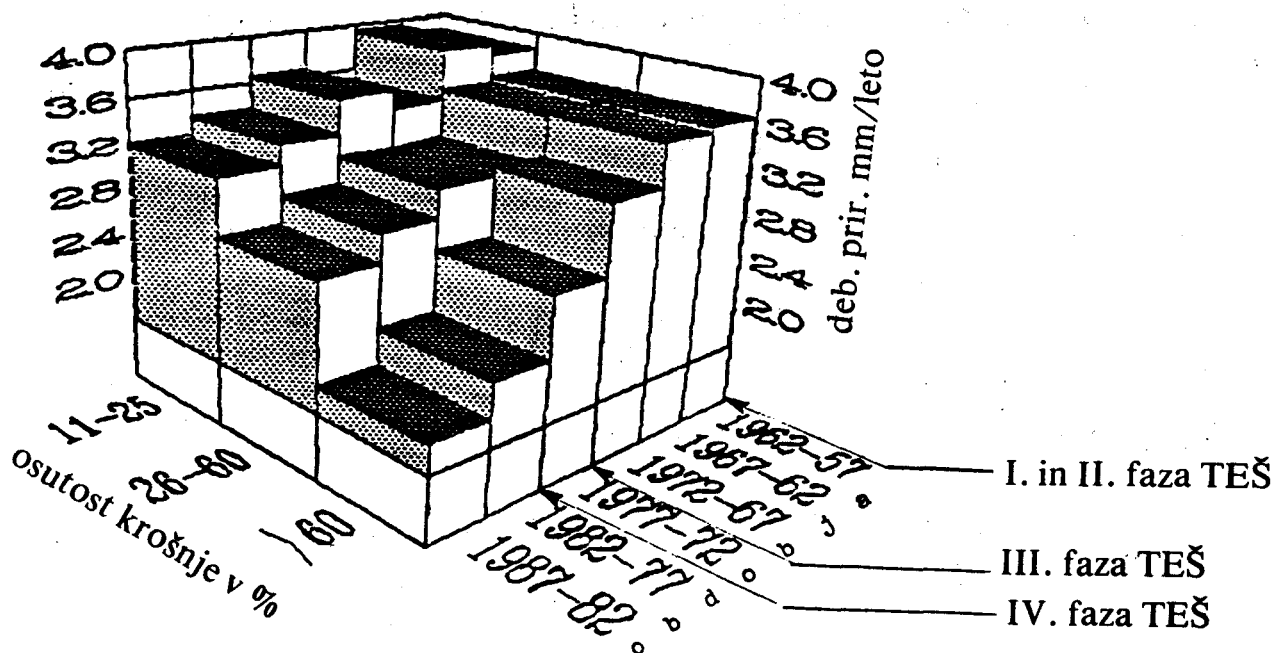
Ker je tveganje manjše kot 1 %, lahko trdimo, da obstaja odvisnost med osutostjo in socialnimi razredi, v našem primeru pozitivna — osutost je večja v sovladajočem razredu (razred 3) kot v prvem in drugem.

Podobno smo prek kontingenčnega testa preizkusili odvisnost med osutostjo vrha in utesnjenostjo krošnje. Tudi tu smo dobili pozitivno povezavo ($\chi^2 = 43,064$ ***, $C = 0,2261$); čim večja je utesnjenost, tem večja je osutost.

Tabela 9: Osutost vrha in krošenj po socialnih razredih in utesnjenosti krošenj v %

| Ploskev | Osutost vrha soc. razred. | | | — Utesnjenost krošnje utesnjenost | | | | Osutost krošnje soc. razred. | | | — Utesnjenost krošnje utesnjenost | | | |
|---------|------------------------------|---------|------|--------------------------------------|------|---------|------|---------------------------------|---------|------|--------------------------------------|------|---------|------|
| | (1 + 2) | 3 | Σ | (1 + 2) | 3 | (4 + 5) | Σ | (1 + 2) | 3 | Σ | (1 + 2) | 3 | (4 + 5) | Σ |
| 1 | 26,0 | 42,0 | 32,4 | 33,3 | 26,7 | 90,0 | 32,4 | 33,7 | 38,0 | 35,4 | 35,4 | 33,3 | 60,0 | 35,4 |
| 2 | 37,7 | 38,8 | 38,5 | 31,5 | 38,8 | 43,8 | 38,5 | 42,7 | 44,8 | 44,2 | 37,5 | 45,3 | 48,3 | 44,2 |
| 3 | 35,0 | 40,5 | 38,0 | 35,3 | 41,4 | 28,3 | 38,0 | 40,6 | 42,5 | 41,6 | 40,3 | 44,3 | 30,0 | 41,6 |
| 4 | 34,5 | 50,3 | 43,7 | 32,1 | 54,1 | 90,0 | 43,7 | 38,2 | 46,0 | 42,7 | 37,5 | 45,0 | 90,0 | 42,7 |
| 5 | 29,5 | 31,8 | 31,0 | 30,9 | 30,7 | 31,7 | 31,0 | 38,2 | 39,7 | 39,2 | 38,5 | 27,1 | 43,3 | 39,2 |
| 6 | 25,8 | 31,6 | 29,0 | 25,4 | 29,6 | 36,0 | 29,9 | 32,3 | 34,7 | 33,6 | 32,1 | 35,8 | 35,8 | 33,6 |
| 7 | 34,4 | 32,5 | 33,4 | 34,4 | 32,5 | 33,0 | 33,4 | 43,3 | 40,7 | 41,9 | 43,8 | 40,7 | 40,5 | 41,9 |
| 8 | 30,0 | 35,5 | 32,4 | 29,4 | 37,8 | — | 32,4 | 38,2 | 40,5 | 39,2 | 37,8 | 41,7 | — | 39,2 |
| 9 | 23,2 | 29,1 | 26,8 | 24,4 | 29,1 | 21,7 | 26,8 | 23,3 | 35,6 | 34,3 | 35,6 | 34,4 | 30,5 | 34,3 |
| 10 | 21,1 | 33,8 | 24,5 | 20,9 | 20,0 | 50,0 | 24,5 | 28,0 | 33,8 | 29,5 | 24,4 | 26,1 | 43,8 | 29,5 |
| 11 | 23,6 | 26,2 | 25,1 | 23,9 | 26,9 | 20,0 | 25,1 | 27,1 | 28,1 | 27,7 | 26,7 | 29,1 | 25,0 | 27,7 |
| 12 | 22,3 | 23,0 | 22,7 | 21,7 | 23,6 | 22,5 | 22,7 | 28,8 | 30,0 | 29,5 | 27,5 | 30,0 | 37,5 | 29,5 |
| 13 | 18,9 | 23,4 | 21,2 | 19,2 | 23,2 | 25,0 | 21,2 | 26,7 | 28,2 | 27,4 | 25,8 | 29,1 | 30,0 | 27,4 |
| 14 | 25,3 | 27,6 | 26,8 | 26,9 | 25,8 | 31,7 | 26,8 | 54,7 | 32,4 | 40,4 | 48,1 | 32,2 | 35,0 | 40,4 |
| 15 | 22,6 | 29,0 | 26,1 | 26,8 | 25,3 | — | 26,1 | 27,6 | 33,0 | 30,6 | 30,5 | 30,8 | — | 30,6 |
| 16 | 22,4 | 25,5 | 23,4 | 22,9 | 23,0 | 26,3 | 23,4 | 30,5 | 30,5 | 30,5 | 31,5 | 28,0 | 32,5 | 30,5 |
| 17 | 22,2 | 20,2 | 21,0 | 20,2 | 22,0 | 22,5 | 21,0 | 29,4 | 28,3 | 28,7 | 28,4 | 29,7 | 25,0 | 28,7 |
| 18 | 26,9 | 26,0 | 26,5 | 26,3 | 26,0 | 30,0 | 26,5 | 32,2 | 32,3 | 32,3 | 31,1 | 33,0 | 40,0 | 32,3 |
| 19 | 27,1 | 22,9 | 24,8 | 24,3 | 25,0 | 25,0 | 24,8 | 34,3 | 29,1 | 31,5 | 32,7 | 31,1 | 27,5 | 31,5 |
| 20 | 12,7 | 19,7 | 16,7 | 15,3 | 18,6 | 20,0 | 16,7 | 22,3 | 25,9 | 24,3 | 23,6 | 25,5 | 25,0 | 24,3 |
| 21 | 25,4 | 25,0 | 25,2 | 24,7 | 27,5 | — | 25,2 | 33,3 | 31,7 | 32,6 | 32,6 | 32,5 | — | 32,6 |
| 22 | 16,8 | 14,2 | 15,4 | 14,7 | 16,7 | — | 15,4 | 25,9 | 22,3 | 24,0 | 24,3 | 23,3 | — | 24,0 |
| 23 | 20,6 | 22,2 | 21,4 | 21,9 | 17,5 | — | 21,4 | 30,0 | 32,2 | 31,1 | 31,1 | 30,0 | — | 31,1 |
| 24 | 18,0 | 18,7 | 18,5 | 15,9 | 25,0 | — | 18,5 | 26,5 | 26,1 | 26,2 | 23,6 | 32,5 | — | 26,2 |
| 25 | 18,8 | 17,6 | 18,1 | 17,9 | 18,3 | 20,0 | 18,1 | 27,3 | 25,5 | 26,3 | 26,3 | 25,8 | 30,0 | 26,3 |
| | | $x_1 =$ | 26,6 | | | | | | $x_2 =$ | 33,1 | | | | |

Graf 1: Debelinski prirastek smreke v obdobju 1957—1987 glede na stopnjo osutosti krošenj (zgornji sloj 1, 2, 3; n = 823)



Odvisnost prirastka dreves in osutosti vrha krošenj znotraj posameznih period je podana z vrednostmi Spearmanovih korelacijskih koeficientov (r).

Tabela 10: Odvisnost priraščanja smreke od osutosti vrha (zgornji sloj — 1, 2, 3 in utesnjenost 1 in 2, n = 417), podana z vrednostmi Spearmanovih korelacijskih koeficientov (r).

| Perioda | Debelinski prirastek | Temeljnični prirastek | % priraščanja temeljnice |
|---------|----------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1982—87 | —0,1819*** | —0,1369** | —0,2056*** |
| 1977—82 | —0,2108*** | —0,1553*** | —0,2388*** |
| 1972—77 | —0,1808*** | —0,1200** | —0,2164*** |
| 1967—72 | —0,1454** | —0,0844* | —0,1757*** |
| 1962—67 | NS | NS | —0,1032* |
| 1957—62 | NS | NS | NS |

Povezave med sedanjo osutostjo vrha krošenj in priraščanjem so značilne celo do dvajset let nazaj (tabela 10). Izgubijo se v peti in šesti periodi, kar je razumljivo, saj je bilo onesnaženje ozračja v tem času neznatno. Korelacije so sicer izredno šibke, še posebno pri debelinskem prirastku, malo boljše pa pri temeljničnem prirastku in odstotku prirastka temeljnice. Negativne vrednosti korelacijskih koeficientov opozarjajo, da se prirastki zmanjšujejo z večjo osutostjo vrha krošenj.

4.7.2 Osutost vrha krošenj gléde na njihovo velikost

V analizi smo ugotovili odvisnost osutosti vrha od velikosti krošnje. Velikost krošnje smo ocenjevali od 1 do 5 (KOTAR, 1980). Odvisnost smo preizkusili s χ^2 testom.

Vrednost $\chi^2 = 46,7983^{***}$, $C = 0,238$

Večje je število dreves z velikimi krošnjami in majhno osutostjo vrhov kot bi morale biti, če bi se ta dva znaka porazdeljevala neodvisno. To bi lahko tolmačili tudi tako, da so drevesa z večjo krošnjo bolj odporna kot pa drevesa z manjšo krošnjo oziroma je osutost vrhov pri velikokrošnjatih drevesih manjša.

4.7.3 Poškodovanost sestoja gléde na zastrtost

V analizi smo proučili vpliv zastrtosti sestoja na osutost krošnje. Izrazili smo jo z linearno regresijsko enačbo $Y' = a + bx$,

kjer pomeni

Y' = stopnja osutosti v %

x = stopnja zastrtosti, ki se giblje v intervalu od 0 do 1

Prilagojena regresijska premica se glasi:

$$Y' = 46,21 - 27,38 x \quad (r = -0,43^*)$$

Povezava je negativna, kar pomeni, da je stopnja osutosti vrhov tem večja, čim manjša je zastrtost.

Če povežemo zakonitosti iz obeh podpoglavij, ugotovimo, da je stopnja osutosti vrhov manjša pri drevesih z močnejšo krošnjo in večjo zastrtostjo

Iz tega izhaja pomemben gojitveni napotek:

Redči intenzivno v mladosti, da čimprej oblikuješ drevesa z močno krošnjo. Ko imajo drevesa krošnjo izoblikovano, pa čim manj prekinjaj sklep sestoja.

4.7.4 Priraščanje dreves zgornjega sloja gléde na osutost vrha krošenj

4.7.4.1 Trendi debelinskega prirastka v zadnjih 30. letih

Krošnja in še posebno njen fiziološko najaktivnejši del — vrh — sta dejavnika, ki najmočneje vplivata na priraščanje. Tu se odvija proces fotosinteze, kjer nastajajo organske snovi, ki so potrebne za izgradnjo lesa.

Da bi natančneje spoznali rastne trende v analiziranih periodah, smo z analizo variance dodatno razčlenili razlike v debelinskem prirastku dreves, ki so danes v različnih stopnjah poškodovanosti. Zaradi primerljivosti smo naše ocene združili v razširjene stopnje poškodovanosti, ki se uporabljajo pri inventurah zdravstvenega stanja gozdov pri nas (ŠOLAR, 1986) in v Evropi (sprejeto v Freiburgu, 1986). Ker v analiziranih sestojih dejansko ni bilo dreves z osutostjo krošenj do 10 % (samo 0,4 %), smo oblikovali samo tri stopnje osutosti.

V analizi je tokrat uporabljena osutost celotne krošnje zaradi porazdelitve dreves po stopnjah poškodovanosti.

Tabela 11: Primerjava srednjih vrednosti debelinskih prirastkov dreves (zgornji sloj 1, 2, 3, $n = 823$) po stopnjah poškodovanosti (F-test) in proizvodnja električne energije po periodah.

| Obdobje | F-test | Povprečna proizv. GWh/leto | Vključevanje novih faz |
|---------|--------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1982—87 | 17,13*** | 3.442 | |
| 1977—82 | 13,45*** | 3.305 | 1977 — IV. faza |
| 1972—77 | 11,80*** | 2.282 | 1972 — III. faza |
| 1967—72 | 6,11** | 1.034 | |
| 1962—67 | 4,64** | 854 | |
| 1957—62 | 1,62 ^{NS} | 517 | 1956 — I. in II. faza |
| 1952—57 | | 127 | |

Značilna razlika v debelinskem prirastku dreves, ki so danes v različnih stopnjah poškodovanosti (nepoškodovanih dreves ni več niti za primerjavo), se je pojavila že v obdobju 1962—67 ($F = 4,64^{**}$), od takrat naprej pa se stalno povečuje ($F = 17,13^{***}$). Trend upadanja debelinskega prirastka po stopnjah osutosti postane že v obdobju 1972—77 zelo izrazit.

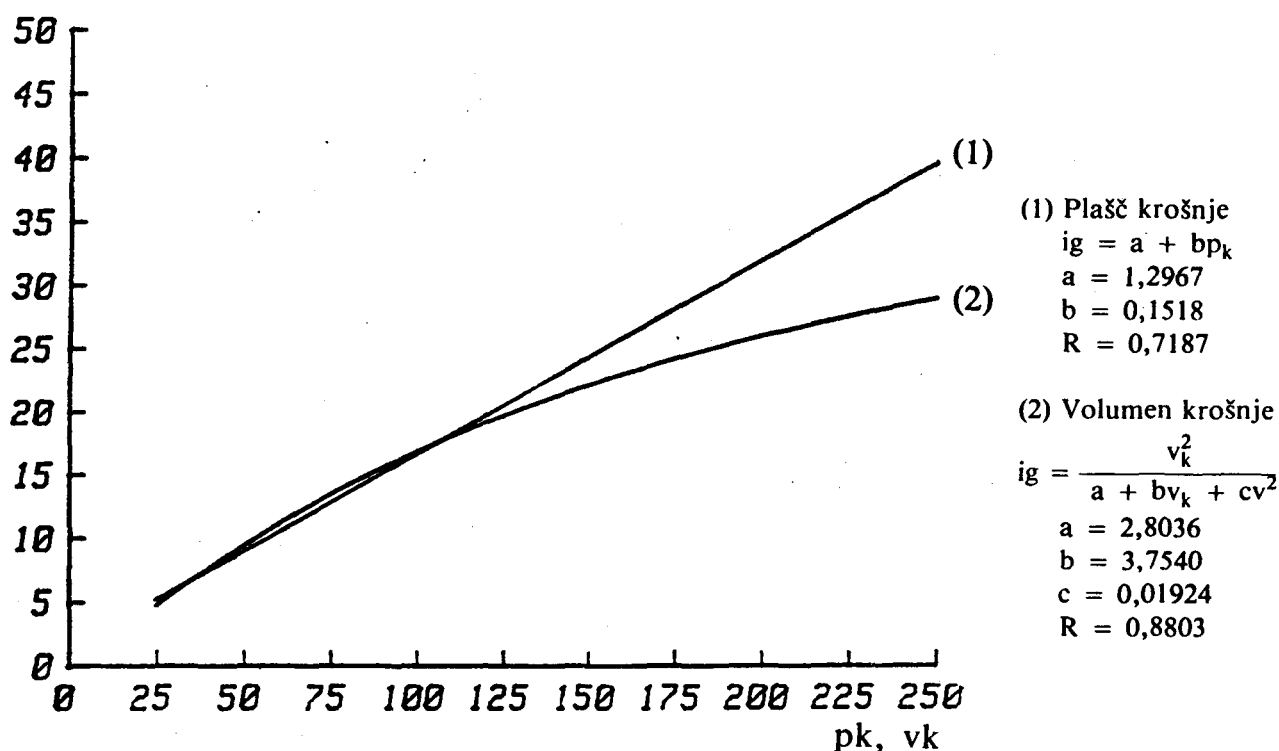
Po stagnaciji v obdobju 1957—67 se pojavi že v naslednjem obdobju močnejši padec debelinskega prirastka dreves vseh stopenj osutosti (1, 2, 3), torej že pri starosti sestojev 45—65 let. Temu padcu sledi v obdobju 1972—77 rahla poživitev priraščanja v prvi stopnji osutosti, v drugi se pojavi stagnacija, v tretji pa najobčutnejši padec prirastka. Primerjava debelinskega prirastka zadnjega petletja z obdobjem pred 20—25 leti kaže, da je le-ta upadel na 80,2 % v prvi stopnji, v drugi na 74,3 %, v tretji pa kar na 50,8 %. Upadanje prirastka s starostjo je sicer normalen pojav, vendar občutne razlike v rastnih trendih med različnimi stopnjami poškodovanosti dreves nakazujejo, da se je fiziološka slabitev pojavila že mnogo prej (10—20 let), preden so se pojavili zunanji znaki pešanja vitalnosti dreves. Ko primerjamo prirastne trende v obravnavanem obdobju, ugotovimo, da obstaja zveza med upadanjem de-

belinskega prirastka po periodah in povečanjem proizvodnje električne energije v enakih petletnih periodah. Pomemben dejavnik je leto, v katerem so se v proizvodnjo električne energije vključevale nanovo zgrajene faze termoelektrarne Šoštanj. Vključitev III. in IV. faze TEŠ sovпада z največjim padcem prirastka dreves, ki danes kažejo največjo stopnjo poškodovanosti.

4.7.4.2 Odvisnost temeljničnega prirastka dreves zgornjega sloja od velikosti krošnje

Vrsta raziskovalcev, kot so Toma in drugi (ASSMANN, 1961), ugotavlja, da je prirastek dreves v tesnejši povezavi s plaščem (površino) krošnje kot z njenim volumenom. To odvisnost smo preizkusili tudi v naši raziskavi. Dobljeni rezultati kažejo (graf 2) ravno nasprotno. V splošnem je odvisnost prirastka od velikosti krošnje zelo tesna, vendar pa je bistveno večja glede na volumen ($R = 0,8803$), kot glede na plašč krošnje ($R = 0,7187$). Torej lahko sklepamo, da je volumen krošnje mnogo boljši kazalnik odvisnosti prirastka temeljnice, zato bomo v nadaljnjih analizah upoštevali samo tega.

Graf 2: Temeljnični prirastek dreves zgornjega sloja v odvisnosti od plašča krošnje (1) in volumna krošnje (2), $n = 823$



ig = letni temeljnični prirastek dreves zadnje rastne periode
 p_k = plašč krošnje v m^3
 v_k = volumen krošnje v m^3

Če hočemo ugotavljati vpliv osutosti krošenj oz. njihove poškodovanosti na (temeljnični) prirastek dreves, moramo torej nujno upoštevati velikost krošnje — v našem primeru volumen krošenj, posredno pa tudi socialni razred dreves, ker so v analizi vključena samo drevesa zgornjega sloja (1, 2, 3 po Kraftu).

4.7.2.1 Vpliv osutosti zgornjega dela krošnje (vrha), ob upoštevanju volumna krošnje

Odvisnost temeljničnega prirastka glede na različno osutost vrha krošenj in volumna krošenj podaja spekter krivulj, ki so izpeljane iz osnovne Prodanove funkcije (CEDILNIK, 83). Zaradi boljše ponazoritve podajamo

- odvisnost temeljničnega prirastka od osutosti vrha krošenj ob upoštevanju različnih razredov volumna krošenj (Graf 3),
- odvisnost temeljničnega prirastka od volumna krošenj ob upoštevanju različnih stopenj osutosti (Graf 4).

Prilagojena enačba ima naslednjo obliko:

$$ig = \frac{[vk (100-ov)/100]^2}{a + b [vk (100-ov)/100] + c [vk (100-Ov)/100]^2}$$

Koeficienti enačbe in kakovost prilagoditve so naslednji:

$$a = 6,5614, b = 2,4950, c = 0,0215, R = 0,8942$$

Oznake spremenljivk pomenijo

- ig = letni temeljnični prirastek dreves zadnje rastne periode (1928—87) v cm²
 vk = volumen krošnje v m³
 ov = osutost vrha v %

Če v gornjo regresijsko enačbo vstavimo vrednosti teh parametrov, volumen krošnje (Vk) in osutost krošnje (Ov) pa variiramo volumen krošenj v razponu od 25—250 m³ (v tem intervalu je 81,4 % vseh vrednosti) osutost vrha pa od 10—90 % (v tem intervalu je 99,0 % vseh dreves), dobimo spekter krivulj pri danih spremenljivkah. Odvisnosti so prikazane v grafih 3 in 4.

Kot je razvidno iz grafikonov (Graf 3), se temeljnični prirastek dreves zmanjšuje s povečevanjem osutosti (vrha) krošenj. Zmanjševanje je sprva počasnejše, pri večjih osutostih (nad 60 %) — razen pri najmanjših krošnjah (pod 100 m³) — pa vse večje. Tako se pri velikih krošnjah (250 m³) prirastek od 10 % do 90 % osutosti zmanjša "le" na 24,8 %, pri manjših krošnjah pa celo na 10,3 %.

Z naraščanjem volumna krošenj se temeljnični prirastek vseh stopenj osutosti povečuje (Graf 4). Vendar pa je to povečevanje (glede na volumen krošnje 50 m³) pri naj-

manjši osutosti vrha krošenj (10%) precej manjše — 2,45-kratno — kot pri največji osutosti 90%, kjer je povečanje 5,93-kratno.

Do podobne ugotovitve je prišel tudi Kramer (KRAMER, 1987), vendar temeljijo njegove ugotovitve na zarasti sestojev, ne pa na velikosti krošenj posameznih dreves.

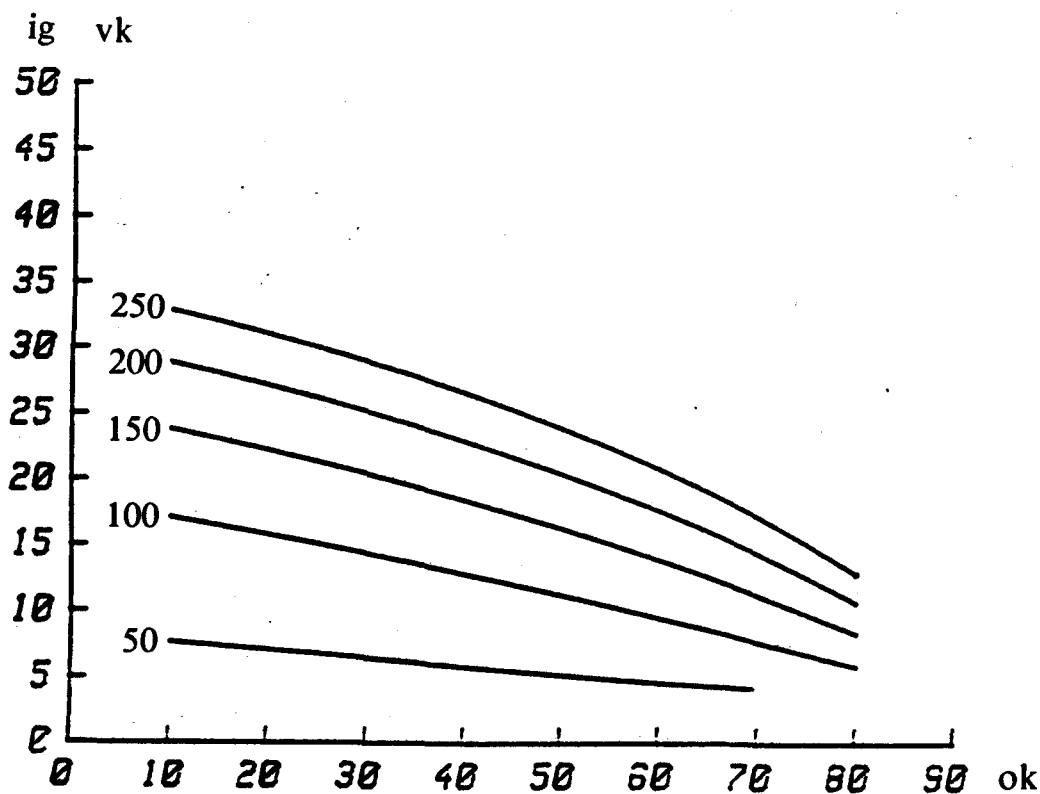
Drevesa z veliko krošnjo priraščajo torej na enoto volumna krošnje manj kot pa drevesa z majhnih volumnom, kar pa je že znana zakonitost.

Te ugotovitve nas dodatno opozarjajo, da moramo pri vseh prirastoslovnih analizah, ki proučujejo učinke onesnaževanja na posamezna drevesa, upoštevati poleg osutosti krošenj tudi njihovo velikost.

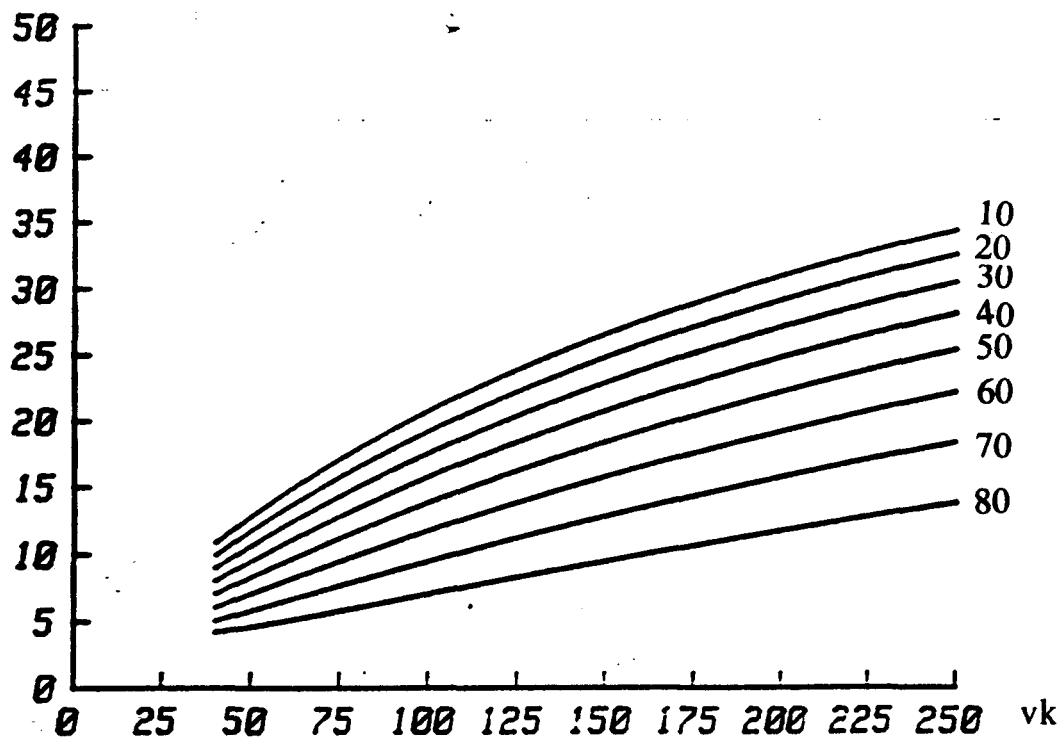
4.7.4.2.2 Vpliv osutosti celotne krošnje ob upoštevanju njenega volumna

Ugotovili smo že (pogl. 4.7), da je povezanost osutosti vrha krošnje in osutosti celotne krošnje zelo tesna ($r = 0,920^{***}$) ter da je osutost vrha v poprečju manjša kot osutost celotne krošnje (pogl. 4.7.1). Vendar pa menimo, da je osutost vrha krošnje realnejši kazalnik "čistih" vplivov onesnaženega ozračja.

Graf 5: Odvisnost temeljničnega prirastka dreves zgornjega sloja (Kraft 1, 2, 3; $n = 823$) glede na skupno osutost krošenj, pri različnih razredih velikosti krošenj.



Graf 6: Odvisnost temeljničnega prirastka dreves zgornjega sloja (Kraft 1, 2, 3; n = 823) glede na velikost krošenj, pri različnih stopnjah osutosti krošenj.



Zaradi primerjav z raziskovalci, ki v svojih analizah obravnavajo osutost celotne krošnje (npr.: KRAMER 1987), podajamo te odvisnosti tudi mi.

$$ig = \frac{[vk (100-ok)/100]^2}{a + b [vk (100-ok)/100] + c [vk (100-ok)/100]^2}$$

Koeficienti enačbe in kakovosti prilagoditve so naslednji:

$$a = -9,90535, b = 3,02336, c = 0,0158004, R = 0,8868***$$

Oznake spremenljivk pomenijo

ig = letni temeljnični prirastek dreves zadnje rastne periode (1982—87) v cm²

Vk = volumen krošnje v m³

Ok = osutost celotne krošnje v %

4.7.4.3 Temeljnični prirastek sestojev glede na njihovo poškodovanost

Tudi med temeljničnim prirastkom sestojev v zadnji periodi (1982—1987) in poškodovanostjo sestojev obstaja odvisnost. Ta odvisnost je linearna in je podana z naslednjo enačbo:

$ig = 0,92287 - 0,01097 \text{ o.v. } (r = 0,74^{***})$

o.v. = poprečna poškodovanost sestoja na osnovi osutosti vrha krošenj

Če zamenjamo srednjo vrednost poškodovanosti sestoja na osnovi osutosti vrha krošenj s srednjo vrednostjo osutosti celotne krošnje, pa velja naslednja enačba:

$ig = 0,99994 - 0,11154 \text{ o.k. } (r = 0,65^{**})$

o.k. = poprečna poškodovanost sestoja na osnovi osutosti celotne krošnje.

Gornji korelacijski koeficienti veljajo za odvisnost med srednjimi vrednostmi za osutost na ploskvi ter temeljničnim prirastkom. Če računamo z vrednostmi za posamezno drevo, pa postanejo te odvisnosti mnogo bolj ohlapne (glej poglavje 4.7.4).

4.8 Vpliv reliefa in mezoklimatskih razmer ter matične podlage na poškodovanost sestojev in ostale sestojne kazalce

Že pri opisu gozdov raziskovalnega območja smo ugotovili, da so sestoji na tonalitu izpostavljeni direktnemu vplivu imisij termoelektrarne v Šoštanju. Visoki vrhovi in strma pobočja, pretežno na južnih legah, povzročajo močne pobočne vetrove, ki premeščajo zračne gmote pod inverzijsko plastjo. Značilnost tonalitnega območja so tudi predeli poškodovanosti sestojev do III. stopnje.

Ker kompleks gozdov na andezitnem tufu zavzema povsem drugačen položaj glede na reliefne in mezoklimatske razmere, smo v tej analizi preizkusili, kako se te razlike zrcalijo v priraščanju sestojev.

4.8.1 Vpliv nadmorske višine

4.8.1.1 Nadmorska višina in poškodovanost sestojev

Na osnovi primerjav sestojnih srednjih vrednosti smo z analizo variance ugotovili, da se osutost vrha krošnje značilno razlikuje po nadmorskih višinah. Najmanjše osutosti imajo sestoji do 600 m n.v., in sicer 21,2 %, med 601 in 900 m n.v. se osutost poveča na 29,7 %, nad 900 m n.v. pa je to povečanje na 30,6 % neznačilno (tabela št. 12).

4.8.2.1 Nadmorska višina in temeljnica ter temeljnični prirastek sestojev

Temeljnica sestojev se po nadmorskih višinah značilno ne razlikuje ($F = 1,96^{NS}$). Drugačno sliko pa kažejo temeljnični prirastki zadnje in predzadnje periode, ki so

značilno različni. Tako značilne razlike v priraščanju obstajajo (podobno kot pri poškodovanosti sestojev) le med nadmorsko višino do 600 m in nad 600 m (tabela št. 13).

Iz tega lahko zaključimo, da je v nižjih legah priraščanje boljše predvsem zaradi manjše poškodovanosti sestojev v teh legah, saj razlike med rastiščnimi indeksi, starostjo sestojev in zastrtostjo po nadmorskih višinah niso značilne.

Tabela 12: Stanje sestojev po nadmorskih višinah

| Parametri | Nadmorska višina | | | t-test |
|-----------------------------------|------------------|---------|---------|--------------------|
| | do 600 | 601—900 | nad 900 | |
| Število ploskev | 10 | 9 | 6 | |
| Osutost vrha (%) | 21,2 | 29,7 | 30,6 | 7,42** |
| Osutost krošnje (%) | 28,7 | 35,3 | 36,8 | 6,25** |
| Temeljnica (m ² /ha) | 32,96 | 35,80 | 37,43 | 1,96 ^{NS} |
| Tem. prir. (m ² /ha/l) | | | | |
| 1. perioda: 1982—87 | 0,6908 | 0,5729 | 0,6225 | 3,75* |
| 2. perioda: 1977—82 | 0,7820 | 0,6304 | 0,6861 | 6,01** |
| 3. perioda: 1972—77 | 0,8058 | 0,7489 | 0,7607 | 0,51 ^{NS} |
| Rastiščni indeks | 19,1 | 17,2 | 17,3 | 0,72 ^{NS} |
| Starost | 85 | 86 | 82 | 0,21 ^{NS} |
| Zgornja višina | 28,9 | 26,5 | 26,0 | 2,35 ^{NS} |
| Zastrtost v % | 0,74 | 0,74 | 0,66 | 1,27 ^{NS} |

Tabela 13: Stanje sestojev glede na matično podlago (tonalit — tuf)

| Parametri | Matična podlaga | | t-test |
|-----------------------------------|-----------------|--------|---------------------|
| | tonalit | tuf | |
| Število ploskev | 15 | 10 | |
| Osutost vrha (4) | 30,1 | 21,1 | 3,99*** |
| Osutost krošnje (%) | 35,8 | 27,5 | 3,44** |
| Temeljnica (m ² /ha) | 37,46 | 38,14 | —0,79 ^{NS} |
| Tem. prir. (m ² /ha/l) | | | |
| 1. perioda: 1982—87 | 0,5884 | 0,6774 | —2,94** |
| 2. perioda: 1977—82 | 0,6563 | 0,776 | —2,96** |
| 3. perioda: 1972—77 | 0,7558 | 0,8025 | —0,91 ^{NS} |
| Rastiščni indeks | 16,7 | 19,9 | —2,27* |
| Starost (let) | 85 | 84 | 0,13 ^{NS} |
| Zastrtost (%) | 0,68 | 0,78 | —2,18* |

Iz tabele št. 14 je razvidno, da je osutost krošpenj (vrha in celotne krošnje) na tonalitu značilno večja kot na tufu. Relativno je razlika v osutosti vrhov krošenj na tonalitu 1,43-krat večja kot na andezitnem tufu.

Značilne razlike nastopajo tudi v temeljničnem prirastu zadnjih dveh period; le-ta je večja na tonalitu.

Zanimivo pa je, da prirastek 3. periode ni značilno različen, kar pomeni, da se je upadanje prirastka na tonalitu pojavilo po letu 1977. To leto pa je pričela obratovati IV. faza termoelektrarne Šoštanj. Ker v starosti sestojev ni razlik (manjša razlika obstaja le pri rastiščnem indeksu), lahko domnevamo, da je vzrok padcu prirastka poslabšano zdravstveno stanje, sestojev zaradi povečanja imisij s pričetkom obratovanja IV. faze TEŠ.

4.8.3 Stanje sestojev glede na sončno in senčno lego

Vse obravnavane sestoje smo po ploskvah opredelili na sončno lego, kamor spadajo sestoji južnih ekspozicij, in senčno lego, kamor smo uvrstili sestoje severnih ekspozicij.

Glede na različne sestojne parametre lahko s presenečenjem ugotovimo, da so razlike v priraščanju med legama (sončna — senčna) neznačilne v vseh treh periodah. Ob neznačilnih ostalih parametrih (osutosti krošenj, temeljnici, starosti sestojev, rastiščnem indeksu in zastrtosti) je to tudi razumljivo (tabela št. 15).

Tabela 14: Stanje sestojev glede na lego (sončna — senčna)

| Parametri | Lega | | t-test |
|---------------------------------|--------------|--------------|--------------------|
| | sončna 15 | senčna 10 | |
| Število ploskev | | | |
| Osutost vrha (%) | 27,9 | 23,4 | 1,25 ^{NS} |
| Osutost krošnje (%) | 33,9 | 31,6 | 0,97 ^{NS} |
| Temeljnica (m ² /ha) | 35,55 | 34,30 | 0,63 ^{NS} |
| Tem. prir. (m ² /ha) | | | |
| 1. perioda: 1982—87 | 0,6173 | 0,6540 | 0,86 ^{NS} |
| 2. perioda: 1977—82 | 0,7024 | 0,7074 | 0,11 ^{NS} |
| 3. perioda: 1972—77 | 0,8073 | 0,7253 | 1,65 ^{NS} |
| Rastiščni indeks | 17,0 | 19,5 | 1,72 ^{NS} |
| Starost (let) | 85 | 85 | 0,03 ^{NS} |
| Zastrtost (%) | 0,69 | 0,76 | 1,51 ^{NS} |

4.9 Uspešnost ocenjevanja poškodovanosti sestojev

Leta 1987 smo izvedli ocenjevanje stopnje ožiga v analiziranem območju in oblikovali predele poškodovanosti, ki smo jih v sedanji analizi označili s substratumi, zato imamo možnost, da takratno oceno stopnje ožiga, ki smo jo ocenili na celih sestojih (oddelkih), sedaj primerjamo s sedanjo oceno osutosti vrha ali krošenj, ki smo jo dobili z ocenitvijo posameznih dreves na vzorčnih ploskvah. Preizkusiti moramo, ali obstajajo razlike med substratumi znotraj istega stratuma ter med istimi substratumi obeh stratumov. Srednje vrednosti posameznih kazalnikov razvoja sestoja so podane v tabeli št. 15.

Tabela 15:

| | Osutost vrha | Osutost krošnje | Letni tem. prir./ha m ² /ha | Letni deb. prir. mm/l | Temeljnica |
|----------------|--------------|-----------------|---|--------------------------|------------|
| A ₁ | 24,57 | 31,47 | 0,6022 | 3,0 | 32,799 |
| A ₂ | 29,41 | 36,02 | 0,4267 | 2,2 | 30,422 |
| A ₃ | 36,84 | 41,00 | 0,3651 | 2,2 | 24,111 |
| B ₁ | 19,30 | 27,46 | 0,5758 | 3,5 | 27,933 |
| B ₂ | 22,39 | 29,42 | 0,6051 | 3,2 | 31,467 |

Iz tabele je razvidno, da obseg ožiga lepo sovпада s stopnjo osutosti vrha in s stopnjo osutosti krošnje. Tisti predel, ki smo ga označili s stopnjo III (substratum A₃), ima tudi sedaj največjo stopnjo osutosti. Stratum B oziroma oba njegova substratuma imata manjšo stopnjo osutosti kot podstratuma A₁ in A₂. Vendar pa v temeljničnem prirastku razlike znotraj istega substratuma obeh stratumov praktično izginejo, posebno še, če upoštevamo višino temeljnice, od katere je temeljnični prirastek močno odvisen.

$$\begin{aligned}
 \text{Temeljnica prirastka} &: A_1 - B_1 = 0,6022 - 0,5758 = 0,0264 \\
 \text{Temeljnica} &: A_1 - B_1 = 32,799 - 27,933 = 4,866 \\
 \text{Temeljnica prirastka} &: A_2 - B_2 = 0,4267 - 0,6051 = -0,1784 \\
 \text{Temeljnica} &: A_2 - B_2 = 30,422 - 31,467 = -1,045
 \end{aligned}$$

Predznak razlike prirastkov sovпада s predznakom razlike temeljnic, zato bi se te razlike izničile, če bi imela sestoja substratuma A₁ in B₁ enako temeljnico. Obstajajo pa razlike med A₂ in B₂ ter še posebej med substratumi A₁, A₂ in A₃. Med substratumi B₁ in B₂ pa je razlika nasprotna od pričakovane, in to zopet zaradi veliko večje temeljnice v substratumu B₂. Ta je višja kar za 12,6 %, medtem ko je prirastek višji samo za 5,2 %.

Na osnovi podatkov in izračunov lahko trdimo, da daje hitro ocenjevanje stopnjo ožiga celih sestojev (oddelkov) zadovoljiv približek kasnejše stopnje osutosti vrhov in krošenj. Seveda je to "makroocenjevanje" obremenjeno s precejšnjo napako; je pa enostavno, hitro in poceni. Njegova glavna slabost je, da ne moremo izračunati napake, kar pa je razmeroma enostavno, če ocenjujemo osutost krošenj in vrhov na osnovi vzorčnih ploskev, kjer izračunamo srednjo vrednost na osnovi ocen posameznih dreves. Kot vidimo, izhajajo razlike med dvema matičnima substratuma, ki smo jih ugotovili v prejšnjem poglavju, predvsem iz ploskev, ki spadajo v substratum A₃. Adekvatnega substratuma v stratumu B ni, ker ni gozdov, ki bi imeli stopnjo ožiga III. Kot je razvidno iz stopnje osutosti vrhov in krošenj, v tem stratumu (B) tudi danes ni sestojev z visokim odstotkom osutih vrhov ali krošenj. Dejansko z vzorcem nismo nikjer našli sestojev, ki bi imeli III. stopnjo osutosti, kjer poškodovanost krošenj presega 60 %. V tem smislu sedanje vzorčenje ni potrdilo substratuma A₃, ki je bil postavljen na osnovi makroocene v letu 1987, vendar pa je v vzorcih tega substratuma najvišja stopnja osutosti. Zato bi lahko sklepali, da smo z makrooceno najbolj poškodovane sestoje glede na sedanje stanje ocenili kot premočno poškodovane. Izboljšano stanje pa ni posledica takratne previsoke ocene, niti niso drevesa izboljšala svoje krošnje. Vzrok izboljšanja stanja je posek najbolj poškodovanih dreves (ki so imela krošnje osute nad 75 %) pred pričetkom terenskih del na raziskovalnem območju.

Pregled osutosti ter ostalih pomembnejših parametrov analiziranih sestojev je prikazan v tabelah 16, 17, 18 in 19. Poleg srednjih vrednosti so podani še koeficienti variacije (KV %) ter razmaki zaupanja v absolutnih vrednostih in v odstotkih.

4.10 Zmanjšanje letne proizvodnje lesa zaradi zmanjšanega priraščanja sestojev

Izhajamo iz odnosa med prirastkom (temeljničnim) v predpredzadnji periodi in prirastkom v zadnji periodi (glej tabelo št. 3: Temeljnični prirastek (m²/ha) dreves sedanjega sestoja in posekanih dreves po periodah). Ugotovili smo, da bi moralo biti to zmanjšanje namesto od 100 % samo od 100 % na 87,5 %. Če vzamemo osnovo 81,4 % kot 100, potem predstavlja razliko ($87,5 - 81,4 = 6,1$) 6,1 v tej novi periodi 7,5 %. To pomeni, da bi imeli obravnavani sestoji v prihodnjih 10 letih zaradi onesnaževanja gozdov 7,5 % manjši prirastek (1989—1998), za naslednje obdobje pa se ta padec zopet nekoliko zniža. To velja v poprečju za celo analizirano območje. Če pa računamo po stratumih, je zmanjšanje zaradi onesnaženja v sestojih, ki imajo matično podlago andenzitni tuf (stratum B), neznatno (1 %). V gozdovih, ki rastejo na območju, ki ima matično osnovo tonalit, pa je zmanjšanje prirastka celo 13,5 % ($87,5 \% - 77,2 \%$). Seveda ti odstotki predstavljajo najmanjše zmanjšanje lesne proizvodnje. Če z navedenimi odstotki pomnožimo tablični tekoči volumenski prirastek na ustreznem rastišču (SI) in pri dani starosti, dobimo zmanjšan prirastek, izražen v m³/ha/leto (ker je % tem. prir. v tesni korelac. povezavi z volum. prir.).

Tabela 16: Pregled uspešnosti ocenjevanja parametrov sestojev na vseh substratumih raziskovalnega območja.

| | n | Parameter | Srednje vrednosti | Koef. variacije KV % | Razmak zaupanja | Razmak zaupanja v % |
|---|----|-----------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| | 25 | Starost | 84,6 | 14,5 | 79,5 — 89,7 | ± 6,0 |
| 1 | 10 | | 86,9 | 14,4 | 77,6 — 96,2 | ± 10,7 |
| 2 | 10 | | 23,5 | 17,3 | 73,2 — 93,8 | ± 12,4 |
| 3 | 5 | | 82,2 | 7,6 | 74,5 — 89,9 | ± 9,4 |
| | 25 | Lesna zaloga | 443,9 | 23,6 | 400,1 — 486,7 | ± 9,8 |
| 1 | 10 | | 440,9 | 23,9 | 365,5 — 516,3 | ± 17,1 |
| 2 | 10 | | 493,2 | 18,4 | 428,3 — 558,1 | ± 13,2 |
| 3 | 5 | | 348,8 | 20,3 | 260,8 — 436,8 | ± 25,2 |
| | 25 | Rastiščni indeks | 18,0 | 20,6 | 16,5 — 19,5 | ± 8,5 |
| 1 | 10 | | 17,7 | 21,3 | 15,0 — 20,4 | ± 15,3 |
| 2 | 10 | | 19,3 | 20,7 | 16,4 — 22,2 | ± 14,8 |
| 3 | 5 | | 16,0 | 13,3 | 13,4 — 18,6 | ± 16,4 |
| | 25 | Temeljnica sestoja — G | 37,7 | 19,3 | 34,7 — 40,7 | ± 8,0 |
| 1 | 10 | | 37,6 | 21,3 | 31,9 — 43,4 | ± 15,2 |
| 2 | 10 | | 40,3 | 15,0 | 360,0 — 44,6 | ± 10,8 |
| 3 | 5 | | 32,7 | 19,8 | 24,7 — 40,8 | ± 24,6 |
| | 25 | G dejanska: G tablični | 1,07 | 19,6 | 0,98 — 1,16 | ± 8,4 |
| 1 | 10 | | 1,06 | 21,7 | 0,98 — 1,23 | ± 16,0 |
| 2 | 10 | | 1,12 | 16,1 | 0,99 — 1,22 | ± 11,6 |
| 3 | 5 | | 0,98 | 23,5 | 0,69 — 1,27 | ± 29,0 |
| | 25 | Temeljnični prirastek — ig. | 63,2 | 16,5 | 56,9 — 67,5 | ± 6,8 |
| 1 | 10 | | 69,0 | 9,7 | 65,2 — 73,8 | ± 6,9 |
| 2 | 10 | | 63,3 | 13,3 | 57,3 — 69,4 | ± 9,5 |
| 3 | 5 | | 51,3 | 22,4 | 37,0 — 65,6 | ± 17,8 |
| | 2 | ig. dejanski: ig. tablični | 81,5 | 18,4 | 75,3 — 87,7 | ± 7,6 |
| 1 | | | 81,3 | 21,9 | 71,0 — 97,5 | ± 15,7 |
| 2 | | | 82,2 | 16,8 | 72,3 — 92,0 | ± 12,0 |
| 3 | | | 71,8 | 11,9 | 63,8 — 85,8 | ± 14,7 |
| | | Osutost vrha | 26,5 | 26,6 | 23,6 — 29,4 | ± 11,0 |
| 1 | | | 22,1 | 17,4 | 19,3 — 24,8 | ± 12,4 |
| 2 | | | 25,9 | 19,5 | 22,3 — 29,4 | ± 13,9 |
| 3 | | | 36,7 | 13,9 | 30,4 — 43,1 | ± 17,4 |
| | | Osutost krošnje | 33,0 | 18,4 | 30,5 — 35,5 | ± 7,6 |
| 1 | | | 29,6 | 15,6 | 26,3 — 32,9 | ± 11,2 |
| 2 | | | 32,6 | 15,6 | 28,9 — 36,2 | ± 11,2 |
| 3 | | | 40,6 | 8,5 | 36,4 — 44,9 | ± 10,5 |

Tabela 17: Pregled uspešnosti ocenjevanja parametrov sestojev v stratumu A — na tonalitu

| | | n | Parameter | Srednje vrednosti | Koef. variacije KV % | Razmak zaupanja | Razmak zaupanja v % |
|---|----------------|----|-----------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| A | | 15 | Starost | 84,9 | 13,8 | 78,4 — 91,3 | ± 7,6 |
| | A ₁ | 5 | | 84,6 | 15,4 | 68,4 — 100,8 | ± 19,1 |
| | A ₂ | 5 | | 87,8 | 18,0 | 68,1 — 107,5 | ± 22,4 |
| | A ₃ | 5 | | 82,2 | 7,6 | 74,5 — 89,9 | ± 9,4 |
| A | | 15 | Lesna zaloga | 419,8 | 23,9 | 364,1 — 475,5 | ± 13,3 |
| | A ₁ | 5 | | 465,8 | 28,4 | 301,5 — 630,1 | ± 35,3 |
| | A ₂ | 5 | | 444,8 | 12,5 | 375,6 — 514,0 | ± 15,5 |
| | A ₃ | 5 | | 348,8 | 20,3 | 260,8 — 436,8 | ± 25,2 |
| A | | 15 | Rastiščni indeks | 16,7 | 18,5 | 15,0 — 18,5 | ± 10,3 |
| | A ₁ | 5 | | 16,6 | 20,2 | 12,4 — 20,8 | ± 25,2 |
| | A ₂ | 5 | | 17,6 | 22,9 | 17,6 — 22,6 | ± 28,5 |
| | A ₃ | 5 | | 16,0 | 13,3 | 13,4 — 18,6 | ± 16,4 |
| A | | 15 | Temeljnica sestoja — G | 37,5 | 20,4 | 33,2 — 41,7 | ± 11,3 |
| | A ₁ | 5 | | 41,5 | 22,7 | 29,8 — 53,2 | ± 28,1 |
| | A ₂ | 5 | | 38,1 | 12,8 | 32,1 — 44,2 | ± 15,9 |
| | A ₃ | 5 | | 32,7 | 19,8 | 24,7 — 40,8 | ± 24,6 |
| A | | 15 | G dejanska: G tablični | 1,09 | 20,1 | 0,97 — 1,21 | / 11,0 |
| | A ₁ | 5 | | 1,21 | 18,8 | 0,93 — 1,49 | ± 23,1 |
| | A ₂ | 5 | | 1,07 | 16,0 | 0,86 — 1,29 | ± 20,1 |
| | A ₃ | 5 | | 0,78 | 23,6 | 0,70 — 1,27 | ± 29,1 |
| A | | 15 | Temeljnični prirastek — ig. | 58,8 | 18,6 | 52,8 — 64,9 | ± 10,3 |
| | A ₁ | 5 | | 68,6 | 13,1 | 57,4 — 79,8 | ± 16,3 |
| | A ₂ | 5 | | 56,6 | 6,6 | 52,7 — 60,6 | ± 7,0 |
| | A ₃ | 5 | | 51,3 | 22,4 | 37, — 65,6 | ± 27,6 |
| A | | 15 | ig. dejanski: ig. tablični | 77,4 | 11,1 | 72,6 — 82,1 | ± 6,2 |
| | A ₁ | 5 | | 79,2 | 13,4 | 66,0 — 92,3 | ± 16,6 |
| | A ₂ | 5 | | 78,2 | 9,4 | 69,0 — 87,3 | ± 11,7 |
| | A ₃ | 5 | | 74,8 | 11,9 | 63,8 — 85,8 | ± 14,7 |
| A | | 15 | Osutost vrha | 30,1 | 21,1 | 26,6 — 33,6 | ± 11,7 |
| | A ₁ | 5 | | 24,4 | 9,7 | 21,5 — 27,3 | ± 12,0 |
| | A ₂ | 5 | | 29,2 | 12,8 | 24,6 — 33,9 | ± 15,9 |
| | A ₃ | 5 | | 36,7 | 13,9 | 30,4 — 43,1 | ± 17,3 |
| A | | 15 | Osutost krošnje | 35,8 | 16,4 | 32,6 — 39,1 | ± 9,1 |
| | A ₁ | 5 | | 31,1 | 17,2 | 24,5 — 37,8 | ± 21,3 |
| | A ₂ | 5 | | 35,7 | 13,7 | 29,6 — 41,8 | ± 17,0 |
| | A ₃ | 5 | | 40,6 | 8,4 | 36,8 — 44,9 | ± 10,5 |

Tabela 18: Pregled uspešnosti ocenjevanja parametrov sestojev v stratumu B — na tufu

| | | n | Parameter | Srednje vrednosti | Koef. variacije KV % | Razmak zaupanja | Razmak zaupanja v % |
|---|----------------|----|-----------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|---------------------|
| B | | 10 | Starost | 84,2 | 16,4 | 74,3 — 94,1 | ± 12,2 |
| | B ₁ | 5 | | 89,2 | 15,7 | 71,9 — 106,5 | ± 19,5 |
| | B ₂ | 5 | | 89,2 | 15,7 | 71,9 — 106,5 | ± 19,5 |
| B | | 10 | Lesna zaloga | 478,8 | 22,2 | 402,9 — 554,7 | ± 15,9 |
| | B ₁ | 5 | | 416,0 | 18,5 | 320,5 — 511,5 | ± 23,0 |
| | B ₂ | 5 | | 541,6 | 18,1 | 420,1 — 663,1 | ± 22,4 |
| B | | 10 | Rastiščni indeks | 19,9 | 19,3 | 17,2 — 22,6 | ± 13,8 |
| | B ₁ | 5 | | 18,8 | 22,4 | 13,6 — 24,0 | ± 27,8 |
| | B ₂ | 5 | | 21,0 | 16,9 | 16,6 — 25,4 | ± 20,9 |
| B | | 10 | Temeljnica sestoja — G | 38,1 | 18,6 | 33,1 — 43,2 | ± 13,3 |
| | B ₁ | 5 | | 33,8 | 12,8 | 28,4 — 39,1 | ± 15,9 |
| | B ₂ | 5 | | 42,5 | 16,1 | 34,0 — 51,0 | ± 20,1 |
| B | | 10 | G dejanska: G tablični | 1,04 | 19,4 | 0,89 — 1,18 | ± 13,9 |
| | B ₁ | 5 | | 0,91 | 11,2 | 0,78 — 1,04 | ± 13,7 |
| | B ₂ | 5 | | 1,17 | 16,8 | 0,93 — 1,41 | ± 20,5 |
| A | | 15 | Temeljnični prirastek — ig. | 69,7 | 7,2 | 66,1 — 73,3 | ± 5,1 |
| | B ₁ | 5 | | 69,5 | 6,2 | 64,1 — 74,8 | ± 7,7 |
| | B ₂ | 5 | | 70,0 | 8,8 | 62,4 — 77,7 | ± 10,9 |
| B | | 10 | ig. dejanski: ig. tablični | 87,7 | 23,2 | 73,2 — 102,3 | ± 16,6 |
| | B ₁ | | | 89,4 | 27,2 | 59,2 — 119,5 | ± 33,8 |
| | B ₂ | | | 86,1 | 21,3 | 63,3 — 108,9 | ± 26,5 |
| A | | 15 | Osutost vrha | 21,1 | 18,2 | 18,4 — 23,8 | ± 13,0 |
| | B ₁ | 5 | | 19,7 | 18,9 | 15,1 — 24,4 | ± 23,5 |
| | B ₂ | 5 | | 22,5 | 16,9 | 17,8 — 27,2 | ± 21,1 |
| B | | 10 | Osutost krošnje | 28,8 | 11,5 | 26,4 — 31,1 | ± 8,2 |
| | B ₁ | 5 | | 28,0 | 12,9 | 23,5 — 32,6 | ± 16,3 |
| | B ₂ | 5 | | 29,5 | 10,8 | 25,5 — 33,4 | ± 13,4 |

Tabela 19: Vrednosti kazalnikov v ploskvah

| Kraj | Gospodarska enota | Odd. | | | Geološka | | Položaj | | | Zastr-tost | Oddaljen od TEŠ m |
|-------------|-------------------|------|-----|----|----------|------|-----------------|----|-----|------------|-------------------|
| Zavodnje | Bele vode | 100 | III | 1 | Tonalit | 720 | srednje pobočje | JV | 20° | 0,70 | 6750 |
| Zavodnje | Bele vode | 80 | III | 3 | Tonalit | 770 | srednje pobočje | SV | 29° | 0,80 | 8000 |
| Slanica | Bele vode | 56 | III | 3 | Tonalit | 790 | zgornje pobočje | JZ | 32° | 0,55 | 8650 |
| Kriva breza | Bele vode | 59 | III | 4 | Tonalit | 955 | srednje pobočje | JZ | 33° | 0,55 | 9800 |
| Šentvid | Bele vode | 57 | III | 5 | Tonalit | 920 | srednje pobočje | J | 29° | 0,55 | 9150 |
| | | | | | | | | | | | |
| Ravne | Bele vode | 110 | II | 6 | Tonalit | 606 | spodnje pobočje | JZ | 19° | 0,80 | 6425 |
| Zavodnje | Bele vode | 97 | II | 7 | Tonalit | 645 | planota | JV | 12° | 0,70 | 6250 |
| Šentvid | Bele vode | 45 | II | 8 | Tonalit | 1130 | zgornje pobočje | SV | 33° | 0,55 | 10200 |
| Kloše | Bele vode | 51 | II | 9 | Tonalit | 725 | spodnje pobočje | JZ | 34° | 0,75 | 9250 |
| Zavodnje | Bele vode | 95 | II | 10 | Tonalit | 610 | srednje pobočje | JZ | 25° | 0,75 | 5950 |
| | | | | | | | | | | | |
| Kramarca | Bele vode | 80 | I | 11 | Tonalit | 1010 | zgornje pobočje | JZ | 32° | 0,75 | 11800 |
| Ravne | Bele vode | 117 | I | 13 | Tonalit | 540 | srednje pobočje | J | 31° | 0,55 | 5250 |
| Ravne | Bele vode | 118 | I | 13 | Tonalit | 530 | spodnje pobočje | J | 26° | 0,75 | 5525 |
| Bele vode | Bele vode | 79 | I | 14 | Tonalit | 1105 | zgornje pobočje | JZ | 29° | 0,65 | 11425 |
| Kloše | Bele vode | 50 | I | 15 | Tonalit | 825 | vznožje | J | 33° | 0,90 | 9875 |
| | | | | | | | | | | | |
| Lokovica | Šoštanj | 209 | II | 16 | Tuf | 445 | srednje pobočje | SV | 12° | 0,80 | 2625 |
| Lokovica | Šoštanj | 204 | II | 17 | Tuf | 310 | spodnje pobočje | SV | 15° | 0,85 | 2150 |
| Lokovica | Šoštanj | 218 | II | 18 | Tuf | 320 | vznožje | SV | 28° | 0,75 | 2375 |
| Zaloka | Bele vode | 92 | II | 19 | Tuf | 945 | srednje pobočje | S | 27° | 0,90 | 10750 |
| Florjan | Šoštanj | 20 | II | 20 | Tuf | 520 | srednje pobočje | Z | 39° | 0,85 | 5425 |
| Gorenje | Šoštanj | 179 | I | 21 | Tuf | 340 | vznožje | V | 14° | 0,75 | 4950 |
| Skorno | Šoštanj | 8 | I | 22 | Tuf | 400 | spodnje pobočje | SV | 26° | 0,65 | 3375 |
| Lokovica | Šoštanj | 213 | I | 23 | Tuf | 390 | vznožje | JV | 19° | 0,65 | 875 |
| Bele vode | Bele vode | 28 | I | 24 | Tuf | 680 | srednje pobočje | SV | 35° | 0,80 | 7250 |
| Podkraj | Velenje | 34 | I | 25 | Tuf | 440 | vznožje | SZ | 27° | 0,75 | 2900 |
| Bele vode | Bele vode | | I | 26 | Tuf | 90 | srednje pobočje | SZ | 38° | 0,40 | 10125 |

Poprečni SI za območje je na primer 18, sedanja starost sestojev je 80 let. Iz tablic odčitamo tekoči prirastek ($SI = 18$) med 80—90 letom (to je prihodnje desetletje) in to znaša $10,2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{leto}$. Zmanjšanje zaradi onesnaževanja je $10, \times 0,075 = 0,765 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{leto}$. Za posamezen sestoj dobimo natančnejšo oceno, če poznamo njegovo vrednost SI ter geološko podlago. Če je to tonalit, uporabimo 13,5 %, če je andenzitni tuf, pa 1 %. Seveda so to še vedno samo poprečja, ki zadoščajo le za nekoliko boljši pogled v dogajanja celega območja. Niso pa dopustne uporabe takšnega izračuna za individualne odškodninske zahteve. Pri njih je potrebno obravnavati vsak sestoj posebej, to je posebej oceniti njegovo osutost in iz nje izračunavati temeljnični prirastek na drevo in to potem pomnožiti s številom dreves. Za izračun teh vrednosti pa lahko koristno uporabimo obrazce, ki podajajo odvisnosti temeljničnega prirastka od stopnje osutosti ter volumna ali pa plašča krošenj (glej prejšnje poglavje).

4.1.1 Gojitvena obravnava odkazila za prihodnje obdobje

Analizirani gozdovi so v starosti, ko še ne razmišljamo o pomlajevanju, zato naj bi v normalnih razmerah bil edini gozdnogojitveni ukrep v prihodnjem obdobju redčenje. Na ploskvah smo izvedli odkazilo. To je v bistvu kombinacija odstranjevanja dreves z močno osuto krošnjo, odstranjevanje izrazitih konkurentov ter odstranjevanje močno poškodovanih dreves zaradi snegoloma, vetroloma, spravila itd. Pri odkazilu smo se držali načela ohranjanja listavcev, ker so le-ti na teh rastiščih osnovni graditelji združbe, in načela najprimernejših ukrepanj. To pomeni, da so bila redčenja z izrazito nizko jakostjo. Ti sestoji bodo potrebni vsakoletnih intervencij zaradi sušic (osutost krošenj), zato bi lahko bili močnejši posegi pogubni za sestoj. Naše previdno ukrepanje je umestno tudi zaradi tega, ker so vsi sestoji že v drugi polovici proizvodne dobe, tu pa je izpad z redčenji manj škodljiv za razvoj najkvalitetnejših osebkov. Razumljivo je, da nam je bil kriterij pri izbiri kandidatov vitalnost krošenj in ne samo kakovost debla. Ne smemo odstraniti nobenega osebka z vitalno in široko krošnjo, čeprav je njegovo deblo poprečne kakovosti (izrazito slabe kakovosti v smrekovih sestojih ni). V tabeli št. 20 podajamo vrednosti odkazanega drevja po ploskvah glede na vzroke odkazila (po številu dreves in temeljnici).

Kot je razvidno iz tabele, je pri odkazilu za prihodnjih 5 let v ploskvah stratuma A₃ (najbolj ogroženi sestoj) približno polovica odkazila zaradi prevelike osutosti. Izjema je ploskev št. 5, kjer je bil v letu 1988 izveden prevelik posek zaradi osutosti. Če pa primerjamo odkazilo 1989—93 s celotnim 10-letnim odkazilom 1984—93, vidimo, da se posek v naslednjem petletnem obdobju ne bo bistveno povečal, seveda če bo stopnja osutosti ostala na nivoju iz leta 1988. Odkazilo 1984—93 smo dobili tako, da smo panjem iz leta 1984—88 dodali še odkazilo 1988—93.

Tabela 20: Vrednosti odkazanega drevja po ploskvah in po vzrokih odkazila (po številu dreves in po temeljnici)

| Ploskev | Panji - posek zadnjih 5 let | | Odkazilo za naslednjih 5 let | | | | Panji + odkazilo | | Odkazilo 1989/93 x 100 % |
|---------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| | Število | temeljnica m ² /ha | Število | od tega zaradi osutosti št. | skup. tem. m ² /ha | tem. odkazanih zaradi osutosti m ² /ha | Število | temeljnica m ² /ha | |
| 1 | 78 | 5,77 | 156 | 44 | 4,51 | 2,23 | 234 | 10,28 | 44 |
| 2 | 122 | 4,73 | 189 | 44 | 3,34 | 1,26 | 311 | 8,07 | 41 |
| 3 | 78 | 2,53 | 200 | 122 | 7,54 | 3,92 | 278 | 10,07 | 75 |
| 4 | 44 | 2,50 | 189 | 67 | 7,69 | 3,49 | 233 | 10,19 | 75 |
| 5 | 333 | 18,65 | — | — | — | — | 333 | 18,65 | 0 |
| 6 | 56 | 3,17 | 167 | 11 | 8,57 | 0,49 | 223 | 11,74 | 73 |
| 7 | 111 | 4,73 | 100 | — | 3,56 | — | 211 | 8,29 | 43 |
| 8 | 189 | 9,08 | 44 | — | 1,56 | — | 233 | 10,64 | 15 |
| 9 | 211 | 8,25 | 44 | — | 0,74 | — | 255 | 8,99 | 8 |
| 10 | 22 | 3,08 | 67 | 11 | 2,94 | 0,37 | 89 | 6,02 | 49 |
| 11 | — | — | 11 | — | 0,20 | — | 11 | 0,20 | 100 |
| 12 | 100 | 3,46 | 89 | — | 2,93 | — | 189 | 6,39 | 16 |
| 13 | 78 | 2,46 | 144 | — | 3,02 | — | 222 | 5,48 | 55 |
| 14 | — | — | 100 | 33 | 1,66 | 0,45 | 100 | 1,66 | 100 |
| 15 | 133 | 1,47 | 200 | 11 | 1,66 | 0,36 | 333 | 8,26 | 83 |
| 16 | 11 | 0,42 | 211 | 33 | 6,57 | 1,53 | 222 | 6,99 | 94 |
| 17 | 22 | 0,97 | 111 | — | 3,13 | — | 133 | 4,10 | 76 |
| 18 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 19 | 122 | 5,42 | 33 | — | 0,52 | — | 155 | 5,94 | 9 |
| 20 | — | — | 100 | — | 2,92 | — | 100 | 2,92 | 100 |
| 21 | 100 | 7,50 | 22 | — | 1,25 | — | 122 | 8,75 | 14 |
| 22 | 78 | 7,72 | 22 | — | 0,52 | — | 100 | 8,24 | 6 |
| 23 | 22 | 1,57 | 22 | — | 2,65 | — | 44 | 4,22 | 63 |
| 24 | 156 | 8,38 | 22 | — | 0,47 | — | 178 | 8,85 | 5 |
| 25 | 22 | 0,87 | 56 | — | 0,89 | — | 78 | 1,76 | 51 |

6 ZAKLJUČKI IN RAZPRAVA

1.

Smrekovi gozdovi obravnavanega območja so glede na proizvodno sposobnost rastišča zelo heterogeni. Vrednosti rastiških indeksov znotraj iste rastiščne enote v razmiku od 12 do 26 so neobičajne, vzroki takšne variabilnosti pa so posledica nastanka in razvoja sestoja ter načina gospodarjenja, ki je bilo ponekod tudi roparsko (MARINČEK, 1987).

2.

Čeprav med dejanskimi lesnimi zalogami obravnavanih sestojev in lesno zalogo pripadajočih tabličnih sestojev ni značilnih razlik, je marsikje ogrožena stabilnost sestojev zaradi močnih posekov po katastrofalnih ožigih v zimah 1984/85 in 1986/87. Nastale vrzeli v sestoju povečujejo nevarnost snegolomov in vetrolomov, fiziološka oslabeledost dreves pa nudi podlubnikom ugodne razmere za njihov razvoj. Poleg tega

pa se z zmanjšano zastrtostjo sestojja povečuje negativni vpliv imisij na gozdove, kar ugotavljata tudi Dong in Kramer (KRAMER, 1987).

3.

Osutost krošenj je edini zunanji izraz propadanja gozdov zaradi onesnaženega ozračja in klimatskih ekstremov zadnjih let.

Iz ugotovitve, da imajo smrekova drevesa sovladujočega socialnega razreda višjo stopnjo osutosti kot drevesa vladajočega in prevladujočega (po Kraftu), da se z utesnjenostjo krošnje večja stopnja osutosti, da so drevesa z večjo krošnjo manj osuta kot drevesa z manjšo krošnjo in da je stopnja osutosti vrha tem večja, čim manjša je zastrtost sestojja, izhaja pomemben gojitveni zaključek:

Redčiti je treba intenzivno že v mladosti, da čimprej oblikujemo drevesa z močno in vitalno krošnjo, ko imajo drevesa enkrat izoblikovano krošnjo, pa čimredkeje in čim manj posegajmo v sklep sestojja.

Takšno odvisnost stopnje poškodovanosti smrekovih krošenj od njihovega socialnega razreda, ter velikosti in utesnjenosti krošenj ugotavlja za Zavodnje tudi Ferlin (FERLIN, 1987; FERLIN, 1989). Podobno pa ugotavljata tudi Athari in Kramer (ATHARI in KRAMER, 1983).

4.

Ožigi smrekovih krošenj so se pojavili v omenjenih zimah kot zunanji izraz propadanja gozdov, ko sta sušnim poletjem sledili ostri zimi, v katerih so ekstremno nizkim temperaturam sledile otoplitve.

Kot ugotavlja Turner (TURNER, 1983) za Švico, so lahko prav ti klimatski ekstremi povzročili ožige. Ker pa v našem klimatskem območju takšnih ožigov v preteklosti ne pomnimo, jih lahko pripišemo tudi zmanjšani življenjski moči smreke zaradi delovanja vplivov TEŠ pri onesnaževanju ozračja.

Posledica ožigov so močno osute krošnje in povečan posek sušic zaradi osutosti.

Naša raziskava je ne glede na vzroke vplivov klimatskih razmer v zadnjih letih dokazala, da se je upadanje debelinskega prirastka dreves, ki so danes v različnih stopnjah poškodovanosti, pojavilo že davno prej, in sicer že v obdobju 1962—67 ($F = 4,64^{**}$). Od takrat pa do danes se to upadanje stalno povečuje ($F = 17,13^{***}$). Trend upadanja debelinskega prirastka po stopnjah osutosti je postal izrazit že v obdobju 1972—77.

Te ugotovitve se bistveno razlikujejo od izsledkov analize priraščanja smreke na Pokljuki, kjer ugotavlja Hočevar (HOČEVAR, 1989) upadanje priraščanja šele v zadnjem petletnem obdobju.

Primerjava prirastkov zadnjega petletnega obdobja z obdobjem pred 20—25 leti kaže, da je le-ta upadel

- na 80,2 % v prvi stopnji osutosti (za 19,8 %),
- na 74,3 % v drugi stopnji osutosti (za 25,7 %),
- na 50,9 % v tretji stopnji osutosti (za 49,2 %).

Po dosegljivi literaturi so razen Moosmayerja (MOSMAYER, 1984) do podobnih ugotovitev prišli tudi drugi raziskovalci (ATHARI in KRAMER, 1983; FRANZ, 1983). Zanimivo pa je, da sta do podobnih ugotovitev prišla tudi Hočevar in Hladnik (HOČEVAR in HLADNIK, 1988) pri raziskovanju priraščanja jelke na Tolminskem. Ugotovila sta, da gre pri jelki že za desetletja trajajoče hiranje. Morda lahko iz tega izhaja domneva, da čaka sicer odpornejšo smreko v močno onesnaženem ozračju ožjega imisijskega območja TEŠ podobna usoda, kot jo je doživela občutljivejša jelka v pogojih manj onesnaženega ozračja?

Zelo pomemben kazalnik upadanja debelinskega prirastka so leta, v katerih so se v proizvodnjo električne energije vključevale nanovo zgrajene faze termoelektrarne Šoštanj. Vključitev III. in IV. faze sovpada z največjim padcem prirastka dreves, ki danes kažejo največjo stopnjo poškodovanosti.

Ker so obravnavani sestoji v optimalnih razvojnih fazah (60—110 let), je tolikšno upadanje prirastka preveliko, da bi ga lahko pripisali naravnemu razvoju sestojev. Tako občutne razlike v rastnih trendih kažejo na posledice vedno močnejšega delovanja imisij termoelektrarne Šoštanj, kar je predvidevala že študija Hidrometeorološkega zavoda SRS v letu 1974 (PARADIŽ, 1974).

Pešanje življenjske moči smreke se je torej pojavilo že 10—20 let prej, preden so se pojavili dobro vidni zunanji znaki (ožigi in močna osutost krošenj) pešanja vitalnosti.

Ta ugotovitev nam daje tudi odgovor na doslej nerešeno vprašanje povečevanja poseka naključnih pripadnikov od leta 1979 dalje. Posek podrtega, poškodovanega in suhega drevja je znašal v obdobju od 1960 do 1979 okoli 8 % celotnega etata, po letu 1979 pa beležimo porast teh posekov v poprečju nad 20 %, v katastrofalnih letih 1985 in 1987 pa celo nad 40 %.

Poleg tega pa lahko sklepamo, da se bo pešanje življenjske moči smrekovih gozdov nadaljevalo tudi v prihodnje. Tako domnevo nam potrjujejo tudi rezultati raziskave

smreke na Pokljuki (HOČEVAR, 1989), ki je zaradi onesnaženega ozračja iz daljinskega transporta pričela pešati šele v zadnjem petletnem obdobju.

5.

Vrsta raziskovalcev, kot so Toma in drugi (ASSMANN, 1961), ugotavlja, da je prirastek dreves v tesnejši povezavi s plaščem (površino) kot z volumnom krošnje. To odvisnost smo preizkusili tudi mi. Dobljeni rezultati kažejo ravno nasprotno. Ker je odvisnost temeljničnega prirastka glede na volumen krošnje bistveno večja ($R = 0,8803$) kot ob upoštevanju plašča krošnje ($R = 0,7187$), smo v nadaljnjih analizah upoštevali samo volumen krošnje.

Izredno tesna korelacijska povezava obstaja med temeljničnim prirastkom dreves, volumnom njihove krošnje in osutostjo vrha krošnje. Za vrh krošnje pa smo ugotovili, da je boljši kazalnik kot osutot celotne krošnje, saj sta vrh in prirastek v tesnejši korelacijski povezavi kot pa celotna krošnja in prirastek.

Temeljnični prirastek se zmanjšuje s povečevanjem osutosti vrha krošenj. Zmanjševanje je sprva počasnejše, pri večjih osutostih pa vse večje.

Hkrati pa se z naraščanjem volumna krošnje povečuje temeljnični prirastek.

Tesna korelacijska povezava med temeljničnim prirastkom dreves, velikostjo njihove krošnje in osutostjo vrha ($R = 0,8942$) nas opozarja, da moramo pri vseh prirastoslovnih analizah, ki proučujejo učinke onesnaženja na posamezna drevesa, upoštevati poleg osutosti (vrha ali krošnje) tudi velikost krošnje.

Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Kramer (KRAMER, 1987), vendar pa njegove ugotovitve izhajajo iz analiz, v katerih je upošteval zarast sestojev in ne velikost krošenj posameznih dreves kot mi.

Ne samo med temeljničnim prirastkom dreves, tudi med temeljničnim prirastkom sestojev v zadnji periodi in njegovo poškodovanostjo obstaja odvisnost ($r = 0,74^{***}$).

6.

Sestoji na tonalitu so močnejše poškodovani kot na tufu, saj imajo več dreves z višjo stopnjo osutosti kot sestoji na andezitnem tufu.

Močnejša poškodovanost gozda na tonalitu ni posledica matične podlage. Vzroki močnejše poškodovanosti so drugi. Tonalitni vložek nahajamo v tistem višinskem pasu (nad 600 m n.v.), ki je zaradi svojega položaja in lege v pokrajini izpostavljen direktnemu vplivu imisij zaradi neugodnejših mezoklimatskih razmer, ki povzročajo v času inverzij (zaradi močnejših pobočnih vetrov) močne poškodbe na gozdovih,

kot to ugotavlja Hrček (HRČEK, 1988) in kot je to predvideval Šolar že v letu 1974 ob izgradnji visokega dimnika TEŠ (PARADIŽ, 1974). Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Hočevar (HOČEVAR, 1988) v Mežiški dolini.

7.

Z vzorčenjem nismo našli sestojev III. stopnje poškodovanosti, kjer bi prevladovala drevesa z osutostjo nad 60 %. V tem smislu vzorčenje ni potrdilo substratuma A₃. Je pa v vzorcih tega substratuma najvišja stopnja osutosti.

Ob tem rezultatu pa ne moremo trditi, da ti sestoji niso bili "ožgani" do III. stopnje.

Vzrok za to je v tem, da se ožig kaže v višji stopnji kot poznejša osutost in da so bila najbolj poškodovana drevesa (najpogosteje nad 80 % "ožgana" ali osuta) posekana pred pričetkom terenskih raziskovalnih del.

8.

Hitro ocenjevanje stopnje ožiga sestoja daje sorazmerno dober približek kasnejše stopnje osutosti krošenj. Je hitro, enostavno in poceni, obremenjeno pa je s precejšnjo napako, ki se ne da izračunati. Zato kot metodo dela v ožjih imisijskih območjih (z znanim onesnaževalcem) predlagamo ocenjevanje s trajnimi vzorčnimi ploskvami.

9.

Če ne bi prišlo do ponovnih močnejših ožigov, se v naslednjih 5. letih posek ne bo bistveno povečal. Bodo pa v teh sestojih zaradi sušic kot posledice osutosti krošenj potrebne pogoste sečnje. Vsak močnejši posek, ki lahko nastane zaradi različnih vzrokov (biotskih ali abiotskih), pa bo za te sestoje lahko poguben.

10.

Zaradi ostrih kriterijev pri izbiri sestojev, v katerih smo izbrali vzorčne ploskve, se naše ugotovitve in sklepi nanašajo na najboljše sestoje raziskovalnega območja.

11.

Z raziskovanjem propadanja gozdov v Sloveniji je že pred letom 1970 pričel Marjan Šolar. Prvi pomembnejši rezultat njegovih prizadevanj je bil inventarizacija slovenskega gozda v letu 1976. Z mednarodno primerljivo metodo je v letu 1985 s takrat že številnimi sodelavci opravil popis obsega poškodovanosti slovenskih gozdov, ki ga je uspel ponoviti še v letu 1977. Sočasno je pričel razvijati foto-terestične metode spremljanja propadanja gozdov tudi prof. Milan Hočevar. Kmalu so se jima pridružili številni slovenski raziskovalci, predvsem gozdarji, biologi in meteorologi kot

so: dr. Franc Batič, dr. Blanka Druškovič, Franc Ferlin, David Hladnik, Dušan Hrček, Janko Kalan in drugi. Rezultati teh raziskav postajajo pomemben prispevek k objektivnejšemu poznavanju vzrokov in posledic gozdov v Sloveniji.

7 SCENARIJ USMERJANJA PRIHODNJEGA RAZVOJA PROPADAJOČIH GOZDOV

Današnji gozd je zrcalo preteklosti, ki je ne moremo več spremeniti, je priča sedanjosti, ki jo ogroža destruktivni in nekrofilni del človeške populacije in neznanke prihodnosti, ki ne more biti lepša od preteklosti in sedanjosti. Velike spremembe v okolju, ki tako uničujoče vplivajo tudi na gozd, povzroča človek, zato je edino on poklican, da z učinkovitimi ukrepi poseže v dogajanje in poskuša gozdu vrniti njegovo pravo podobo.

7.1 Pomembni vplivi na procese propadanja gozdov

Napovedovanje razvoja sestojev v ogroženem imisijskem območju je izredno zahtevna naloga, čeprav so splošni trendi propadanja gozdov že dokaj dobro znani. Vprašanje, ki zanima nas gozdarje in vse tiste, ki se zavedajo pomembnosti okoljetvornih, družbeno pogojenih in proizvodnih funkcij gozda (ANKO, 1983), je, kako dolgo bo lahko gozd v današnjih razmerah še opravljal te svoje funkcije.

V naslednjem desetletju predvidevamo vrsto vplivov, ki bodo odločali o nadaljnih trendih propadanja smreke v gozdovih Šaleške doline.

Čeprav v tej študiji obravnavamo samo obseg zmanjšanja proizvodnje lesa zaradi propadanja gozdov, se dobro zavedamo tudi pomembnosti vseh drugih funkcij gozda (ANKO, 1983), ki jih ne moremo ovrednotiti. Zato bomo vplive na gozd obravnavali celostno.

7.1.1 Pozitivni vplivi:

- V letu 1989 bomo v termoelektrarni Šoštanj z aditivno metodo odžvepljevanja (to je z vbrizgovanjem kalcija v kurišče) zmanjšali emisije SO₂ za 40 %.
- V istem letu bo dokončno zgrajen signalni sistem, ki bo opozarjal na prekoračene doze imisij na šestih lokacijah, in se bo proizvodnja električne energije ob kritičnih koncentracijah (ob neugodnih meteoroloških razmerah) zmanjševala.
- Ugodne klimatske razmere v naslednjih letih so lahko pozitiven dejavnik razvoja sestojev.

- Močno ekološko gibanje v Šaleški dolini je porok za močan družbeni nadzor nad izvajanjem sprejetih sklepov.

7.1.2 Negativni vplivi:

- Naprava za čiščenje dimnih plinov bo zgrajena šele v letu 1993.
- Čeprav še nimamo podatkov, sklepamo, da so tudi tla že močno prizadeta. Na to nas opozarjajo prvi podatki o kislih padavinah na območju Šaleške doline (NAŠ ČAS, 1989).
- Fiziološko oslabei in zaradi posekov nestabilni gozdovi bodo že pri manjših koncentracijah imisij močno ogroženi, snegolomi in vetrolomi bodo nastopili tudi v razmerah, ki bi bile za zdrave gozdove brez posledic. Kljub učinkovitejšim ukrepom bo izredno težko obvladati napade lubadarja na smreki.
- Neugodni zimski klimatski ekstremi in sušna poletja (GREVE, 1987) lahko povzročijo skokovito poslabšanje stanja.
- Zaradi vpliva divjadi je problematično naravno pomlajevanje listavcev.
- Gozdarji bomo potrebovali še nekaj časa, da se bomo prilagodili gospodarjenju v novih razmerah, ki jih lahko imenujemo izredne. Še težje pa se bodo gospodarjenju v novih razmerah prilagodili gozdni posestniki.
- Ker je celoten sistem gozdarstva in vsega gospodarstva v krizi, je vprašljiv ustrezen priliv denarnih sredstev, potrebnih za drugačno gospodarjenje z gozdovi kot doslej.
- Delovanje stalnih, čeprav manjših doz onesnaževanja ozračja iz daljinskega transporta.

7.1.3 Ocena posledic sedanjega stanja

Zaradi prevladujočih negativnih vplivov in vrste odprtih vprašanj je naša prognoza za naslednjih 10 let naslednja:

Pričakujemo močnejše poslabšanje stanja do izgradnje naprave za čiščenje dimnih plinov, po tem času pa bo poslabšanje zmerno.

Zmerno poslabšanje pomeni nadaljnje učinkovanje manjših doz onesnaženega ozračja in daljinskega transporta, ki bodo še vedno okrepljene z lokalnimi vplivi in posledicami sedanjega in preteklega razdiralnega delovanja iz okolja.

In kakšne bodo posledice takega večanja negativnih vplivov na gozdove?

- V presvetljenih delih sestoja bo povečan vdor imisij v notranjost sestoja, kar bo vplivalo na močnejšo poškodovanost drevja vseh starosti.

- V gozdovih bodo nastajale večje vrzeli zaradi poseka osutih dreves, vetrolomov in snegolomov ter žarišč lubadarja in ostalih škodljivcev.
- Zadrževalna moč gozda za vodo se bo v ogroženih sestojih zmanjšala zaradi osutih krošenj in vrzeli v sestojih.
- Povečali se bosta erozijsko delovanje vode in izpiranje hranilnih snovi iz tal.
- Močno se bo povečal obseg gojitvenih in še posebej varstvenih del.
- Splošno koristne funkcije poškodovanih gozdov bodo močno zmanjšane, in naša pokrajina bo vse manj zelena in privlačna.
- Z gozdovi, ki so najpomembnejši element krajine (ANKO, 1983), propada tudi krajina.
- Ogroženi gozdovi lastniku ne predstavljajo več varne naložbe, od koder bo dvignil kapital v času kriz, sekati ga mora in ga bom moral takrat, ko se drevje posuši.

V lesnoproizvodnem pomenu pa propadajoči gozdovi zmanjšujejo proizvodnjo na več načinov:

- Zaradi osutosti krošenj in predčasnega poseka večjega števila drevja se zmanjšuje tekoči letni prirastek, kar vpliva na zmanjšanje celotne lesne proizvodnje.
- Zmanjšuje se kakovost lesa, ker mora biti redčenje usmerjeno k pospeševanju najvitalnejših in ne več k pospeševanju najbolj kakovostnih dreves. Zmanjšana pa je tudi kakovost lesa, saj je velik del posekanih dreves že suhih, ta pa hitro propadajo.
- Stroški proizvodnje lesa (posek in izvlek) se povečujejo, saj se moramo (odvisno od stopnje ogroženosti) v te gozdove s sečnjo pogosto vračati. To pa pomeni nizko koncentracijo napadlega lesa.
- Obseg negovalnih in varstvenih ukrepov se bo povečal in postal strokovno in finančno zahtevnejši.
- Ob vsem tem pa se že pojavlja vrsta strokovnih problemov. Da jih bomo lahko uspešno reševali, bo potreben teritorialno okrepljen strokovni kader, ki bo kos nepredvidenim situacijam, značilnim za to obdobje.

7.2. Razumno uresničevanje ukrepov, s katerimi lahko upočasnjujemo propadanje gozdov, je moralna obveznost stroke in družbe

- Gozdarji moramo javnost seznanjati z resničnim stanjem ogroženih gozdov zato, da zagotovimo dosledno uresničevanje sprejetih sklepov o zmanjševanju emisij, da opozorimo na pešanje okoljetvornih, družbeno pogojenih in drugih funk-

cij gozda ter na posledice tega pešanja in da povemo, da smo denar za uresničevanje teh funkcij pridobili le v zdravem gozdu. Odslej to ne bo več mogoče.

- Znanstvenoraziskovalno delo, dopolnjeno s spoznanji gozdarjev na terenu, mora biti temeljno vodilo pri delu v gozdu.
- Ker je propadanje gozdov integralen problem, se ga je treba lotiti z enotnim republiškim raziskovalnim projektom, s katerim bo smotrno rešena enotnost metodologije in medsebojnega informiranja.
- Kljub negotovim ukrepom, usmerjenim v sanacijo, ne smemo odnehati z razumnim delom v gozdu. Zavedati se je treba izrednih razmer, v katerih delujemo, in se temu primerno organizirati.

7.2.1 Gojitvene možnosti uravnavanja razvojnega procesa propadajočih smrekovih gozdov

Številni avtorji obravnavajo gojitveno problematiko gozdov, poškodovanih zaradi imisij. Vsi so si edini, da je osnovna naloga negovalnih ukrepov pospeševanje vitalnosti osebkov in s tem tudi sestaja že v mladostni fazi mladja in gošče in da so intenzivnejša ukrepanja dovoljena le v mladosti.

Rezultati teh ukrepov morajo biti vitalni, strnjeni sestoji, v katerih imajo smrekova drevesa velike, vitalne krošnje. Po tem obdobju pa je treba čim manj posegati v streho sestoja. V veljavi ostane večina že doslej znanih gozdnogojitvenih načel (MLINŠEK, 1971), ki jih različni avtorji, posebno pa še Lang (LANG, 1987) ponovno poudarjajo.

Čeprav so tudi nam ta načela dobro znana, jih zaradi nedoslednega izvajanja v praksi ponovno navajamo.

1. Obnova gozdov

Avtorji Mayer, Lang, Marinček in Mlinšek (MAYER, 1987; LANG, 1987; MARINČEK, 1987; MLINŠEK, 1971) ugotavljajo:

- Pomlajevanje naj bo naravno, kjerkoli je to mogoče.
- Pomlajevati je treba pod zastorom, kjerkoli to razmere dopuščajo.
- Ustvariti je potrebno pogoje za pomlajevanje rastišču primernih drevesnih vrst.
- Če že pomlajujemo umetno, je treba izbrati primerne provenience ter zdrave in vitalne sadike.
- Pri poseku in spravilu lesa je treba težiti za tem, da bodo poškodbe na mladju čim manjše.

- Kjer so rastišča že močnejše degradirana in kjer ni možno pomlajevati pod sestojem, osnujemo predkulturo.
- Kjer zaradi vpliva divjati ni možno ohraniti listavcev, je treba postaviti zaščitne ograje.
(Da se listavci v zeliščnem sloju pojavljajo na večini ploskev, kjer so za to ustvarjene možnosti, je razvidno iz opisa drevesne podrasti po ploskvah.)
- Ugotovili smo, da moramo ohraniti vsako mladje, ki se pojavi v predelih najbolj ogroženih gozdov, ker ne vemo, kdaj bomo morali pričeti z obnovo sestojev.

2. Nega mladja in gošče

Avtorja Lang in Mayer (LANG, 1987; MAYER, 1987) ugotavljata, da je osnovno načelo nege pospeševati vitalnost in stabilnost sestojev že v ranih razvojnih fazah.

To lahko dosežemo:

- s pospeševanjem rastišču primernih drevesnih vrst pri uravnavanju zmesi,
- s pospeševanjem listavcev in macesna,
- z močno redukcijo števila dreves že v fazi gošče.

Ker govorimo o mešanih sestojih, se pojavlja vzporedno vprašanje o tem, kakšna naj bo oblika mešanosti, posamezna ali skupinska.

Kot obliko predlagamo skupinsko mešanost smreke in bukve v obravnavanih sestojih, kjer naj smreka ne bi presegala deleža 50—60 %, odvisno od plodnosti rastišča (MARINČEK, 1987).

Utemeljitev:

V naših raziskavah smo ugotovili, da se osutost iglic povečuje z zmanjševanjem zastrtosti sestoja, večanjem utesnjenosti krošnje in zmanjševanjem velikosti krošnje, kar so ugotovili tudi drugi avtorji, kot Dong in Kramer (DONG in KRAMER, 1988). Iz tega izhaja, da mora smreka rasti v sestojih s strnjenim sklepom in močno oblikovano krošnjo, kar v posamični primesi med bukvijo ne bi bilo mogoče. Bukve je zelo konkurenčna in bi zaradi tega zahtevalo oblikovanje močne krošnje smreke prepogoste intervencije, drugič pa stojijo pozimi, ko bukev odvrže listje, posamezna smrekova drevesa v bukovem sestoju v pretrganem sklepu.

3. Redčenje

Lang in Mayer (LANG, 1987; MAYER, 1987) ugotavljata, da je treba veljavna načela pri redčenju, to je: zgodaj, zmerno in pogosto delno modificirati, in sicer tako,

da naj bodo zgodnji posegi močnejši (do polovice obdobja), potem pa, če je redčenje še sploh potrebno, kolikor mogoče rahli.

- Dobro redčeni sestoji so zaradi večjih in vitalnejših krošenj manj osuti, kar so pokazale tudi naše raziskave in sta ugotovila tudi Kramer in Athari (KRAMER in ATHARI, 1984, 1985).
- Pri izbiralnem redčenju morata imeti prednost vitalnost in stabilnost dreves, torej ni več osnovno vodilo kvaliteta.
- V starejših sestojih izvajamo po potrebi samo še šibka redčenja.
- V nenegovanih sestojih MAYER tako rekoč prepoveduje močnejše ukrepanje.
- V sestojih, ki so močno poškodovani, sekajmo le najbolj poškodovana drevesa, da s tem počasi rahljamo sklep sestoja.

Če se povrnemo k uvodu, lahko ugotovimo, da je bilo v prvih ureditvenih načrtih v letih 1954—60 podanih že dosti dobrih gojitvenih smernic, še več pa v poznejših obdobjih, ko se je uvajalo gojenje gozdov na osnovi nege (MLINŠEK, 1971). In kje smo obstali?

- V 35 letih nismo storili ničesar, da bi povečali delež listavcev v zasmrečenih gozdovih — razmerje med iglavci in listavci je ostalo enako.
- Še vedno močno zamujamo ali celo opuščamo prva redčenja, ki jih izvajamo šele v mlajših drogovnjakih, tako vzgajamo sestoje s slabo vitalnimi krošnjami.
- V debeljakih in drogovnjakih premočno in prepogosto posegamo v streho sestoja.
- Uspeli nismo niti v tem, da bi v celoti preprečili "kmečko prebiranje", pri katerem jemljemo sestoju najvitalnejša drevesa, ki bi jih danes močno potrebovali.

Treba je prekiniti s temi nesmiselnimi posegi in pohiteti z ukrepanji tja, kjer je vitalnost še možno privzgojiti. Hitro izvajanje vseh gozdnogojitvenih možnosti, ki upočasnjujejo propadanje smreke na ogroženem območju, je potrebno povsod tam, kjer obstajajo opravičljivi razlogi in naravne danosti za njeno rast.

Z dosežki znanosti in stroke ter ob primerni denarni podpori moramo gozdarji dobro gospodariti z gozdovi, jih varovati, obnavljati in sanirati, ter preprečevati katastrofalne posledice, kjerkoli je to mogoče. To mora biti naš prispevek k upočasnjevanju procesov propadanja gozdov. Žal tega zaradi pomanjkanja finančnih sredstev danes in povsod ne moremo izvajati. Ponovno leži večji del odgovornosti na plečih celotne družbe, ki mora čimprej spoznati, da gozdovi izgubljajo svojo najdragocenejšo lastnost, to je njihovo trajno obnovljivost, od katere je tudi odvisna kvaliteta našega življenja.

LITERATURA

1. ANKO, B.: 1983. Izbrana poglavja iz krajinske ekologije (skripta) Ljubljana.
2. ANKO, B.: 1986. Gozd naše prihodnosti. FOREN 86.
3. ATHAI, S. KRAMER, H.: 1983. Erfassen des Holzzuwachses als Bioindikator beim Fichtensterben, Allgemeine Forstzeitung, s. 767—769.
4. ATHARI, S.: 1983. Zuwachsvergleich von Fichten mit unterschiedlich starken Schadsymptomen, Allgemeine Forstzeitung Wien. s. 653—655.
5. ATHARI, S. KRAMER H.: 1985. Problematik der Zuwachsuntersuchungen in Buchenbeständen mit neuartigen Schadsymptomen. Allg. Forst.- u.J. ztg. 160. Jg., I, s. 1—8.
6. ASSMANN, E.: 1961. Waldertragskunde, Boyr. Landw. verlag München.
7. DONG, P. H., KRAMER, H.: 1987. Zuwachsverlust in erkrankten Fichtenbeständen. Allgemeine Forst.- u. J.-ztg. 158 Jg. 7/8. s. 122—125.
8. FERLIN, F.: 1987. Vpliv onesnaženja zraka na prirastek smreke v Šoštanjskem imisijskem področju. Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, mscr.
9. FERLIN, F.: 1989. Raziskava prirastka in proizvodne sposobnosti sestojev v odvisnosti od onesnaženja zraka. Letno poročilo XIII 1988, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana.
10. FRANZ, F.: 1983. Auswirkungen der Walderkrankungen auf Struktur und Wuchsleistung von Fichtenbeständen, Forstw. Cbl. 102, s. 186—200.
11. FROMM, E.: 1986. Anatomija ljudske destruktivnosti — Naprijed Zagreb in Nolit, Beograd.
12. GREVE, U.: 1987. Dendroklimatologische Untersuchungen an Fichten unterschiedlicher Immissionsbelastung in Nordostbayern. Allg. Forst.- u. J.ztg.
13. HOČEVAR, M., HLADNIK, D.: 1988. Integralna foto-terestična inventura kot osnova za smotrno odločanje in gospodarjenje z gozdom. Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana 31, s. 93—120.
14. HOČEVAR, M.: 1989. Interpretacija gozdnega prostora z daljinskim zaznavanjem. Letno poročilo XIII 1988, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana.
15. HOČEVAR, M.: 1988. Ugotavljanje in spremljanje propadanja gozdov z aerosnemanji. Ljubljana, Gozdarski vestnik 2, s. 53—66.
16. HRČEK, D. in soavtorji: 1988. Mezoklimatska študija. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije.
17. KENK, G.: 1983. Zuwachsuntersuchungen in geschädigten Tannen-Beständen in Baden-Württemberg. Allgemeine Forstzeitung. s. 650—652.
18. KOLAR, I.: 1987. Umiranje gozdov in gozdarski program, Zbornik gozdarstva in lesarstva, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo in VTOZD za lesarstvo, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana.

19. KONTIČ, R.: 1986. Jahrringanalysen an Nadelbaumen zur Darstellung und Interpretation von Waldschaden, Birmensdorf, s: 46.
20. KOTAR, M.: 1977. Statistične metode (skripta) Ljubljana.
21. KOTAR, M.: 1980. Rast smreke na njenih naravnih rastiščih Slovenije. Inštitut za gozdarstvo in lesno gospodarstvo, Strokovna in znanstvena dela št. 67. Ljubljana.
22. KOTAR, M.: 1984. Ugotavljanje proizvodnih sposobnosti gozdnih rastišč in njenih izkoriščenosti. Gozdarski vestnik št. 3, Ljubljana.
23. KOTAR, M.: 1986. Prirastoslovje. Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo Ljubljana.
24. KRAMER, H.: 1986. Beziehungen zwischen Kronenschadbild und Volumenzuwachs bei erkrankten Fichten. Allg. Forst.- u. J.-ztg. 157. Jg., 2. s. 22—27.
25. KRAMER, H. in ATHARI, S.: 1984 ali 86. Über die Zuwachsentwicklung in immissionsgeschädigten Fichtenbeständen und ihre Bedeutung für die Hiebssatzbestimmung. Allgem. Forstzeitschrift 27. s. 686—687.
26. LANG, H-P.: 1987. Waldbauliche Behandlung immissionsgeschädigter bzw. immissionsgefährdeter Bestände. Österreichische Forstzeitung 12, s. 24—26.
27. LEŠNAK, M. in sodelavci: 1989. Vair pollution and damage on vegetation near TE Šoštanj thermal power Plant in Slovenia, Ljubljana.
28. Mac DOUGALL: 1988. The use of elektrikal capacitance to determine growth and vigor of spruce and fir trees and stands in New Brunswick. Con. J. For. Res., s. 587—594.
29. MAYER, H.: 1987. Waldbau und Immissionsschäden. Österreichische Forstzeitung, Wien. 12, s. 22—23.
30. MARINČEK, L. in soavtorji: 1987. Vegetacijska in rastiščna analiza za območje gozdnogospodarske enote Velenje. Biološki inštitut, Jovana Hadžija ZRC SAZU Ljubljana.
31. MLINŠEK, D.: 1971. Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. Ljubljana.
32. MOOSMAYER: 1984. Erkenntnisse über die Walderkrankung; dargestellt an Projekten der Forstlichen Versuchung Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Forstwiss. Cbl. 103. s: 1—16.
33. MÜLLER, E.: 1986. Kronenbilder. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf.
34. NOGLER, P.: 1981. Auskeilende und fehlende Jahrringe in absterbenden Tannen. Allg. Forstz. št. 28, s. 709—711.
35. ODUM, E. P.: 1971. Fundamentals of Ecology. Philadelphia.
36. PARADIŽ, B. s sodelavci: 1974. Vpliv termoelektrarne Šoštanj na onesnaženje zraka v Šaleški dolini. Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana.
37. PFEILSTICKER, K. H.: 1983. Höhenzuwachs-Analyser zur Diagnose von Immisionswirkungen. Allgemeine Forstzeitung, Wien, 342.

38. SCHÖNENBERGER, W.: 1988. Literaturangaben über frühere Winterfestschäden in der Schweiz, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf.
39. SCHÖPFER, W.: 1986. Zusammenhang zwischen Wuchsraum und Zuwachs in erkrankten Fichten.— und Tannen — Beständen. *Der Forst- und Holzwirt*. 41/12, s. 315—319.
40. SILOBRČIČ, V.: 1983. Znanstvena djela. Jumena, Zagreb.
41. SMOLEJ, I.: 1988. Gozdna hidrologija. VTOZD za gozdarstvo, BF, Ljubljana.
42. ŠOLAR, M. s sodelavci: 1986. Onesnaževanje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji. FOREN 86, Ljubljana.
43. TEPINA, M.: 1974. Razsežnosti našega okolja, Državna založba Slovenije, Ljubljana.
44. TURNER, H.: 1988. Frostschäden und Wintterungsverlauf, Verrötungen immergrüner Nadelbäume im Winter 1986/87 in der Schweiz, Eidgenössische Anstalt für das forstliche versuchswesen, Birmensdorf.
45. WINKLER, I.: 1989. Družbenoekonomski vidiki propadanja gozdov. *Gozdarski vestnik* 02/89, Ljubljana.
46. ŽNIDARČIČ, M.: 1987. Poročilo h geološki karti gozdnogospodarskega območja Nazarje. Geološki zavod Ljubljana, Ljubljana.
47. Več avtorjev: 1975. Od raziskav do 4 000 000 lignita letno. Tiskarna Ljubljana.
48. Evidenca sečenj po gospodarskih enotah za Gozdarstvo Šoštanj (1954—1988).
49. Kronika Gozdarstva Šoštanj (1945—1972).
50. Gozdnogospodarski načrti za Gospodarske enote Velenje, Šoštanj, Bele vode od leta 1954—1980.

SPRUCE DIE-BACK IN THE FORESTS OF THE ŠALEŠKA VALLEY

SUMMARY

Polluted air with its synergetic impacts, a considerably changed image of natural sites, extreme climatic conditions and human insatiability — a result of selfishness and greed — have had a significant impact on the health of the forests in the Šaleška Valley. The power plant Šoštanj (TEŠ) has had a crucial impact on the die-back of forests. The plant burns up 5 000 000 tons of coal per year and emits a number of noxious substances into the air. The most dangerous among the latter is SO₂, because of the quantity of it (up to 130 000 tons per year). In favourable mezzoclimatic conditions these emissions remain under the inversion layer for longer periods of time where, due to side winds, they cause severe damages on spruce in the forests of the Šaleška Valley. The catastrophic scorch of spruce in the winters of 1984/85 and 1986/87 destroyed any false illusions about the most precious characteristic of our forests, i.e. their permanent regenerating capacity and thus their infi-

nite beneficial role in the environment and for mankind. The aim of this research was to establish the actual state of spruce forests in various stages of decline, the impact of the polluted air on the indicator values and the evolution of spruce forests, and to foresee the future development tendencies of the forests discussed on the basis of increment trends of the past and present.

The research object was selected:

- In stands with the following forest associations: European oak (*Quercus*), beech (*Fagus sylvatica*) and *Fagetum Typicum*, where spruce is represented by at least 80 % per basal area.
- On geological basis consisting of Pohorje granite and tuff with a mixed mezzorelief, on above sea levels from 310 to 1130 m, where spruce is the predominant tree species because of its pioneer characteristics and thanks to human impacts.
- According to the different stages of damage, established after the scorch in the winter of 1986/87.

The damaged stands were categorized into four different groups according to the stage of damage. The marks 0 to III mean:

- 0 — No visible damage can be traced in these forests;
- I — There are stands with no visible damage in this area, but stands with damage of the 1st degree generally prevail;
- II — Stands with 2nd degree damages predominate;
- III — There are stands with all degrees of damage in this area, but those with 3rd degree damages prevail.

On the basis of these criteria, the research area was divided into two strata, one on the Pohorje granite, and the other on Andesite tuff. In each stratum the substrata were divided according to the various stages of damage. In each substratum, five areas the size of 30 x 30 metres were chosen at random. In this way 15 areas were chosen on the Pohorje granite, because all three stages — I, II and III — of damage are present there, and only 10 areas were selected on tuff, because there are no areas with damages up to the third degree. There is no area with no visible damage in either stratum.

All the stands and areas in these stands were chosen at random — first on the map and then in the field.

The breast height diameter of each tree, the diameter of the stump and the height of the tree were measured, the size of the crown and how it is restricted were estimated, and the trees were then categorized according to their social status and silvicultural role. For all the trees of the top layer (the predominant, dominant and codominant), the increment of the past 30 years according to 5 year periods was established, the

height of the trunk to the crown and the width of the crown were measured, and the quantity of needles shed from the top of the crown and to the sun was also measured. In each area nine of the thickest trees were eliminated. Their age was determined by drilling.

All the stumps in the area were also measured and their age, their social status during felling and the reasons for felling estimated. Trees for felling for the next five years were also marked and the cause for felling was recorded.

In the end, a survey of the areas, including the tree subgrowth, was carried out according to layers.

Because the areas within individual strata and substrata were selected at random, the method of mathematical statistics was used for the analysis.

Research showed a great variability of the analysed sites regarding fertility which shows in different quantities of growing stock. Although there are no differences between the actual growing stock of the dealt with stands and that of the stands recorded in tables, as a result of felling damaged trees, the actual stand structure already shows the beginnings of damages in several places which is due to a considerable share of felled spruce in the past five years.

The impact of a progressively worse air pollution are becoming obvious, resulting in a decrease of the basal area increment of the same trees after 1967, which has been particularly distinctive in the recent five years. The decrease of the basal area increment in 17 areas is lower than the appropriate increment as shown in tables for ten years ago. On the other hand it is too small regarding the present basal area and the value of the basal area 10 years ago.

The decrease of the diameter increment of trees in the 1st, 2nd in 3rd social class which — due to the impact of ageing of stands — is larger than it should be, shows the consequences of air pollution in the past twenty years.

It is enough to carry out rough phytogenic analyses to see that the life force of spruce stands is severely decreasing.

The quantity of needles shed is the most obvious sign of damage on spruce. This damage is a result of environmental pollution caused mainly by TES.

It has been established that the quantity of needles shed from crowns is larger (33,1 %) than the quantity of needles shed at the top of the tree (26,6 %). Moreover, the trees of the third social class shed more needles than those in the first and second class. Similarly the trees of the third class of crown restriction show a higher quanti-

ty of needles shed than those in the first and second class. Trees in the fourth and fifth class of crown restriction shed even more needles. It has also been established that trees with larger crowns shed less leaves than those with smaller crowns. The fact that trees are not sufficiently exposed to the sun also has a certain impact on the shedding of needles. A linear regression equation shows that the quantity of needles shed increases if the exposure to the sun decreases.

The trends of diameter increment tell us a lot about the more and more severe pollution in the past 30 years. The analyses show that characteristic differences in increment occurred already in the period between 1962 and 1967 and that they have permanently been increasing.

A comparison of the diameter increment of the past five years with the period of 20—30 years ago shows that its decrease depended on the degree of crown damage. The first degree (11—25 % leaves shed) for 19,8 %, second degree (26—60 % needles shed) for 25,7 % and third degree (over 60 % of needles shed) for 49,2 %.

Considerable differences in various trends among different levels of needles shed show that the decline of the life force occurred already ten to twenty years ago. The highest drop of increment of trees which today show the highest degree of needles shed, was in 1972.

The experiment also established that the volume of the crown is a much better indicator of the dependency of the basal area increment than the circumference of the crown is. It was therefore used in further analyses.

There is an extremely narrow correlative link between the basal area tree increment, the volume of the crown and the quantity of needles shed at the top of the crown. With a regressive equation which includes one of the two parameters, we acquire a spectrum of lines which show a dependency of the decrease of the basal area increment on the level of needles shed at the top of the crown as well as its dependency on the size of the crown. The differences between the damages in stands on Pohorje granite and tuff are characteristic because the crown tops shed more leaves on Pohorje granite than they do on tuff. After 1977 characteristic differences in the decrease of the basal area increment occur, being larger on Pohorje granite than on tuff. Such differences are not a consequence of different parent rocks, but a result of adverse mezzo-climatic conditions, the impacts of relief and those of direct emissions to which the forests on Pohorje granite are directly exposed.

A quick estimate of the degree of scorch according to stands (units) showed favourable estimates of the later quantity of needles shed at the top of the crowns.

The average decrease of the annual wood production as a result of a decreased stand increment should in the next ten year period be 7,5 % for the whole annual area

analysed (on Pohorje granite 13,5 % and 1 % on tuff). The analysis of trees marked for felling shows that felling will not increase considerably within the next 5 year period if the quantity of needles shed remains that of 1988.

The results of the analysis show that the life force of spruce forests in the area analysed has been decreasing.

In many cases the stability of stands is already threatened because of extensive felling following the scorch in the winters of 1984/85 and 1986/87. Extreme impacts of biotic and abiotic factors can be catastrophic for the stand.

Since the quantity of needles shed is the most visible external sign of spruce damage as a result of air pollution, the majority of analyses were carried out taking this into account.

As a result of the fact that trees of the co-dominant class have a higher degree of needles shed than those of the dominant and predominant class, that with the restriction of the crown the amount of needles shed increases, that trees with larger crowns shed less needles than those with smaller crowns, and that the amount of needles shed at the top of the crown increases simultaneously to the quantity of their exposure to the sun — all this results in an important silvicultural conclusion, namely that stands have to be intensely thinned already when young, so that they form a strong and vital crown as soon as possible, while after the crown has been formed there should be as little interference in the stand as possible.

Regardless of the impacts of climatic extremes of the recent years, research proved that the decrease of the diameter increment of those trees which today are in the top damage class, occurred much earlier, namely as early as in the period between 1962 and 1967, and that it has been increasing ever since.

The decrease of the diameter increment which has been decreasing in trees of all levels of damage, is particularly significant in the third degree of needles shed (over 60 %) in crowns, where the diameter increment — in comparison to the period of 20 to 25 years ago — has decreased for as much as 49,2 %.

A very important indicator of the diameter increment are the years in which the different phases of TEŠ started producing electric power. The beginning of phase III and IV is simultaneous to the biggest drop of tree increment of those trees which nowadays are most severely damaged and have shed the most needles.

These significant differences in growth trends show the consequences of an increasingly stronger impact of TEŠ emissions — already foreseen by a study of the hydro-meteorologic station for SRS in 1974.

It has been established that the stands on the Pohorje granite are more damaged than those on tuff, and that a more severe damage of the stands on the Pohorje granite is not a consequence of the parent rock. Because of their position the stands on Pohorje granite are more exposed to the direct impact of emission and the extremely adverse mezzo-climatic conditions which cause severe damages on trees during the periods of inversion.

It is interesting that the decline of the increment on Pohorje granite occurs only after 1977, when the third phase of TEŠ started operating and producing power.

A narrow correlation between the basal area tree increment, the size of the crown (volume) and the quantity of the needles shed at the top of the crown warn us that in all yield and growth analyses which study the impacts of pollution on individual trees, apart from the quantity of needles shed (from the top of the crown or the crown itself) we also have to take into account the size of the crown (the volume and the circumference).

If there are no more severe scorches, felling should not increase considerably in the next five years.

Frequent felling will though be required in these stands because of shrivelled trees, a result of needles shed from crowns. Any considerable felling could be fatal for such stands.

Because of the predominant negative impacts on forests, our prognosis for the next ten years is: We expect a severe worsening of the situation until a cleaning device for smoke and gases has been built — and after that moderate worsening of the situation. The latter means a further impact of smaller amounts of polluted air from remote transportation which will considerably be made stronger with the local impacts and consequences of the present and past destructive impacts of the environment.